

# TK '93

## Technik im Krankenhaus

»Krankenhaustechnik vor Ort –  
anwenden, betreiben,  
planen, installieren, servicen«



# Medizinische Hochschule Hannover

## 4. – 6. Oktober 1993

Herausgeber und wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr. C. Hartung  
Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik  
Medizinische Hochschule Hannover

Durchgeführt in Verbindung mit der  
Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik gem. e.V.  
(WGKT)

Ordentliches Mitglied der International Federation of Hospital Engineering (IFHE)

Alle Rechte bei den Herausgebern.

Sämtliche Manuskripte wurden original-offset abgedruckt. Die Herausgeber übernehmen keine Haftung für den Inhalt der Beiträge; auch braucht dieser sich nicht mit der Meinung der Herausgeber zu decken.

## Grußwort

### TK'92 und TK'93 - Rückblick und Vorschau auf zwei zentrale Veranstaltungen auf dem Gebiet der Medizin- und Krankenhaustechnik

---

TK steht für die Veranstaltungsreihe "T-echnik im K-rankenhaus", die bekanntlich von mir in Verbindung mit der WGKT wissenschaftlich geleitet wird und jährlich in der MHH stattfindet.

Zur TK'92 mit dem Thema "Durch Eigensinstandhaltung und Fremdservice zum sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb" waren ca. 800 Tagungsteilnehmer nach Hannover in die Medizinische Hochschule gekommen. Erwartungsgemäß waren dreiviertel der Tagungsteilnehmer Krankenhausangehörige, die sich mit dem Service der Krankenhaustechnik befassen, sei es vor Ort ausführend oder - am Schreibtisch sitzend - planend und koordinierend. Jeder vierte Teilnehmer kam aus dem industriellen Bereich oder war dem Fachhandel zuzuordnen. Jeder dritte Teilnehmer kam aus den Neuen Bundesländern, wo neben der Sanierung auch der Service breiten Raum einnimmt.

In meinem Einführungsreferat "Serviceorientierung an Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit" habe ich versucht deutlich zu machen, daß neben der Grundsanierung der Krankenhäuser in den Neuen Bundesländern, die etwa in 15 Jahren abgeschlossen sein wird, Krankenhäuser und deren Technik bevorzugt erhalten und weiterentwickelt werden müssen. Finanzielle Mittel werden damit verstärkt für Nachrüstungen und Service verwandt werden.

Die Technische Gebäudeausrüstung der Krankenhäuser in Höhe von ca. 105 Mrd. DM verursacht Erneuerungs- und Servicekosten in Höhe von ca. 13 Mrd. DM. Unter Zugrundelegung eines fiktiven Anlagenwertes von 1 Mio. DM, der von einem Instandhalter i. M. geserviced werden kann, bedürfte es 105.000 Instandhalter, die 3.500 Krankenhäuser in Deutschland zu betreuen - mithin 30 technischer Instandhalter pro Krankenhaus.

Zu bedenken sei auch die Bandbreite zu betreuender Anlagenarten: 1 Mio. DM Anlagenwert repräsentiere etwa den Wert von 200 Infusionspumpen - für einen einzigen Instandhalter eine beträchtliche Zahl zu betreuender Geräte. Ein im Krankenhaus beschäftigter Klimatechniker möge 2 Mio. DM Anlagenwert betreuen können, während ein auf dem Gebiet der Raumlufttechnik spezialisiertes Serviceunternehmen 8 Mio. DM Anlagenwert mit einem Angestellten zu servicieren in der Lage sei.

Diese Beispiele verdeutlichen, warum das Leitthema der TK'92 "Durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice zum sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb" gewählt wurde. Denn Anlagenvolumen und Anlagenvielfalt in der Krankenhaustechnik haben inzwischen gewaltige Dimensionen, angesichts derer - auch der mit gesundem Selbstvertrauen in sein Können gesegnete Krankenhaus-

kollege zu dem Schluß kommen müsse: Krankenhäuser und insbesondere Krankenhaustechnik können nur durch Instandhaltung mit eigenem Personal und Integration des industriellen Services sicher und ökonomisch betrieben werden.

In ca. 60 Vorträgen wurde dann der Komplex Service, in drei Zügen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen präsentiert, ohne die Zeitströmungen zu vernachlässigen:

- o Betriebliche Instandhaltung
- o Administrative Instandhaltung
- o Service-Forum Medizintechnik

Das Thema der diesjährigen TK'93 ist "Krankenhaustechnik vor Ort - anwenden, betreiben, planen, installieren, servicen". Die Veranstaltung soll allen, mit dem Gesundheitswesen Befassten, in den Neuen und Alten Bundesländern einen Überblick über die vielfältigen Tätigkeiten geben, die ausgeführt werden müssen, damit die Krankenhaustechnik vor Ort weiter sicher, verfügbar und wirtschaftlich funktioniert.

Seit der Wende müssen die Krankenhäuser in den Neuen Bundesländern neben den Sanierungen Service und Betrieb der Krankenhaustechnik vor Ort organisieren und durchführen. Zusammen mit den laufenden Maßnahmen in Krankenhäusern der Alten Bundesländer sind das zu bewältigende Arbeitspensum und die damit verknüpften Kosten zu einer zentralen Dimension im Deutschen Gesundheitswesen geworden.

Neuordnungen - der Europäische Binnenmarkt und die Gesundheitsreform - zwingen zu Neuorientierungen und Festhalten an Bewährtem zugleich: Krankenhaustechnik vor Ort wird weiterhin angewandt, betrieben, geplant, installiert und geservict werden. Jedoch wird das Aufgabenspektrum der Krankenhaustechnik Verschiebungen erfahren.

Anläßlich der TK'93 in Hannover wird in Vorträgen und Diskussionen die Praxis der Krankenhaustechnik vor Ort behandelt, die in betriebstechnischen, medizintechnischen und administrativen Bereichen der Krankenhäuser gefordert ist und sich auch künftig bewähren muß. Im Mittelpunkt stehen das Anwenden, Betreiben, Planen, Installieren und der Service

- o der gesamten elektrotechnischen Versorgung bis hin zu der Gebäudeautomation, Netzwerken und LAN-Anwendungen, Kommunikation, Information und Dokumentation,
- o im Gesamtgewerk Maschinenbau,
- o der technischen Hygiene sowie
- o der Administration der Krankenhaustechnik mit ihren Schwerpunkten Betriebsführung, Organisation, Qualitätssicherung und Finanzierung.

### III

Das Programm wird durch Exkursionen unter fachlicher, medizinischer und technischer Kompetenz durchgeführt werden und die Bereiche

- o Sicherheitsstromversorgung mit Probelauf
- o Zentralsterilisation
- o Zentrale Wäscherei
- o OP-Kuppeln: visuelle Teilnahme an OP's der Herz-Thorax- und Gefäßchirurgie
- o Medcom-Technik und Videokonferenz - Life!

betreffen.

Ein Schluß-Plenum über den Krankenhausbau - Tragwerk und Gründung, Dach, Wand und Fenster sowie die Installationsgewerke und den Ausbau betreffend - wird die TK'93 beschließen.

Im Namen der Medizinischen Hochschule Hannover, vertreten durch das Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik, und im Namen der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik, heißen Herr Kollege Anna und ich Sie in Hannover herzlich willkommen.

Hannover, im September 1993

C. Hartung

# TK '93 Hannover · Programmübersicht

>>Krankenhaustechnik vor Ort - anwenden, betreiben, planen, installieren, servicen <<

Dienstag, 5. Oktober 1993		
Hörsaal A Elektrotechnik	Hörsaal D Maschinenbau	Hörsaal C Hygienetechnik
09.30h - 10.30h Eröffnung	/	/
Pause		
11.00h - 12.30h Allgemeine Elektrische Versorgung	11.00h - 12.30h Energie und Wärme	11.00h - 12.30h Hygiene und Krankenhaustechnik
Mittagspause		
14.00h - 15.30h Sicherheits- stromversorgung	14.00h - 15.30h Heizung	14.00h - 15.30h Hygiene- service
Pause		
16.00h - 18.00h Elektrische Sicherheit	16.00h - 18.00h Versorgungs- medien	16.00h - 18.00h Hauswirtschafts- technik Sanitärtechnik

Mittwoch, 6. Oktober 1993		
Hörsaal A Elektrotechnik	Hörsaal D Maschinenbau	Hörsaal C Technische Administration
09.00h - 10.30h Gebäude- automation	09.00h - 10.30h Kältetechnik	09.00h - 10.30h Betriebsführung und Organisation
Pause		
11.00h - 12.30h Netzwerke und LAN-Anwendungen	11.00h - 12.30h Wärme- rückgewinnung	11.00h - 12.30h Gefahrenvorsorge und Arbeitssicherheit
Mittagspause		
14.00h - 15.30h Kommunikation Information Dokumentation	14.00h - 15.30h Raumluftechnik	14.00h - 15.30h Qualitätssicherung Finanzierung Instanzen
Pause		
16.00h - 17.30h Plenum Krankenhausbau: • Tragwerk und Gründung • Dach, Wand und Fenster • Installation und Ausbau	/	/

**Aussteller-Sektion:** Vorstellung und Vortragsprogramm im Hörsaal B

**Exkursionen:** Sicherheitsstromversorgung mit Probelauf, Zentralsterilisation, Wäscherei, OP - Kuppeln, Medcom - life

**WGKT-Jahreshauptversammlung:** Konferenzraum MHH - Bettenhaus, Montag, 4. Oktober 1993, 16.00h

# PROGRAMM UND INHALT

**Montag, 4. Oktober 1993**

16.00 bis 18.00 Uhr **Jahreshauptversammlung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik gem. e.V. (WGKT) im Konferenzraum des Bettenhauses der Medizinischen Hochschule Hannover**

**Hörsaal A**

**Dienstag, 5. Oktober 1993**

## **Eröffnung**

9.30 Uhr **Grußwort**  
des Rektors der Medizinischen Hochschule Hannover  
Prof. Dr. R. Pabst

9.40 Uhr **Grußwort**  
des IFHE-Präsidenten  
Dr. A. Lena, Bologna

10.00 Uhr **Krankenhaustechnik 1993:**  
**Neuorientierung und Festhalten an Bewährtem**  
C. Hartung, Hannover

10.30 Uhr **Pause**

**Allgemeine Elektrische Versorgung**

Vorsitz: H. Stürwald, Hannover

11.00 Uhr	Sanierungsplanung der AV-Installation: Von der Einspeisung bis zur Steckdose E. Schaper, Hannover	1
11.20 Uhr	Elektro-Bau: Aus dem Tagebuch eines Installationsfachbetriebes H. Ziesemer, Hannover	13
11.40 Uhr	Beleuchtung von Räumen des Gesundheitswesens H.-J. Richter, Arnsberg	18
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Sicherheitsstromversorgung**

Vorsitz: E. Münchow, Erlangen

14.00 Uhr	Sicherheitsstromversorgung > 15 s mit Diesel-Drehstrom-Aggregaten nach VDE 0107 H. Dolezal, Hamburg	26
14.20 Uhr	Sicherheitsstromversorgung < 15 s H.-J. Tetzlaff, Warstein-Belecke	36
14.40 Uhr	Zusätzliche Sicherheitsstromversorgung — ZSV B. Jänsch, Berlin	43
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Elektrische Sicherheit**

Vorsitz: O. Anna, Hannover

16.00 Uhr	Prüfungen, Prüfmittel und Prüftechniken: ● elektrische Anlagen und Betriebsmittel W. Albrecht, Stuttgart	47
	● medizinisch-technisches Service-Zentrum K. Albrecht, München	53
16.40 Uhr	Diskussion	
17.00 Uhr	Schutzmaßnahmen in: ● elektrischen Niederspannungsnetzen H. Schneider	61
	● medizinisch genutzten Räumen W. Hofheinz, Grünberg	77
17.40 Uhr	Diskussion	
18.00 Uhr	<b>Ende</b>	

**Gebäudeautomation**

Vorsitz:	F. Kébreau, Hannover	
9.00 Uhr	Die Einbindung der gebäudetechnischen Informationsverarbeitung in ein Krankenhausinformationsnetz R. Frodl, Bad Homburg v.d.H.	86
9.20 Uhr	Fallbeispiel: Gebäudeautomation im Krankenhaus Nürnberg-Süd R. Plonka, Nürnberg	92
9.40 Uhr	Analog kontra DDC — eine Gegenüberstellung und Abwägung zweier Techniken R. Kottmeier, Hannover	98
10.00 Uhr	Diskussion	
10.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Netzwerke und LAN-Anwendungen**

Vorsitz:	Th. Tolxdorff, Berlin	
11.00 Uhr	Wie man Netzwerke für Krankenhäuser plant und einführt M. Wessel-Ellermann, Aachen	107
11.20 Uhr	LAN-Klinik: ein »papierloser« Arbeitsplatz für die Anästhesie und Intensivmedizin O. Möllenberg, Hamburg	122
11.40 Uhr	LAN-Betriebstechnik: vernetzt instandhalten P. Kell, Bad Homburg v.d.H.	129
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Kommunikation, Information, Dokumentation**

Vorsitz:	D. P. Pretschner, Hildesheim	
14.00 Uhr	Kostenvorteil mit Kommunikationssystem HOS durch Nutzung vorhandener Kommunikations-Infrastrukturen bis in das Patientenzimmer M. Kemper, Telgte	152
14.20 Uhr	Medkom-Technik und Erfahrungen der ärztlichen Kooperation mittels Videokonferenz (mit Vorführung im Anschluß an diese Sektion) H.-G. Layda, Hannover	158
14.40 Uhr	Gebäudemanagement — DV-gestützte Betriebsführung über Zeichnung, Administration und Instandhaltung bis zur Dokumentation und Archivierung K. Schürdt, Erlangen	178
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	
16.00 Uhr	<b>Schluß-Plenum Krankenhausbau — Hörsaal A</b>	

**Energie und Prozeßwärme**

Vorsitz: A. Jahn, Berlin

11.00 Uhr	Energieflüsse im Krankenhaus — nicht nur Wirtschafts-, sondern auch Ökobilanz K. Steffen, Gießen	191
11.20 Uhr	Fernwärmeversorgung von Krankenhäusern und anderen Großbauten H. E. Brachetti, Springe	199
11.40 Uhr	Autarke Energieversorgung mit BHKW-Technik G. Hutschenreuter, Hannover	205
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Heizung**

Vorsitz: G. Hering, Zepernick

14.00 Uhr	HD-, ND- und WW-Heizungsanlagen im Krankenhaus K. Riedle, Wiesbaden	215
14.20 Uhr	Der ökonomische Betrieb von Heizkesselanlagen K. Müller, Hannover	224
14.40 Uhr	Abnahme und Überwachung von Heizungsanlagen G. Kahler, Hannover	236
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Versorgungsmedien**

Vorsitz: H. Börner, Hannover

16.00 Uhr	Beratung des Abnehmers »Krankenhaus« über Lieferung von Versorgungsmedien vor Vertragsabschluß E. Dittrich, Neubiberg	244
16.20 Uhr	Dampf- und Kondensatwirtschaft im Krankenhaus H. Moroschan, Gunzenhausen	248
16.40 Uhr	Diskussion	
17.00 Uhr	Installation und Betrieb des Gasversorgungsnetzes für die Betriebstechnik R. Niemeier und H.-W. Hansen, Hannover	263
17.20 Uhr	Medizinische Gas-, Druckluft- und Vakuumversorgung — Überwachung und Service vor Ort P. Fleischer, Auetal	278
17.40 Uhr	Diskussion	
18.00 Uhr	<b>Ende</b>	

**Kältetechnik**

Vorsitz:	H. Kruse, Hannover	
9.00 Uhr	Schäden in Kälteanlagen — Auftreten und Abwendung J. Himler, Springe	286
9.20 Uhr	Problematiken bei der Umstellung von Kälteanlagen auf umwelt- freundliche Kältemittel K.-H. Gäfgen, Springe	291
9.40 Uhr	Ganzkörper-Kyro-Technik — ein moderner, therapeutisch-techni- scher Beitrag zur Rehabilitation von Rheumakranken H. Sörensen, Berlin	300
10.00 Uhr	Diskussion	
10.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Wärmerückgewinnung**

Vorsitz:	B. Canzler, Mühlheim	
11.00 Uhr	Abwärmennutzung aus Kälteanlagen U. Klauck, Heusenstamm	308
11.30 Uhr	Energieeinsparung bei RLT-Anlagen für Krankenhäuser nicht nur durch Energierückgewinnung T. Rákoczy, Köln	323
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Raumluftechnik**

Vorsitz:	J. Sander, Hannover	
14.00 Uhr	Aktuelle Fragen über RLT-Anlagen aus der Sicht der Hygiene H. Rüden und M. Luther, Berlin	342
14.20 Uhr	Nutzungsgesichtspunkte bei OP-Zuluftdecken mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung P. Schmidt, Reiskirchen	348
14.40 Uhr	Auf was ist bei der Regelung von RLT-Anlagen zu achten? S. Baumgarth, Wolfenbüttel	358
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	
16.00 Uhr	<b>Schluß-Plenum Krankenhausbau — Hörsaal A</b>	

**Hygiene und Krankenhaustechnik**

Vorsitz: H. Bösenberg, Münster

- 11.00 Uhr Praktische Erkenntnisse aus der Hygieneüberwachung von technischen Anlagen und Geräten  
U. Soltau, Berlin 368
- 11.20 Uhr Die Praxis der Asbestsanierung vor Ort:  
● Planung und Überwachung  
W. Schmutzler, Reiskirchen 379  
● Durchführung der Arbeiten bis zur Entsorgung  
N. Panek, Duisburg 386
- 12.00 Uhr Diskussion
- 12.30 Uhr **Mittag**

**Hygieneservice**

Vorsitz: J. Drescher, Hannover

- 14.00 Uhr Krankenhausabfälle in der Schweiz — Entsorgungskonzept der Schweizerischen Vereinigung der Spitalingenieure (SVSJ)  
C. Dürr, Chur 394
- 14.20 Uhr Zentralsterilisation —  
Dampfsterilisatoren einplanen, installieren, servicen  
E. Dennhöfer, Köln 402
- 14.40 Uhr Sterilisation thermolabiler Güter im Krankenhaus — kritischer Vergleich der Alternativen Ethylenoxid, Formaldehyd und Plasma  
U. Schulte, Planegg 408
- 15.00 Uhr Diskussion
- 15.30 Uhr **Pause**

**Hauswirtschaftstechnik, Sanitärtechnik**

Vorsitz: W. Riedel, Wolfenbüttel

- 16.00 Uhr Fallbeispiel: Eine Krankenhaus-Küchensanierung — von der Projektierung bis zur Übergabe  
K.-H. Knauer, München 437
- 16.20 Uhr Planung, Ausrüstung und Betrieb einer modernen Krankenhaus-Wäscherei  
R. Gronemeyer, Hannover 445
- 16.40 Uhr Diskussion
- 17.00 Uhr Überwachung und Entsorgung radioaktiver Stoffe an einer Großklinik — erläutert am Beispiel der MHH  
D. Junker, Hannover 449
- 17.20 Uhr Die Planung der Sanierung von Abwasserentsorgungsnetzen und -anlagen  
G. Gansloser, Hannover 461
- 17.40 Uhr Diskussion
- 18.00 Uhr **Ende**

**Betriebsführung und Organisation**

Vorsitz:	K. Brandstädter, Göttingen	
9.00 Uhr	Was bewegt den Leiter des Technischen Dienstes im Jahre 1993? S. Paulus, Bühl/Baden	470
9.20 Uhr	Die Planung der betrieblichen und medizinisch-technischen Erst- einrichtung (BMTE) für ein Krankenhaus der Maximalversorgung K.-W. Graff, Stuttgart	476
9.40 Uhr	Auswertung und Optimierung der betrieblichen Instandhaltung in den Tiroler Landeskrankenanstalten am Fallbeispiel des a. ö. Landes- krankenhauses (Universitäts-Kliniken) Innsbruck D. Gstir, Innsbruck	487
10.00 Uhr	Diskussion	
10.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Gefahrenvorsorge und Arbeitssicherheit**

Vorsitz:	G. Seetzen, Hannover	
11.00 Uhr	Sick-Building-Syndrom: Der Krankenhausmitarbeiter im umbauten Raum W. Bischof, Erfurt	496
11.20 Uhr	Arbeitssicherheit und Unfallverhütung: Über die tägliche Arbeit eines Krankenhaus-Sicherheitsingenieurs R. Haulitschek-Hauss, Hannover	503
11.40 Uhr	Erkenntnisse aus Krankenhausbränden aus der Sicht eines Sach- versicherers H.-H. Hupe, Hannover	507
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Qualitätssicherung, Finanzierung, Instanzen**

Vorsitz:	W. R. Coopmanns, Krefeld	
14.00 Uhr	Beantragung, Prüfungen und Genehmigung von Maßnahmen U. Krohn, Magdeburg	514
14.20 Uhr	Finanzierung der »Krankenhaustechnik vor Ort« aus der Sicht eines ● frei-gemeinnützigen Krankenhauses P. Schwarze, Hannover	519
	● kommunalen Krankenhauses (Fallbeispiel: Sanierung der Energieversorgung) A. Jeske, Hannover	528
14.40 Uhr	Externe Prüfungen vor dem Hintergrund des neuen Finanzierungs- rechts unter Berücksichtigung des Technischen Dienstes E. Starke, Hannover	529
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	
16.00 Uhr	<b>Schluß-Plenum Krankenhausbau — Hörsaal A</b>	

**Schluß-Plenum Krankenhausbau**

- 16.00 Uhr Sanierung und Neubau
- Gründung und Tragwerk
  - Dach, Wand und Fenster
  - Installation und Ausbau

Podium: R. Wischer, Berlin, und C. Hartung, Hannover

Die Podiumsteilnehmer referieren kurz über derzeitige Entwicklungen auf dem Gebiet des Krankenhausbaus und diskutieren dann mit den Zuhörern — auch über spezielle, im Einzelfall vorgetragene Probleme.

- 17.30 Uhr **Ende der Veranstaltung**

**Verzeichnis der Redner und Vorsitzenden**

536

**Fachliteratur Krankenhaustechnik**

542

**Aussteller-Sektion**

Die Vorträge und Demonstrationen der Aussteller finden im Hörsaal B statt. Hierüber informiert das Programm »Aussteller-Sektion«, das in den Hörsälen verteilt wird und auch am Tagungsbüro ausliegt.

**MHH-Exkursionen — Treffpunkt Tagungsbüro**

Mittwoch, 6. Oktober 1993

- 9.00 bis 10.30 Uhr
- Sicherheitsstromversorgung mit Probelauf
  - Zentralsterilisation
  - Zentrale Wäscherei
  - OP-Kuppeln:  
visuelle Teilnahme an OP's der Herz-Thorax-Gefäß-Chirurgie
- 15.30 bis 17.00 Uhr
- Medkom-Technik und Videokonferenz — Life!

Alle Exkursionen finden unter fachlicher, medizinischer und / oder technischer Führung statt.

Die Teilnehmerzahl jeder einzelnen Führung ist aus Gründen der Sicherheit und Hygiene begrenzt.

Teilnehmen dürfen nur diejenigen, die sich in die im Tagungsbüro ausliegenden Exkursions-Listen eingetragen haben.

# Elektrotechnik

## Sanierungsplanung der AV-Installation von der Einspeisung bis zur Steckdose

E. Schaper, Hannover

### 1.0 Objektsanierung - Auslösefakten

Als wesentliche Hauptgründe sind zu nennen:

- 1.1 **Anspruchsverhalten der Patienten**
  - Reduzierung der Betten pro Zimmer
  - Nachrüsten von fehlenden Naßzellen
  - Ansprüche an Ausstattungsstandards
  
- 1.2 **Leistungsmehrung in der Medizin, medizintechnische Neuentwicklungen**
  - neue Krankheitsbilder
  - neue Diagnose- und Therapieverfahren
  
- 1.3 **Bauaufsichtliche Forderungen/Veränderte bzw. neue Vorschriften**
  - Sicherheitsaspekte wie fehlende Treppenhäuser, Brandschutz
  - hygienische Anforderungen wie z. B. Raumlufttechnik
  - neue Vorschriften wie VDE-Bestimmungen, AMEV-Empfehlungen, Bauordnung usw.
  
- 1.4 **Technischer Anlagenzustand**
  - Energiemehrbedarf/Unterdimensionierung der Versorgungszentralen
  - Reparaturbedürftigkeit, abgängige Anlagen
  - nicht mehr zulässige Netzsysteme
  - unzulässige Schutzmaßnahmen

Die vorgenannten Fakten bedeuten in der Regel Ergänzungen des Bauvolumens in Form von Erweiterungsgebäuden oder Umbauten mit Nutzungsänderungen innerhalb der bestehenden Bausubstanz.

Instandsetzung und Modernisierung (Standardanhebung) allein genügen in der Regel nicht. Eine Objektsanierung wird nur dann Erfolg haben, wenn sie sich nicht nur auf die Beseitigung von Mängeln beschränkt, sondern wenn sie das Krankenhaus auf den zeitgemäßen Stand bezüglich der medizinischen, medizintechnischen, bautechnischen und gesellschaftlichen Entwicklung befördert.

Betrachtet man die Standzeit der zentralen Betriebstechnik mit den zugehörigen Installationen, so ist hierfür eine Nutzungsdauer von 20 - 30 Jahren anzusetzen. Demgegenüber ist bei den tragenden Konstruktionen von einer Nutzungszeit bis zu 100 Jahren auszugehen. Bezogen auf die Gebäudestandzeit bedarf es somit eines ca. 3 - 4-fachen Modernisierungszyklusses bei den betriebstechnischen Gewerken.

Die unter Ziffer 1.1 und 1.2 genannten Fakten lösen einen größeren Flächenbedarf aus, der zu höherem Energiebedarf führt.

Nach heutigen Erkenntnissen werden für Untersuchungs- und Behandlungsflächen bis zu 27 % und für den Pflegebereich bis zu 46 % der Gesamtnutzfläche benötigt.

Sanierungsplanung muß letztlich bedeuten, daß nach Abschluß von Sanierungsmaßnahmen ein Standard erreicht sein soll, wie er bei Neubauten zugrunde gelegt wird.

## 2.0 Planungsvorbereitungen/Planungsablauf

### 2.1 Beauftragung/Vertrag

Zur Schaffung klarer Verhältnisse in Form von Leistung und Honorierung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer (Beratender Ingenieur) bedarf es einer vertraglichen Vereinbarung.

Grundlage eines Vertragswerkes ist die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI).

Zu erfassen sind die erforderlichen Grundleistungen und die besonderen Leistungen wie z. B. Bestandsaufnahmen, ferner Umbauzuschläge sowie die Nebenkostenregelung.

### 2.2 Bestandsaufnahme/Koordinierung

Da eine Objektsanierung in der Regel nur in Bauabschnitten und bei laufendem Betrieb abzuwickeln ist, bedarf es vor Beginn der Planung gründlichster Überlegungen und Abwägungen aller evtl. Konsequenzen zwischen Nutzer und allen Planungsbeteiligten.

Zwingend erforderlich ist es daher, sich im Vorfeld über die bestehende Bau- und Anlagensubstanz Klarheit zu verschaffen.

Als umsichtiger "Beratender Ingenieur" ist es hierbei unerlässlich, daß nicht nur das eigene Gewerk betrachtet wird, sondern daß in gleichem Maße auch die Belange der übrigen Planungsbeteiligten einbezogen werden. Eine systematisch angelegte Generalplanung für das gesamte Objekt muß daher am Anfang stehen.

### 2.3 Dokumentation

Da sich derartige Sanierungsplanungen bis zur Realisierung/Übergabe des Objektes im Regelfall in mehrere Bauabschnitte aufteilen und über Jahre hinziehen, sich ferner zwischenzeitlich Veränderungen als Übergangs- oder Ergänzungslösungen von bestehenden Funktionsstellen ergeben können, ist es sehr wichtig, daß die Ergebnisse der Bestandsaufnahmen, die Nutzervorgaben und die Vorplanung klar dokumentiert sind, so daß ein Gesamtplanungskonzept vorliegt. Auch hierdurch lassen sich evtl. später auftretende Diskrepanzen, Streitigkeiten u. a. m. vermeiden.

## 2.4 Leistungsbild nach HOAI, Teil IX (Technische Ausrüstung)

Der Gesamtplanungsablauf läßt sich in 3 Bereiche zusammenfassen:

- Grundlagenermittlung, Vor- und Entwurfsplanung (Genehmigungsplanung)
- Ausführungsplanung, Vorbereiten der Vergabe und Mitwirken bei der Vergabe
- Objektüberwachung und Objektbetreuung

Bei der Erarbeitung des ersten Bereiches - abschließend mit der Kostenberechnung - sind die vorgefundene Bau- und Anlagensubstanz mit den Ergebnissen aus der Bestandsaufnahme und dem Soll-Ist-Vergleich, die Programmvorgaben mit den nutzerspezifischen Anforderungen und Funktionsabläufen, die Wirtschaftlichkeitsüberlegungen und die zuständigen Vorschriften wie z. B. KhBauVO, EltBauVO, UVV (GUV), DIN, VDE, AMEV sowie die Marktsituation bezogen auf die Kosten zu berücksichtigen.

Die zwei nächsten Planungsschritte sind gemäß den vorgenannten Ergebnissen sowie den vereinbarten weiteren Planungs- und Bauablaufterminen durchzuführen.

## 2.5 Integrationskomponenten bei der Planung

Bereits während der Vorplanungsphase ist eine Integration aller Fakten zur wirtschaftlichen und ökologischen Verwirklichung des Objektes notwendig, wie:

- verbleibende Bausubstanz mit zukünftiger Nutzung
- Erweiterungsgebäude mit zukünftiger Nutzung
- Geschoßhöhen und Anbindungspunkte an Altbauten
- abgehängte Deckenhöhen (Installationsvolumen)
- Ausstattung und Einrichtung
- medizintechnische Anforderungen und Belange der technischen Ausrüstung
- Trassenführung der einzelnen Gewerke (GWA, HLW, RLT, ELT) unter Beachtung von Kreuzungen sowie Rohrquerschnitten einschl. Dämmung, Gefälle u. a. m.
- Brandschutzmaßnahmen

Insgesamt betrachtet bleibt festzustellen, daß Sanierungsplanung und Weiterentwicklung im Bestand aufgrund der baulichen Gegebenheiten und die darauf folgende Realisierung bei laufendem Betrieb komplexer, schwieriger und mit höheren Kosten verbunden ist sowie einen größeren Zeitaufwand erfordert, als die Abwicklung von Neubauten.

### 3.0 "Allgemeine elektrische Versorgung (AV)"

Die Grundanforderungen, die Verordnungen und die Vorschriften sind für Neubauten und Sanierungen im Prinzip gleich, d. h., die Gesamtanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- 3.1 Allgemeine Stromversorgung (AV) mit:
  - Mittelspannungs-Schaltanlage
  - Transformatoren
  - Niederspannungs-Hauptverteilung (NSHV)
- 3.2 Gebäudehauptverteilung (GHV), Bereichs-, Unter- und Gewerkeverteilungen
- 3.3 Übertragungsnetz/Hauptzuleitungskabel
- 3.4 Installationen  
mit Verlegesystemen, Leitungen, Abzweigdosen, Schalter, Leuchten und Steckdosen

Zusätzliche Versorgungseinrichtungen:

- 3.5 Sicherheits-Stromversorgung (SV)
- 3.6 Zusätzliche Sicherheits-Stromversorgung (ZSV)

Da in einem Krankenhaus ohne elektrische Energie fast nichts mehr betrieben wird und der Erfolg eines zu behandelnden Patienten auch sehr stark vom Einsatz hochwertiger Medizintechnik abhängt, bedarf es einer größtmöglichen Sicherheit bei der elektrischen Stromversorgung.

Unter dem Gesichtspunkt der sicherheitstechnischen Aspekte darf jedoch das Kosten-/ Nutzenverhältnis nicht ignoriert werden.

Für die Ausführung der Elektroanlagen im Krankenhaus ist neben der VDE 0100, VDE 0101 usw. die VDE 0107/11.1989 im besonderen Maße zu beachten.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Brandschutz. Hierbei geht es vorrangig um Sicherung der Fluchtwege, die Einfügung zusätzlicher Brand- und Rauchabschnitte sowie um die Abschottung von horizontalen und vertikalen Installationstrassen. Bei Überschreitung der zulässigen Brandlast von 7 kWh/m<sup>2</sup> in Rettungswegen sind besondere Maßnahmen zu treffen.

#### 3.1 Allgemeine Stromversorgung (AV)

Zur Versorgung eines Krankenhauses mit elektrischer Energie ist aufgrund des Leistungsbedarfs im Regelfall die Errichtung einer Mittelspannungs-Schaltanlage mit nachgeschalteten Transformatoren und eine NSHV erforderlich.

Diese Elektrozentrale sollte möglichst im Lastschwerpunkt einer Liegenschaft angeordnet werden, um möglichst kurze Niederspannungs-Zuleitungen zu erhalten, wodurch geringste Investitionskosten und wirtschaftliche Betriebskosten zu verzeichnen wären.

In der Praxis ist eine derartige Lösung jedoch kaum realisierbar, da die Elektrozentrale:

- zwecks natürlicher Wärmeabfuhr an einer Außenwand liegen sollte
- eine gute Zufahrtmöglichkeit haben sollte
- beim Einsatz von Öltransformatoren nicht mehr als - 4,0 m unter Gelände liegen darf
- aufgrund der großen elektrischen Ströme erhebliche magnetische Störfelder im Nahbereich verursacht
- möglichst die SV-Anlage (Generator mit Dieselmotor) beinhalten sollte

Der zweckmäßigste Standort einer Elektrozentrale ist sicherlich im Erdgeschoß eines Gebäudes und zwar an der Nord- oder Ostseite aufgrund der natürlichen Wärmeabfuhr.

Die Integration in ein separates Gebäude mit evtl. weiteren Einrichtungen wie z. B. Sauerstoff- und Druckluftzentrale bietet bei günstiger Platzierung gewisse Vorteile. Bei ungünstiger Lage zu Untersuchungs- und Behandlungsräumen können Beeinflussungen bei Messungen von Körperreaktionen mittels EKG- und EEG-Geräten bis zu deren Funktionsunfähigkeit eintreten.

Die Elektrozentrale ist mit einem Doppelboden zu versehen, damit die Flexibilität bei der Aufstellung der Schaltanlagen und den Kabelverbindungen gewährleistet bleibt. Die Höhe des Doppelbodens muß mindestens 80 cm betragen. Sie sollte räumlich so bemessen sein, daß Erweiterungsmöglichkeiten der technischen Einrichtungen bestehen.

Die Mittelspannungs-Schaltanlage ist in Abstimmung mit den örtlichen Energieversorgungsunternehmen (EVU) und nach VDE 0101/05.1989 zu errichten. Fabrikfertige Schrankeinheiten sollten eingesetzt werden. Sollten bestehende Anlagen nicht den Anforderungen der VDE 0101/05.1989, Abschnitt 4.4 entsprechen, so müssen sie bis zum 31. Oktober 2000 entsprechend angepaßt sein.

Die EVU-Einspeisung sollte möglichst über 2 Kabel als sogenannte Ringeinspeisung erfolgen.

Desweiteren sollten 2 Transformatoren aufgestellt werden. Hierdurch erhöht sich nicht nur die Versorgungssicherheit bei Ausfall eines Transformators sondern es besteht auch die Möglichkeit, Wartungsarbeiten an einem Transformator in Schwachlastzeiten durchzuführen ohne besondere Aufwendungen oder organisatorische Maßnahmen treffen zu müssen. Die Transformatoren sollten bis maximal 70 % belastet werden.

Obwohl Öltransformatoren zwar preislich günstiger sind als Trockentransformatoren sollten dennoch Trockentransformatoren bevorzugt eingesetzt werden, da sie nicht so wartungsintensiv sind und außerdem mögliche Brandgefahren reduziert werden. Die entstehenden Mehrkosten werden durch bauliche Einsparungen teilweise wieder kompensiert.

Die Errichtung der NSHV ist in TSK-Ausführung nach VDE 0660, Teil 500 vorzunehmen. Sie ist in Sammelschienenabschnitte für die AV- und die SV-Einspeisung(en) sowie deren Hauptabgänge zu unterteilen, wobei der AV- und der SV-Netzteil lichtbogensicher voneinander zu trennen sind.

Zwischen zwei Trafo-Einspeisungen mit Abgängen sollte zur Sammelschienenverbindung ein Kuppelschalter vorhanden sein.

Vorteilhaft und zweckmäßig ist weiterhin die Einrichtung eines Bypasses über einen Lastschalter zwischen der AV- und der SV-Sammelschiene.

Durch derartige Vorrichtungen ist ein bedingter Weiterbetrieb im Störungs- und Wartungsfall auf einfache Weise zu realisieren.

In den Trafo-Einspeisefeldern mit Leistungsschaltern sind Meßgeräte mit Momentan- und Maximumanzeige einschl. Schleppeizer einzubauen, um den elektrischen Leistungsbedarf der Liegenschaft jederzeit kontrollieren und dokumentieren zu können.

Sämtliche Hauptabgänge von der NSHV zu nachgeschalteten Verteilungen sollten über Leistungsschalter oder Lastschalter mit NH-Sicherungen und nicht über NH-Trenner erfolgen, um mögliche Unfallrisiken (z. B. durch Lichtbogen) zu minimieren; d. h. möglichst zu verhindern. Die NSHV sollte weiterhin über ca. 20 % Reserveabgänge verfügen.

Zur Entlastung des Niederspannungsnetzes von Blindleistungsanteilen ist in der Elektrozentrale eine selbsttätig regelnde Kompensationsanlage einzuplanen.

### 3.2 Gebäudehaupt-, Bereichs-, Unter- und Gewerkeverteiler

In Abhängigkeit der Liegenschaftsstruktur und der Wirtschaftlichkeit sollten Gebäudehauptverteiler (GHV) in zentralen Punkten angeordnet werden.

Gebäudehauptverteiler sind ebenfalls in TSK-Ausführung nach VDE 0660, Teil 500 zu errichten. Die Schrankeinheiten der AV- und SV-Versorgung sind lichtbogensicher zu trennen. Sammelschienen-Kuppelschalter sind hier nicht einzusetzen, da unkontrollierte Netzverbindungen entstehen könnten.

In den Einspeisungen sind zum Freischalten der Netze Hauptschalter vorzusehen.

Reserveabgänge sind auch hier in Höhe von 20 % vorzuhalten.

Bereichs- oder Unterverteilungen sind in TSK- oder PTSK-Ausführung zu errichten und über Hauptschalter freizuschalten. Schottungen sind innerhalb der Verteiler für die verschiedenen Versorgungsnetze (AV, SV, ZSV) vorzunehmen.

Um möglichst kurze Zuleitungen der Endstromkreise zu erhalten, ist die Anordnung von Unterverteilungen für abgegrenzte Bereiche/Brandabschnitte bzw. für Funktionsstellen unumgänglich. Alle Leitungsein- und -abgänge sind auf Klemmen zu führen. Es sind getrennte Stromkreise für Beleuchtung, Steckdosen und für Verbraucher ab 2 KW vorzusehen.

Verteilungen zur Versorgung von Funktionsstellen/-einheiten der Anwendungsgruppe 2 sind über 2 Leitungen (erste und zweite Leitung) mit automatischen Umschalteneinrichtungen einzuspeisen. Die abgehenden Stromkreise der IT-Netze sind alppolig über 2-polige Leitungsschutzschalter abzuschalten. Bei der Zuordnung/Anzahl der FI-Schutzschalter sind die nachgeschalteten Kapazitäten bedingt durch das Netz, Leuchten und Geräte zu beachten.

Die für das IT-Netz notwendigen Trenntransformatoren nach VDE 0551, Teil 1/09.1989 mit Leistungen von 3,15 KVA bis max. 8,0 KVA sollten in getrennten Stahlblech-Schrankverteilungen montiert werden. Die Schränke sind mit Zu- und Abluftöffnungen zu versehen. Die Notwendigkeit einer mechanischen Abluftanlage ist zu prüfen.

Da die Montage von Verteilungen aufgrund ihrer Brandlasten gemäß Bauordnung in Verkehrswegen nicht zulässig ist, sind sie in separaten Räumen aufzustellen. Verteilungen für medizinisch genutzte Räume sind außerhalb dieser anzuordnen, müssen jedoch vom dort tätigen unterwiesenen medizinischen Personal im Fall einer Störung leicht zugänglich sein.

Um eine Beeinflussung der medizintechnischen Geräte durch magnetische Störfelder zu vermeiden, sind die notwendigen Mindestabstände der Verteilungen von diesen Funktionsstellen zwingend einzuhalten

### 3.3 Übertragungsnetz/Hauptzuleitungskabel

Nach VDE 0107/11.1989 dürfen ab der NSHV keine PEN-Leiter verwendet werden, so daß generell TN-S-Netze aufzubauen sind. Dies bedeutet, daß der Schutzleiter bereits in den Hauptzuleitungskabeln getrennt mitgeführt werden muß. Zu verwenden sind folglich 5 bzw. 4 ½-Leiter-Kabel je nach benötigtem Querschnitt.

Bei der Netzplanung sind 3 Beurteilungskriterien zu berücksichtigen, und zwar die Versorgungssicherheit, die Spannungskonstanz und die Selektivität bei Störungen.

Für die AV-, SV- und ZSV-berechtigten Verbraucher sind getrennte Netze aufzubauen. Um den steigenden Energiebedarf mittelfristig ohne Nachinstallation auffangen zu können, empfiehlt es sich, die Dimensionierung der Zuleitungs-Kabelquerschnitte nach der installierten Leistung bei der Erstplanung vorzunehmen. Zum anderen ergeben sich die Kabelquerschnitte aus der Kurzschlußberechnung nach Ziffer 5.8.3 der VDE 0107, in der die selektive Auslösung der Schutzorgane innerhalb von 5 Sek. beim Fließen des kleinsten Kurzschlußstromes gefordert ist.

Zu den Verteilern der Funktionsstellen/-einheiten der Anwendungsgruppe 2 (z. B. OP's) sind als Einspeisung ab der GHV zwei Kabel (erste und zweite Leitung) zu verlegen, die mit selbsttätigen Umschalteneinrichtungen versehen sein müssen. Die "erste" Leitung muß von der SV-Schiene und die "zweite" Leitung von der AV-Schiene der GHV abzweigen.

Besonders zu beachten ist generell die sichere Verlegung der Kabel für das SV- und ZSV-Netz, d. h. die zu verlegenden Kabel sind auf getrennten Trassen zu führen und so zu behandeln, daß sie im Brandfall eine Versorgungssicherheit von mindestens 90 Minuten gewährleisten.

Da eine F 90-Ummantelung derartiger Kabel aufgrund der Installationsdichte sehr aufwendig und kostenträchtig sein kann, ist zu überlegen und abzuwägen, ob die Verwendung von Kabeln mit Funktionserhalt für 90 Minuten nicht evtl. wirtschaftlicher ist.

Für Verbraucher mit hohem Leistungsbedarf und/oder hohen Anlaufströmen wie z. B. die Küche, die Klimaanlage, die Aufzüge, die Röntgengeräte u. dergl. sollten die Versorgungskabel direkt von der NSHV zu den jeweiligen Gewerkeschränken verlegt werden.

Weitere Unterverteilungen zur Versorgung der Beleuchtung, kleinerer Verbraucher, Steckdosen usw. werden wirtschaftlich betrachtet von den Gebäude-Hauptverteilungen eingespeist.

Die Verlegung der Hauptzuleitungskabel für die verschiedenen Netze erfolgt innerhalb der Gebäude zweckmäßigerweise auf getrennten Verlegesystemen in Form von Kabelrinnen als Haupttrassen, die so dimensioniert sein sollten, daß Nachrüstungen möglich sind. Der jeweilige Trassenverlauf sollte so gewählt werden, daß eine leichte Montage und eine einfache Nachinstallation gegeben ist. Dies bedeutet in der Regel, daß sich die

Trassen in Rettungswegen befinden, in denen nur eine Brandlast von max. 7 KWh/m<sup>2</sup> bei PVC-umhüllten und 14 KWh/m<sup>2</sup> bei halogenfreien Kabeln zulässig ist.

Abstimmungen über zu treffende Brandschutzmaßnahmen sind daher bereits in der Vorplanungsphase mit den zuständigen Behörden (vorbeugender Brandschutz/Feuerwehr) zwingend notwendig.

Außerhalb der Gebäude sind die AV- und die SV-Kabel im Erdreich mit einem Mindestabstand von 2,0 m zu verlegen.

### 3.4 Installation

Für die Installation der Beleuchtungsanlage sowie die sonstigen kleineren Verbraucher und die flexiblen Anschlüsse über Steckdosen gilt ebenfalls die VDE 0100 usw. und besonders die VDE 0107/11.1989.

Sie unterscheidet die Rauminstallation in 3 Anwendungsgruppen.

- Gruppe 0 z. B. Bettenräume ohne Anwendung elektromedizinischer Geräte
- Gruppe 1 z. B. Bettenräume mit Anwendung elektromedizinischer Geräte, Dialyseräume usw.
- Gruppe 2 z. B. Operationsräume u. dergl.

In Funktionsstellen der Anwendungsgruppen 0 und 1 wird in der Regel Mantelleitung (NYM oder NYY) als Leitungsmaterial verwendet.

In Funktionseinheiten der Anwendungsgruppe 2 werden dagegen abgeschirmte Kabel und Leitungen (Ölmass-CY, NYCY, NYKY-J oder NYM(StJ)) eingesetzt.

Ausreichend dimensionierte Verlegesysteme (Kabelrinnen) in den Haupttrassen bieten eine kostengünstige Installation für Kabel und Leitungen.

Wie bereits unter Ziffer 3.3 erwähnt, ist darauf zu beachten, daß eine Trennung zwischen den Netzen der AV-, SV- und ZSV-Verbraucher vorgenommen wird und bei einer Montage der Verlegesysteme innerhalb der Flure (Rettungswege), wodurch eine preisgünstige Erstinstallation und eine einfachere Nachinstallation gegeben ist, hinsichtlich des Brandschutzes bei Überschreitung der Brandlast von 7 KWh/m<sup>2</sup> Zusatzmaßnahmen zu treffen sind. Hinsichtlich der Brandlasten ist auf den Einsatz von PVC-Kanälen so weit wie möglich zu verzichten.

Die Anzahl der Stromkreise für Beleuchtung und Steckdosen sollte nach sicherheitstechnischen Überlegungen und unter Berücksichtigung der VDE 0100/11.1985, Teil 300 sowie VDE 0107/11.1989 ausgelegt werden.

In den Pflegebereichen, in denen der Betrieb einer Leuchte je Pflegezimmer über das SV-Netz vorgegeben ist, sollten maximal 3 Zimmer an einen Stromkreis angeschlossen werden.

In den Funktionsstellen der Anwendungsgruppen 1 und 2 sowie in Rettungswegen sind die Leuchten gemäß VDE 0107 auf 2 Stromkreise und Schaltgruppen aufzuteilen. Energiekosteneinsparungen können dadurch erreicht werden, daß zu bestimmten Zeiten in den Verkehrswegen nur eine Schaltgruppe betrieben wird. Die zweite Schaltgruppe sollte nur von zentraler Stelle aktiviert werden können.

Für flexible Anschlüsse in Räumen der Anwendungsgruppe 0 und 1 sollten maximal 6 bis 8 Schukosteckdosen an einen Stromkreis angeschlossen sein. In Räumen der Anwendungsgruppe 2 sollte die Anzahl je Stromkreis nicht mehr als 4 Schukosteckdosen betragen.

Um eine wirtschaftliche Installation in den Pflegezimmern zu erreichen, sollten fabrikfertige Systeme mit integrierter Beleuchtung sowie Steckdosen usw. eingesetzt werden. In Funktionsstellen wie Verwaltung, Labor oder dergl. sollten zur Aufnahme von Steckdosen usw. entsprechend dimensionierte Brüstungskanäle vorgesehen werden, in die auch Anschlußeinheiten für die I- und K-Systeme eingesetzt werden können.

Um eine schnelle Wiederbereitschaft eines Stromkreises im Störfall in den Funktionseinheiten der Anwendungsgruppe 2 zu erhalten, ist eine deutliche Beschriftung z. B. auf den Steckdosen und innerhalb der Verteilungen zweckmäßig.

Der Thematik "Schutz gegen gefährliche Körperströme" nach VDE 0100 und VDE 0107 ist bei der Planung und Ausführung besondere Sorgfalt zu widmen, da in diesem Punkt nicht nur die Betriebs- und Versorgungssicherheit sondern vor allem der Schutz von Patienten und Personal im Vordergrund steht.

In den verschiedenen Anwendungsgruppen sind folgende Schutzmaßnahmen auszuführen:

- Gruppe 0    Abschaltung durch Überstromschutzorgane
- Gruppe 1    Abschaltung durch Überstromschutzorgane, Schutz durch Meldung mit Isolationsüberwachung im IT-Netz und Schutzkleinspannung (25 Volt)
- Gruppe 2    FI-Schutzschaltung, Schutz durch Meldung mit Isolationsüberwachung im IT-Netz und Schutzkleinspannung (25 Volt)

Neben dem allgemeinen Potentialausgleich nach VDE 0100 ist in Räumen der Anwendungsgruppen 1 und 2 ein zusätzlicher Potentialausgleich nach VDE 0107 durchzuführen. In den Potentialausgleich sind alle metallisch leitenden Teile innerhalb des Gebäudes einzubeziehen. Die leitfähigen Umhüllungen der Leitungen in den Räumen der Anwendungsgruppe 2 sind einseitig an den Potentialausgleich anzuschließen.

Die Potentialausgleichsleiter sind von einem für eine Funktionseinheit zuständigen zentralen Anschlußpunkt sternförmig zu den einzelnen Anschlußstellen zu verlegen und dort zu verbinden. Die Anschlüsse sind so herzustellen, daß keine Schleifenbildung im Netz entsteht.

Ergänzend zum Potentialausgleich ist der äußere und innere Blitzschutz in die Gesamtschutzmaßnahme mit einzubeziehen.

#### Schlußbemerkung

Die "Beratenden Ingenieure" sollten sich gemeinsam mit allen Planungsbeteiligten bei der übernommenen Planungsaufgabe in technischer, wirtschaftlicher und ethischer Hinsicht gegenüber den Sicherheitsbedürfnissen eines Krankenhauses zum Wohle des Patienten und des gesamten Personals stets ihrer Verantwortung bewußt sein.

#### Literaturhinweis

- (1)    VDE 0100/05.1973  
      mit allen Folgeteilen
- (2)    VDE 0101/05.1989
- (3)    VDE 0107/11.1989  
      und Beiblatt zu VDE 0107/11.1989
- (4)    VDE 0551/09.1989
- (5)    VDE 0660, Teil 500/04.1991

Ber. Ing. Ernst Schaper VDI, VBI  
Fössestraße 20  
30926 Seelze/Harenberg

**Elektro-Bau:**  
**Aus dem Tagebuch eines Installationsfachbetriebes**

**H. Ziese mer, Hannover**

---

**1. Allgemeines**

Die Betreuung - Beratung - Planung - Installation und Service von im Betrieb befindlichen Krankenhäusern gestaltet sich in den letzten Jahren zunehmend schwieriger.

Durch die angespannte Haushaltssituation fallen Entscheidungen zur Bereitstellung von Investitionsmitteln für notwendige Modernisierungen, Erweiterungen und Umbauten sehr spät und müssen dann in kürzester Frist, während des laufenden Krankenhausbetriebes, realisiert werden.

Denn Operationsräume, Intensivstationen, Herzkatheterlabore, CT-Räume u.a. müssen für die Aufnahme von Notfällen und aus wirtschaftlichen Gründen immer betriebsbereit bleiben bzw. dürfen nur für die Herstellung von Provisorien abgeschaltet werden.

Der Terminkampf um jede Stunde gehört heute zum Alltag des Elektro-Installateurs im Krankenhaus und umfaßt folgende Probleme:

- fehlende Zeit für technische Ausarbeitung
- Anpassung an alte Techniken
- fehlende oder mangelhafte Bestandsunterlagen
- lange Lieferzeiten der krankenhausspezifischen Materialien
- massiver Personaleinsatz mit hohen Überstundenanteilen
- gleichzeitiger Einsatz vieler Gewerke auf engem Raum
- Fehlersuche der Fremdeinwirkungen festgestellt bei den Schlußmessungen

Nur mit großem persönlichen Einsatz aller Beteiligten lassen sich die vorgenannten Probleme meistern.

**2. Personal**

Für die Anforderungen im täglichen Einsatz in der Krankenhaustechnik ist es erforderlich, das eingesetzte Personal laufend über Neuerungen zu informieren und zu schulen.

Außerdem müssen Schnittstellen in Anlagen, erstellt nach heute überholten VDE-Richtlinien, diskutiert werden, deren Anbindung oder Ersatz bei fehlenden Bestandsunterlagen oder Verkabelung nach altem Farbcode besonders schwierig sind.

Die Sensibilisierung der Monteure für genaueste Messungen und Beachtung von Fehlerursachen unterliegt einem ständigen Prozeß.

### 3. Problemfälle aus der Praxis

#### 3.1 Ableitfähige Fußböden

Die Sauberkeit im Krankenhaus spielt eine besondere Rolle. Allerdings wird zu viel getan, wenn ableitfähige Fußböden mit Bohnerwachs auf Hochglanz gebracht werden.

Kontrollmessungen zeigen immer wieder, daß mit nicht geeigneten Reinigungsmethoden die erforderlichen und bei Inbetriebnahme nachgewiesenen Ableitwerte nicht mehr erreicht werden.

Die Folge kann eine Erneuerung des gesamten Fußbodens sein.

#### 3.2 Reparatur und Überholung des Ersatzstromerzeugers

Nach vielen Gesprächen mit Krankenhausleitungen und technischem Personal ist eine Sensibilisierung für besondere Sicherheitsvorkehrungen erkennbar. Besonders bei einer größeren Reparatur des Ersatzstromerzeugers, die evtl. 1 - 3 Tage dauert, ist das Risiko der Außer-Betrieb-Setzung zu groß.

Ein Patentrezept gibt es leider nicht, da das technisch machbare nicht immer finanzierbar ist. In erster Linie hängt dies von den örtlichen Unterbringungen der verschiedenen Anlagenteile ab.

#### 3.3 Festgestellte Fehler bei Überprüfungen

- zu hohe Schleifen- und Übergangswiderstände  
Ursache: zu lange Kabel oder Leitungslängen, Querschnitt zu gering und lockere Anschlußschrauben.
- fehlende PA-Anschlüsse  
Ursache: Nachträglich eingebaute V2A-Regalsysteme oder Schränke, massive statt flexible Anschlüsse an beweglichen Geräten und wenn beim Austausch von festeingebauten Geräten vergessen wurde, den vorhandenen Anschluß wieder zu befestigen.
- häufig auslösende FI-Schutzschalter bei gemischten Beleuchtungs- und Steckdosenstromkreisen  
Ursache: Anzahl der Leuchtstofflampen zu hoch, Leitungslängen teilweise zu lang, Isolationsfehler der Vorschaltgeräte

- bei der Betätigung der Prüftaste des FI-Schalters  
Auslösung  
Ursache: mechanische Teile verharzt oder bei Verwendung von 4-pol. FI-Schaltern im Wechselstromnetz den Außenleiter nicht im Strompfad des Prüf-widerstandes verdrahtet.
- festsitzende Schütze und Kleinrelais in Sammelstöranlagen  
Ursache: Schütze und Relais werden ohne Luftspalt auf der gesamten Breite der Verteiler montiert.
- Stromkreisbezeichnungen und Zielbezeichnungen stimmen nicht mit dem Ist-Zustand überein oder fehlen ganz  
Ursache: Planungsunterlagen wurden ohne Korrektur übernommen oder nach Sanierungsarbeiten nicht ergänzt.

### 3.4 Netzausfall eines IT-Stromkreises im OP während einer Operation

Während eines chirurgischen Eingriffes fielen plötzlich drei Steckdosen des IT-Netzes einer Versorgungsampel aus.

Durch das schnelle Eingreifen eines zufällig in der Nähe anwesenden Service-Technikers konnte der Schaden schnell behoben werden.

Eine Überprüfung der Anlage ergab zu aller Überraschung, daß der Kurzschluß durch eine Bohnermaschine ausgelöst wurde.

Ein Patientenflur führte am OP-Trakt vorbei, und 2 Steckdosen des Flures waren über einen Rangierverteiler auf dem Stromkreis des IT-Netzes verdrahtet.

Glück für Patienten und Ärzte, daß bisher noch nie etwas passiert war, denn die fehlerhafte Anlage war schon 4 Jahre in Betrieb.

### 3.5 Rauchentwicklung im OP-Flur durch Laser

Ohne Wissen der Technischen Leitung einer Klinik wurde ein neues Lasergerät in einem Ambulanz-Operationssaal betrieben. Es trat extreme Rauch- und Geruchsentwicklung durch einen überlasteten Trenntransformator auf.

Nach Auskunft der Ärzte hatten sie ohne Bedenken dieses Gerät an die grün gekennzeichneten Steckdosen (IT-SV-Netz) anzuschließen, da nach Information der Vertreter dieses Gerätes der Betrieb an allem Steckdosen möglich sei.

Der vorgeschaltete IT-Netz-Transformator von 3,15 kVA wurde mit dem Lasergerät 3,6 kVA überlastet, eine Lastüberwachung der (AEV) SV und (BEV) ZSV war nicht installiert.

#### 4. Schlußbetrachtung

Viele kleine Probleme und große Schwierigkeiten begleiten die Arbeit des Elektro-Installateurs im Krankenhaus. Der ständige Dialog darüber mit Nutzer, Planer und Krankenhaus-techniker bewirkt das Abstellen eingefahrener, aber mit Fehlern behafteter Organisationen und die bessere Vorbereitung eines sicheren Krankenhausbetriebes.

Wenn die Zusammenarbeit aller Beteiligten noch intensiver betrieben wird, werden in der Zukunft Anlagen entstehen, die den Service-Technikern ein Instrumentarium in die Hand geben, die monatliche - 1/2 jährliche - jährliche oder 2 jährliche Wiederholungsprüfungen durchzuführen.

Damit würde der Katalog der - durchaus vorhandenen - positiven Erfahrungen des Installateurs, der hier nicht Bestandteil des Tagebuchauszuges war, erheblich erweitert werden.

Hannover, Juni 1993

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- DIN VDE 0107/6.81 Errichten und Prüfen von elektrischen Anlagen in medizinisch genutzten Räumen.
- DIN VDE 0107/11.89 Starkstromanlagen in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern
- DIN VDE 0100/Teil 600 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V Erstprüfungen
- DIN 0105/Teil,1 Wiederkehrende Prüfungen
- DIN 51953 Ableitwiderstand von leitfähigen Fußböden in Anlehnung an DIN 51953
- DIN VDE 0107/Beibl. 1 Pkt. 7.4.2.2.2 Minimum und Maximumwerte für ableitfähigen Fußboden

Verfasser: H. Zieseimer  
Fa. ELEKTRO-BAU HANNOVER

# Beleuchtung von Räumen des Gesundheitswesens

Hans-Joachim Richter

Medizinischer und technischer Fortschritt haben das Gesundheitswesen in den letzten Jahren nachhaltig beeinflusst. Der Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft stellt neue Anforderungen an Architektur und Technik – auch an die Beleuchtungstechnik.

Sehen wir uns den deutschen Krankenhausbau in der Statistik an: 1982 kostete ein Krankenhaus 300 TDM je Bett und damit 6mal mehr als 20 Jahre zuvor. Hätte man jedoch nur die gleiche technische und räumliche Ausstattung realisiert wie 1962, wären die Kosten nur um den Faktor 3 gestiegen.

Ähnlich verhält es sich mit den Brutto-Geschoßflächen je Krankbett. Diese sind von 1955 bis 1982 um fast das Doppelte gestiegen und betragen 1982 75–80 m<sup>2</sup> je Bett, in Sonderkliniken sogar über 90 m<sup>2</sup>. Diese Steigerungen sind sicher eine Folge der Ausweitung der Apparatedizin und der gestiegenen Ansprüche von Medizinern, Patienten und Besuchern auf bessere Arbeitsbedingungen, auf größere und besser ausgestattete Räume und auf mehr Humanität im Krankenhaus.

Aus der Wachstation der mittleren 60er Jahre wurde eine Intensivstation mit einem 3- bis 4fachen Flächenbedarf, die sich im Gegensatz zu damals nicht nur in den prä- und postoperativen Bereichen befindet, sondern jetzt Bestandteil des Pflege-

bereichs geworden ist. Während 1970 nur an etwa 2% aller Krankenhausbetten eine Intensivpflege und -behandlung möglich war, sind heute oft mehr als 10%, in Sonderfällen sogar 20% der Betten eines Hauses mit erhöhter apparativer Ausstattung versehen.

Die ständig steigende Zahl der Nierenerkrankungen – auch als Folge unseres Wohlstandes – machen die Einrichtung spezieller, meist ambulant betriebener Dialysestationen mit besonderer technischer Ausstattung notwendig.

Etwa 50% der deutschen Krankenhäuser wurden vor 1940 gebaut und davon wiederum die Hälfte vor 1914, d. h. vor mehr als 75 Jahren. Die andere Hälfte heutiger Krankenhäuser stammt aus der Zeit nach 1950. Fachleute sagen, daß sich der Krankenhausbaukörper nach 60 Jahren verzehre, haustechnische Anlagen nach 30 bis 40 Jahren veraltet seien und der Innenausbau wegen veränderter Funktionsabläufe und veränderter medizinischer Einrichtungen nur eine Lebenserwartung von 10 bis 12 Jahren habe, die bei medizinischen Geräten wegen des rasanten Fortschritts zum Teil auf weit weniger als 10 Jahre zu schätzen sei.

Alte Bausubstanz, kurzlebige Anlagegüter und hochwertige Medizintechnik sowie zunehmender sozialer Fortschritt für das behandelnde Personal und mehr Anspruchsdenken bei Patienten und Besuchern summieren sich zu einem Sanierungspaket für das deutsche Krankenhaus, das mit hohen Kostenbelastungen verbunden ist.

---

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Richter  
TRILUX-LENZE GmbH + Co KG,  
59753 Arnsberg · Stadtteil Hüsten

Handlungsbedarf für Erneuerungen liegt nach Meinung der Experten in den Bereichen

- Intensivmedizin und den Operationsanlagen,
- Brandschutz und Energieeinsparung,
- Logistik und elektronische Datenverarbeitung,
- Humanisierung des Krankenhauses.

Die Realisierung dieser aktuellen Aufgaben muß vor dem Hintergrund mangelnder Finanzausstattung des deutschen Gesundheitswesens erfolgen.

Zu allen diesen Punkten kann die Beleuchtungstechnik ihren konstruktiven Anteil beitragen – in einem Fall mehr, im anderen Fall weniger.

Als der Fachnormenausschuß Lichttechnik (FNL 4.3) im Deutschen Institut für Normung e.V. begann, die aus dem Jahr 1974 stammende Norm DIN 5035 Blatt 3 zu überarbeiten, lagen hinreichende Erfahrungen mit der ersten gesonderten DIN-Norm über »Spezielle Anforderungen an die Beleuchtung in Krankenhäusern« vor. Neue Erkenntnisse in der Operationsraumbeleuchtung, die Ausweitung der Intensivmedizin auch auf den pflegerischen Bereich, neue Festlegungen zur Sicherheitsbeleuchtung und die Forderung der Menschen nach dem humanen Krankenhaus und darauf abgestimmte neue Baukonzepte ergaben hinreichenden Anlaß für die Aktualisierung dieser Norm. Schließlich mußten die neuen Werte gemäß DIN 5035 Teil 1 vom September 1979, insbesondere die aufgrund internationaler Festlegungen neu definierten Stufen der Nennbeleuchtungsstärke, in die Norm eingebracht werden.

Die Norm DIN 5035 Teil 3 »Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht – Beleuchtung in Krankenhäusern« erschien im September 1988 im Weißdruck, leider ohne den vom FNL angestrebten Einvernehmungsvermerk der Deutschen Krankenhausgesellschaft, dem Bundesverband der Krankenhausträger der Bundesrepublik Deutschland.

Der Strukturwandel im Deutschen Kran-

kenhaus wird in der neuen Norm durch die Formulierung relevant: »Die optimale Erfüllung gegensätzlicher Ansprüche ist durch die Installation mehrerer Beleuchtungssysteme möglich und sollte im Hinblick auf die Humanisierung und Rationalisierung des Krankenhausbetriebes angestrebt werden.« Nachfolgend werden die wichtigsten Festlegungen in der neuen Norm DIN 5035 Teil 3, die sinngemäß auf alle Räume des Gesundheitswesens, auch auf Arztpraxen, anzuwenden ist, dargestellt.

### **Bettenräume**

Die Beleuchtung der Bettenräume soll einerseits dem Wohlbefinden der Patienten dienen, andererseits soll sie Untersuchungen und Behandlungen ermöglichen. Diese Anforderungen können nur durch entsprechend differenzierte Beleuchtungsanlagen erfüllt werden.

Eine wohnliche und angenehme Atmosphäre des Bettenraumes wird durch dessen farbliche Gestaltung, die an die Stelle des früher üblichen und als zu steril und fremd abgelehnten »Weiß« tritt, und durch eine behagliche Ausstattung unterstützt.

#### **○ Allgemeinbeleuchtung**

Die Nennbeleuchtungsstärke soll 100 lx betragen und durch Art und Gleichmäßigkeit den wohnlichen Charakter des Raumes fördern.

Störungen der Patienten durch zu hohe Leuchtdichten wurden durch verschärfte Bedingungen eingegrenzt: Die maximale Deckenleuchtdichte darf 500 cd/m<sup>2</sup> nicht überschreiten, die von dem im Bett liegenden Patienten wahrgenommenen mittleren Leuchtdichten der Leuchten dürfen 1000 cd/m<sup>2</sup> nicht überschreiten.

#### **○ Lesebeleuchtung**

Die Nennbeleuchtungsstärke von 200 lx gilt im Gegensatz zur früheren Norm – die dafür einen einzelnen Meßpunkt definiert hat – nun für eine Leseebene bestimmter Größe und Lage. Damit soll die Einhaltung der Güte Merkmale der Beleuchtung in einem größeren Bereich und damit er-

müdfungsfreies Lesen bei verschiedener Lage im Bett sichergestellt werden. Um Blendung in Mehrbetträumen zu vermeiden, darf die Leuchtdichte der Leseleuchten im Umblickfeld des Patienten  $1000 \text{ cd/m}^2$  nicht überschreiten. Für meßtechnische Nachweise ist das Umblickfeld als die Gesamtheit aller Punkte definiert, die vom horizontal liegenden Patienten mit ruhendem Körper, bewegtem Kopf und bewegten Augen fixiert werden können. Bewegliche Leseleuchten müssen wegen dieser Festlegungen eine Begrenzung ihres Bewegungsbereiches aufweisen. Außerdem mußte bei diesen Leuchten das Bewertungsfeld für die Nennbeleuchtungsstärke mit Rücksicht auf die Einhaltung der vorrangigen Blendungsbegrenzung auf  $\frac{1}{2}$  eingeengt werden.

○ *Beleuchtung für Untersuchungen und Behandlungen*

Auf der Längsachse des Bettes in 0,15 m über der Liegeebene soll eine horizontale Nennbeleuchtungsstärke von 300 lx ein-

schließlich der Allgemeinbeleuchtung herrschen. Der Minimalwert darf 150 lx nicht unterschreiten.

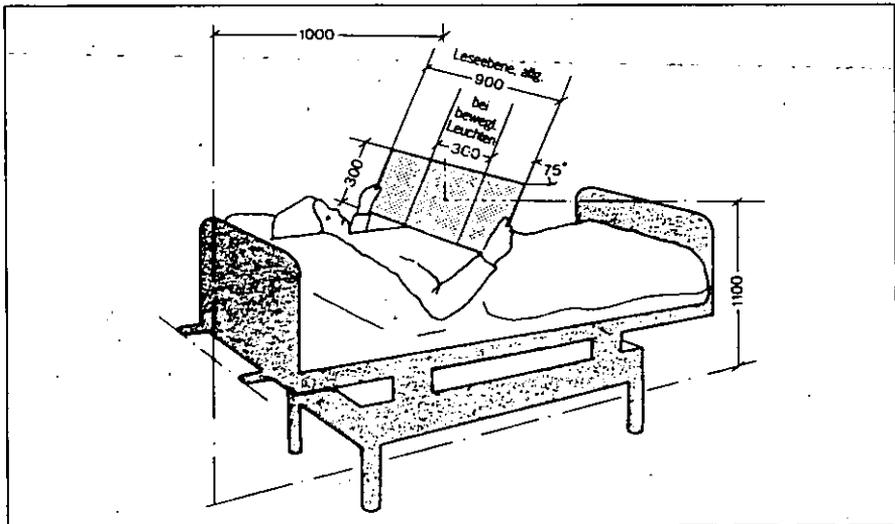
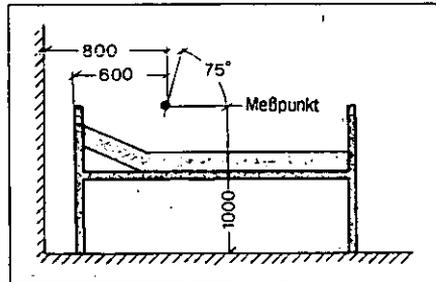
○ *Übersichtsbeleuchtung*

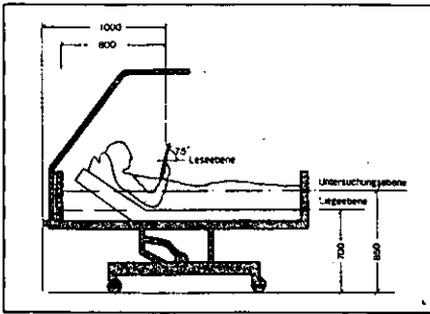
Diese Beleuchtung von etwa 5 lx soll ein Zurechtfinden des Pflegepersonals und eine Beobachtung der Patienten ermöglichen. Sie ist bedarfsweise einzuschalten.

○ *Orientierungsbeleuchtung*

Die Orientierungsbeleuchtung soll das Zurechtfinden der Patienten im Raum während der Nachtstunden ermöglichen und Stolpergefahren verhindern. Einzeleuchten unterhalb der Bettenebene – bevorzugt nahe der Tür – sind dafür üblich.

**1 Definition der Meßebe (1988) und des Meßpunktes (1974) für die Lesebeleuchtung**





## 2 Horizontale Bewertungsebenen für die Beleuchtung von Bettenräumen

### Untersuchungsräume

In vielen speziellen Untersuchungsräumen muß das Beleuchtungsniveau entsprechend der jeweiligen Untersuchungsmethode – z. B. durch schalt- oder steuerbare Beleuchtungsanlagen – angepaßt werden können. Dies gilt insbesondere für endoskopische Untersuchungen und für Untersuchungsräume der Augen- und Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Bei der Beleuchtung von röntgenologischen Untersuchungsräumen konnte auf besondere Festlegungen für die direkte Bildschirmbeobachtung mit älteren kontrastschwachen Systemen verzichtet werden. Direkte Betrachtungen mit Monitoren moderner Bauart erfordern eine Reduzierung der Beleuchtungsstärke nur auf etwa 10 bis 30 lx. Besondere Lichtfarben sind dabei nicht mehr erforderlich.

In Räumen für dermatologische Untersuchungen ist besonderer Wert auf gute Farbwiedergabe zu legen. Ein allgemeiner Farbwiedergabeindex von über 90 muß erreicht werden. Bewährt hat sich die tagelichtweiße Lichtfarbe mit 5000 K bis 5500 K.

Neuzeitliche Mikroprozessorsysteme sind aus der medizinischen Diagnostik und Therapie nicht mehr wegzudenken. Pathologische Befunde bei z. B. Gefäßerkrankungen werden durch die Digitale Subtraktionsangiographie und z. B. Gewebeveränderungen durch Anwendung der Sonographie in der Ultraschalldiagnostik

sichtbar. Bildschirmgerechte Beleuchtung, die störende und zu Fehldiagnosen führende Reflexblendung vermeidet, ist auch in solchen medizinischen Räumen erforderlich.

### Räume der Intensivmedizin

Die überarbeitete Norm DIN 5035 Teil 3 wird der Ausweitung dieses Bereiches in besonderer Weise gerecht. Die Beleuchtung der Räume der Intensivmedizin muß in erster Linie die Behandlung und ständige Überwachung der Patienten unterstützen. Im Notfall sind auch operative Eingriffe notwendig. Die Beleuchtung muß die dabei auftretenden Sehbedingungen ebenfalls ermöglichen. Für Patienten, die sich in Räumen der Intensivmedizin zur Beobachtung befinden, wie z. B. bei Infarktgefährdung, ist eine Behaglichkeitsbeleuchtung ähnlich den Bettenräumen zur Unterstützung des Genesungsprozesses unerlässlich. Detaillierte Festlegungen darüber und über die Behandlungs-, Untersuchungs- und Überwachungsbeleuchtung sind ebenfalls in das Normwerk aufgenommen.

Neue Empfehlungen über die Beleuchtung von Dialysestationen werden den zunehmenden Erkrankungen an Niereninsuffizienzen und den bei der Behandlung auftretenden Schaufgaben von Personal und Patient gerecht.

### Operationsräume

Die Beleuchtung von Operationsräumen muß stets im Zusammenhang mit dem eigentlichen chirurgischen Eingriff gesehen werden. Um Adaptationsstörungen durch zu hohe Leuchtdichteunterschiede zwischen dem eigentlichen Operationsfeld und dem Umfeld zu vermeiden, soll in einem Bereich von 3 m x 3 m um den OP-Tisch eine erhöhte Allgemeinbeleuchtung eingerichtet werden, für die eine Nennbeleuchtungsstärke von 2000 lx anzustreben ist. Die hohe Konzentration von medizinischen Versorgungs- und Überwachungsgeräten nahe des OP-Tisches und die bis zu reinraumtechnischen Kriterien gesteiger-

ten Anforderungen an die Lufthygiene im Operationsumfeld können die für die Beleuchtung verfügbaren Deckenflächen merklich einengen. Mit Rücksicht darauf wurde auf einen festen Wert für die Umfeldbeleuchtung verzichtet.

Die Lichtfarbe der Allgemeinbeleuchtung soll derjenigen des OP-Feldes weitgehend entsprechen.

Aufgrund neuer Erkenntnisse über die Operationsfeldbeleuchtung wurden gegenüber der Vorgängernorm weitergehende Festlegungen getroffen, und zwar über

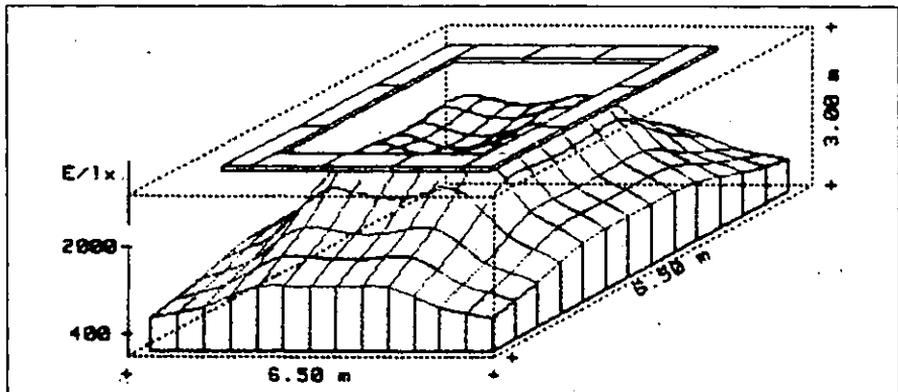
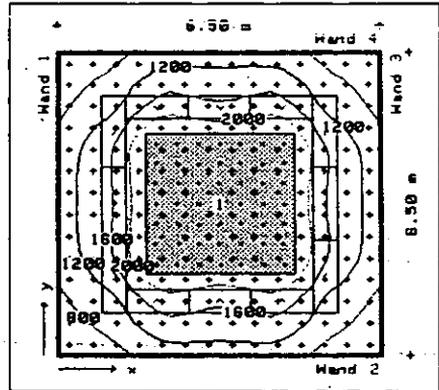
- die Beleuchtungsstärke (bis 100 000 lx),
- die Größe des ausgeleuchteten Feldes in Abhängigkeit vom Beleuchtungsstärkegradienten,
- die Lichtfarbe, die für Kontinuumsstrahler durch deren Farbort in der Normfarbtafel gem. DIN 5033 Teil 2 bestimmt ist und die eine Farbtemperatur zwischen 4000 K und 5000 K aufweisen soll,
- die maximale Temperaturerhöhung am Operationsort, die Vermeidung störender Schatten durch das Operationsteam und eine genügende Ausleuchtung tiefer liegender Operationswunden.

Die neu hinzugekommenen Gütemerkmale werden nach DIN 5035 Teil 6 (durch ei-

ne Änderung 2/Entwurf 4.88 mit Ergänzungen über die Messung und Bewertung der Operationsfeldbeleuchtung aktualisiert) bestimmt.

Räume der prä- und postoperativen Betreuung der Patienten, das sind Vorbereitungs- und Aufwchräume in unmittelbarer Nähe des Operationsraumes, werden in der neuen Norm unter »Operationsnebenräume« angesprochen. Zur Vermeidung von Adaptationsstörungen ist eine Allgemeinbeleuchtung von 500 lx vorzusehen, die bei Bedarf auf 1000 lx zu erhöhen ist. In Räumen oder Raumzonen, in denen sich Patienten bis zum Aufwachen aus der Narkose aufhalten, ist eine für den liegenden Patienten blendfreie Beleuchtung mit nur 100 lx einzuschalten.

### 3 Allgemeinbeleuchtung in Operationsräumen



### Therapieräume

Die Möglichkeiten prophylaktischer Therapie zur Erhaltung der Gesundheit haben sich in den letzten Jahren erheblich erweitert. Behandlungsangebote findet man in Krankenhäusern ebenso wie in Kuranstalten oder privaten Sanatorien. Die Balneologie und die Behandlung mit biologisch wirksamer Strahlung oder mit anderen physikalischen, radiologischen oder elektromedizinischen Methoden nehmen im Gesundheitswesen einen bedeutenden Platz ein. Die neue Norm gibt für die Beleuchtung derartiger Räume ebenfalls Richtlinien.

### Flure, Treppen und andere Räume

Flure in Krankenhäusern sind im allgemeinen mehr als nur reine Verkehrsräume, sie sind oft auch Arbeitsräume für das behandelnde Personal. Die Ver- und Entsorgung der Bettenräume mit Speisen, Material und Medikamenten erfolgt über diese Bereiche. Zuverlässiges Sehen und Reagie-

ren sowie die hygienischen Anforderungen und die Sicherheit für das Personal sind Gründe, die Anforderungen an die Beleuchtung der Flure und Treppen krankenhausspezifisch festzulegen. Am Tag ist daher eine Nennbeleuchtungsstärke von 200 lx und in der Nacht von 50 lx (im OP-Trakt 300 lx/100 lx) als Adaptationshilfe zwischen dem Schwesterndienstraum und dem Bettenraum erforderlich.

Die Akzeptanz des Krankenhauses wird durch die angenehme Gestaltung der Flure, Verkehrszone und Aufenthaltsbereiche für Patienten und Besucher ganz wesentlich verbessert. Beleuchtung und farbliche Ausstattung der Patienten- und Publikumsräume tragen auf ihre Weise zu »humanem Krankenhaus« und zur Beruhigung, zu Hoffnung und Vertrauen bei.

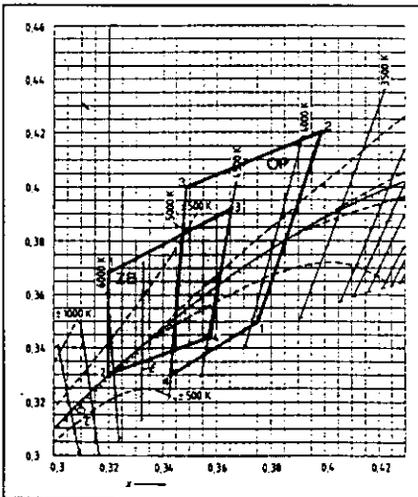
In allen Räumen (außer in Nebenräumen) soll die Farbwiedergabe der Lichtquellen der Beleuchtung der Stufe 1 gem. DIN 5035 entsprechen. Die Begrenzung der Blendung muß der Güteklasse 1 genügen.

### DIN 67 505 »Beleuchtung zahnärztlicher Behandlungsräume und zahn technischer Laboratorien«

Diese Norm vom Oktober 1975 ist mit der Neuausgabe vom September 1986 unter gleichem Titel dem aktuellen Stand angepaßt worden. Der Fachnormenausschuß Lichttechnik hat zwecks Straffung der Normungsarbeit seinen bis dahin bestehenden Ausschuß FNL 16 »Dentalbeleuchtung« aufgelöst und die Normungsaktivität dem FNL 4.3, der auch DIN 5035 Teil 3 bearbeitet hat, zugewiesen. Mitherausgeber der überarbeiteten Norm ist weiterhin der Fachnormenausschuß »Dental« im DIN.

#### ○ Anforderungen an die Beleuchtung zahnärztlicher Behandlungsräume

Die neuen Festlegungen gelten für zahnärztliche Behandlungsräume sowohl in freien Praxen als auch in entsprechenden Kliniken. Spezielle Anforderungen an die Beleuchtung in der Kieferchirurgie sind nach DIN 5035 Teil 3 (Operationsräume)



4 Farbbereich für die Beleuchtung am Operationsort (OP) bzw. für die Zone E 3 zahnärztlichen Behandlungsräumen (ZB)

zu erfüllen. Zusätzlich zu den Grundsätzen von DIN 5535 Teil 1 sind an die künstliche Beleuchtung dieser Räume folgende Anforderungen zu stellen:

- ausreichende Ausleuchtung der Mundhöhle des Patienten
- geringstmögliche Blendung des Patienten und der behandelnden Personen
- sehr gute Farbwiedergabe des Behandlungsfeldes
- sehr gute Farbwiedergabe von Zahnfarben
- ausreichende Beleuchtung für die Auswahl und Anwendung der Arbeitsmittel, insbesondere der Feininstrumente
- Vermeidung von Adaptationsstörungen zwischen den Zonen unterschiedlich hoher Beleuchtung.

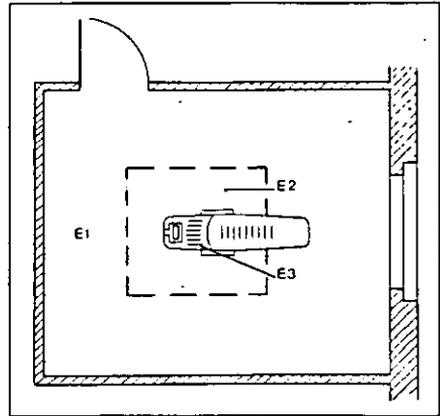
Zur differenzierten Beschreibung der Gütemerkmale der Beleuchtung sind drei Raumzonen definiert:

E 1: Verkehrs- und Vorbereitungszone des Behandlungsraumes

E 2: Behandlungsplatz mit Ablageflächen auf Behandlungseinrichtungen und auf oder in Schrankelementen unmittelbar im Greifraum von Zahnarzt und Assistenz

E 3: Behandlungsfeld (Mund des Patienten).

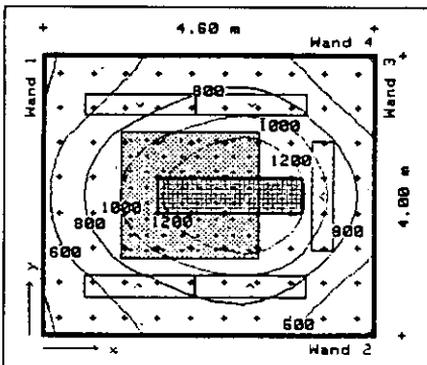
Nennbeleuchtungsstärke, Lichtfarbe und Blendungsbegrenzung in den drei Raumzonen sowie Größe und Beleuchtungsstärkegradient im Behandlungsfeld E 3 und



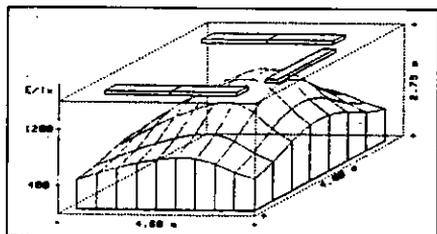
### 5 Raumzonen in zahnärztlichen Behandlungsräumen

die Begrenzung der Erwärmung durch die Behandlungsleuchte wurden festgelegt.

Die Lichtfarbe der Behandlungsleuchte soll in einem bestimmten Bereich der Normfarbtafel nach DIN 5033 Teil 2 liegen. Für die Beleuchtung der Zonen E 1 und E 2 werden Leuchtstofflampen mit der Lichtfarbe Tageslichtweiß mit der ähnlichsten Farbtemperatur von etwa 5000 K und einem Farbwiedergabeindex von größer als 90 empfohlen. Um die Blendung für den (meist liegenden) Patienten zu begrenzen, soll die Leuchtdichte der in der Zone E 2 installierten Leuchten 10000 cd/m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Um die mit



### 6 Allgemeinbeleuchtung in zahnärztlichen Behandlungsräumen



starker Leuchtdichtereduzierung meist einhergehende Verringerung der Leuchtenwirkungsgrade zu umgehen, ist eine Anordnung schrägstrahlender Leuchten außerhalb der Zone E 2 sinnvoll. Eine Meßvorschrift ermöglicht die Bestimmung der Temperaturerhöhung durch die Behandlungsleuchte.

#### *○ Beleuchtung von zahntechnischen Laboratorien*

Die Güteermale der Beleuchtung für diverse Raumarten bzw. Tätigkeiten sind in der Norm tabellarisch zusammengefaßt. Sie gelten auch für zahntechnische Laboratorien der Hersteller von in der Zahnheilkunde verwendeten einschlägigen Materialien.

#### **Zusammenfassung**

Beide Normen – DIN 5035 Teil 3 und DIN 67 505 – repräsentieren den weiterentwickelten Stand der Beleuchtungstechnik im medizinischen Bereich. Zur Lösung dieser Aufgaben stehen entsprechende Lampen-, Leuchten- und Beleuchtungssysteme zur Verfügung. Sie werden den neuen Anforderungen nach mehr Beleuchtungsqualität und dem Bedürfnis nach Energieeinsparung in den Räumen des Gesundheitswesens gerecht. Energie- und kostenbewußte Systeme sind ein aktueller Beitrag zur Verringerung der laufenden Betriebskosten.

Darüber hinaus wurde die Integration von haus- und medizintechnischen Installationskomponenten in die Beleuchtungssysteme vorteilhaft weiterentwickelt. Damit wird eine höhere Anlagen- und Gerätesicherheit erreicht und die Erstellungskosten solcher Anlagen aufgrund Fabrikfertigung statt Baustellenmontage verringert.

**SICHERHEITSTROMVERSORGUNG >15 s**

-----  
mit Diesel-Drehstrom-Aggregaten nach VDE 0107

Die Notstrom- bzw. Sicherheitsstromversorgung in Krankenhäusern unterscheidet sich nach diversen Kriterien, bzw. Gruppen. So wird nach den entsprechenden Prioritäten, d.h. den Räumen der verschiedenen Anwendergruppen unterschieden, ob es sich z.B. um Bettenräume handelt oder im Extremfall um den Operationsraum. Hier würde ein Ausfall der Stromversorgung der lebenserhaltenden Geräte und der Operationsbeleuchtung katastrophale Folgen haben.

Im Falle einer Störung des öffentlichen Versorgungsnetzes sind für die eben erwähnten Geräte Sicherheitsstromversorgungen mit einer Umschaltzeit von  $< 0,5$  s vorzusehen. Dieses sind üblicherweise batteriegestützte statische Umformer mit Wechselrichtern, die für die entsprechenden Behandlungsgeräte oder Operationsleuchten einzeln oder in Gruppen zugeordnet sind. Die Kapazität der Batterien muß so ausgelegt werden, daß eine Mindestversorgungsdauer von 3 h sichergestellt ist, diese Zeit kann auf 1 Stunde reduziert werden, wenn eine weitere übergeordnete Sicherheitsstromversorgung vorhanden ist.

Diese Sicherheitsstromversorgung von 3 h ist aber in keinem Falle ausreichend. So kann einerseits eine Störung der öffentlichen Stromversorgung aus vielen Gründen wesentlich länger dauern als 3 Stunden, das beginnt bei Störungen im Kraftwerk selbst, geht weiter über Kabel- und Transformatorschäden bis zur Einspeisestelle des Krankenhauses. Selbst im Innenbereich können noch Schäden auftreten, die zu einer Versorgungsstörung führen. Außerdem gibt es im medizinischen wie auch nichtmedizinischen Bereich der Klinik sehr wichtige Verbraucher, die ebenfalls einer Notstromversorgung bedürfen.

Das sind z.B. Sicherheitsbeleuchtungen, Betten- und Feuerwehraufzüge, Feuerlöscheinrichtungen, Alarmanlagen und Meldeanlagen. Hier muß die Versorgung von mindestens 24 h sichergestellt sein. Diese Überbrückungszeiten sind nur mit einem Stromerzeugungsgagregat mit Dieselmotor als Antriebsart zu erreichen.

Für den Einsatz und störungsfreien Betrieb solch eines Diesel-Drehstrom-Aggregates sind wichtige Kriterien zu beachten. Bei der Planung eines Neubaus wird dieses Aggregat sicherlich mit berücksichtigt und entsprechend ausgelegt. In den bestehenden Kliniken sind jedoch üblicherweise Notstrom-Aggregate vorhanden. Bei diesen Anlagen ist es wichtig zu überprüfen, ob diese den Anforderungen der entsprechenden elektrischen Verbraucher überhaupt noch gerecht werden. Durch Erweiterungen bzw. Erneuerungen von elektrischen Komponenten im Krankenhausbereich ist die Leistung oft nicht mehr ausreichend.

Auch sind die zum Teil schon sehr alten Notstrom-Aggregate noch gar nicht nach den technischen Sicherheitsvorschriften, in diesem Falle die VDE 0107, ausgelegt.

## Planung - Auslegung des Aggregates

### Leistung

Wichtigstes Kriterium für die Auslegung des Aggregates ist die zu versorgende Verbraucherlast. Gemäß Forderung VDE 0107 ist die Mindestleistung des Aggregates so auszulegen, daß der Nennstrom der Sicherheitsstromquelle mindestens 10mal so groß wie die Summe der Leerlaufströme aller Transformatoren im IT-Netz ist.

Grundsätzlich ist jedoch zu berücksichtigen, welcher Leistungsbedarf der Verbraucher vorhanden ist und ganz wichtig, welche Art von Verbrauchern vorhanden sind. Für Elektromotoren mit Schweranlauf, Wechselrichterlast ist der Generator des Aggregates besonders auszulegen.

Bei entsprechendem Leistungsbedarf oder aus Redundanzgründen kann es auch erforderlich sein, mehrere Aggregate parallel als Sicherheits-Stromversorgungsanlage zu betreiben.

Ein sehr wichtiger Punkt dieser Vorschrift ist die Forderung der Umschaltzeit  $< 15$  s. Das bedeutet, daß bei Absenkung der Spannung bereits eines Leiters um 10 % für 0,5 s der Start eingeleitet wird und das Aggregat innerhalb von 15 s die Last übernimmt. Dieses ist bei den heute eingesetzten Aggregaten mit Direkteinspritzung und Dieselvorbereitung kaum ein Problem.

Schwieriger dagegen ist die Einhaltung der Forderung der VDE 0107, daß das Aggregat bereits bei Erstschaltung mit 80 % der Nennleistung belastet werden können muß.

Hierzu muß man wissen, daß die Dieselmotoren der heutigen Generation fast ausschließlich mit Abgasturboladern zur Leistungserhöhung ausgerüstet sind. Diese Abgasturbolader erzielen ihre Wirkung jedoch erst dann, wenn bereits ein entsprechender Abgasmassestrom, also bereits Leistungsabgabe des Aggregates vorhanden ist. Das ist vor der Zuschaltung des Generator-Schalters jedoch nicht der Fall, denn zu diesem Zeitpunkt läuft das Aggregat im Leerlauf. Der Dieselmotor kann hier bei der Erstschaltung nur seine "Saugleistung" erbringen. Das ist die Leistung, die der Motor ohne den Abgasturbolader erbringen könnte. Sie beträgt ca. 50 - 60 % der Nennleistung.

Um die geforderte Zuschaltung von 80 % einhalten zu können, ist eine Überdimensionierung des Motors vorzunehmen.

Beispiel:           Geforderte Leistung des Diesels: 500 kW  
                  80 % Zuschaltleistung:           400 kW

Beträgt die Saugleistung dieses Motors 50 %, so wären 100 % = 800 kW. Das bedeutet, der Dieselmotor muß eine Nennleistung von 800 kW nur für die Erstzuschaltung haben, obwohl nur 500 kW für den weiteren Betrieb benötigt werden.

Dieser Betrieb kann sich theoretisch über Stunden oder Tage hinziehen. Die Belastung des Motors wäre dann nur 62,5 % seiner Nennleistung von 800 kW.

Für einen Dieselmotor bedeutet das jedoch im längeren Betriebsfall die Gefahr einer Verrußung mit erhöhtem Verschleiß, Leistungsminderung und daraus resultierender Erhöhung der Schadstoff-Abgabe und natürlich kürzerer Lebensdauer.

Über eine optimale Belastung des Stromerzeuger-Aggregates wird noch Ausführlich im Kapitel "Probetrieb" gesprochen.

In der Zwischenzeit wurde die Norm für Stromerzeuger-Aggregate DIN 6280, um den Teil 13 erweitert. Hier sind sämtliche Auslegungs- und Sicherheitskriterien für die Notstrom-Aggregate in Krankenhäusern (VDE 0107) und Gebäude mit Menschenansammlungen (VDE 0108) zusammengefaßt und eingearbeitet.

Auch wurde die technische Weiterentwicklung der Dieselmotoren berücksichtigt und die Zuschaltbedingungen entsprechend angepaßt. Diese lauten für den Anwendungsbereich 1, Krankenhausversorgung:

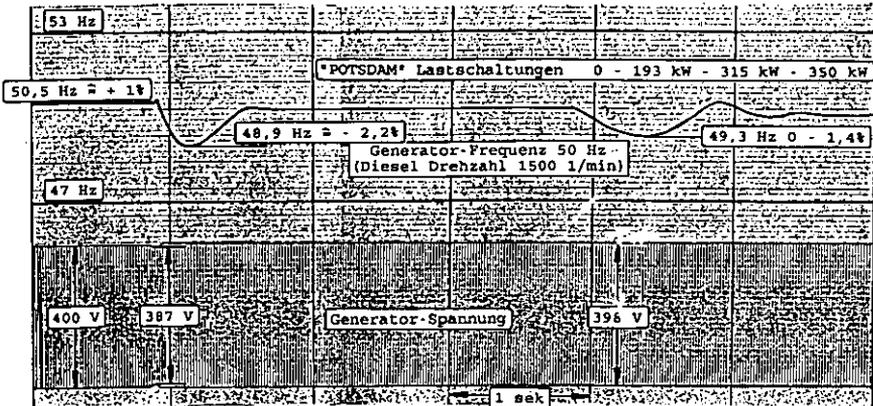
"Nach einer Umschaltzeit von max. 15 s sind 80 % der Verbraucherleistung in zwei Stufen und nach weiteren 5 s 100 % der Verbraucherlast zur Verfügung zu stellen".  
Diese Zuschaltbedingungen sollten bei neuen Projekten zugrundegelegt werden.

Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß der Teil 13 der Norm DIN 6280 noch nicht veröffentlicht ist. Es wird demnächst der "Gelbdruck" erscheinen, der dann nach einer Einspruchsfrist und Bearbeitung dieser Einsprüche als verbindlicher "Weißdruck" erscheinen wird.

In diesem Normentwurf DIN 6280-Teil 13, sind auch die zulässigen Spannungs- und Frequenzabweichungen sowohl im statischen als auch für den dynamischen Betrieb festgelegt worden.

Als Beispiel ist nachfolgend ein Belastungsdiagramm wiedergegeben, an dem man den Spannungs- und Frequenzeinbruch und den zeitlichen Ausregelvorgang erkennen kann.

Das Lastdiagramm stammt von einem an das Kinderkrankenhaus Potsdam im Jahre 1992 gelieferten Notstromaggregates mit einer Nennleistung von 350 kVA. Da dieses Aggregat auch nach den Vorschriften VDE 0107 ausgelegt werden mußte, war hier eine Überdimensionierung auf 437 kVA erforderlich. Die Anlage wurde auf dem STRÜVER-Prüffeld vom TÜV abgenommen.



(Bild 1) Spannungs- und Frequenzverhalten bei Lastzuschaltungen

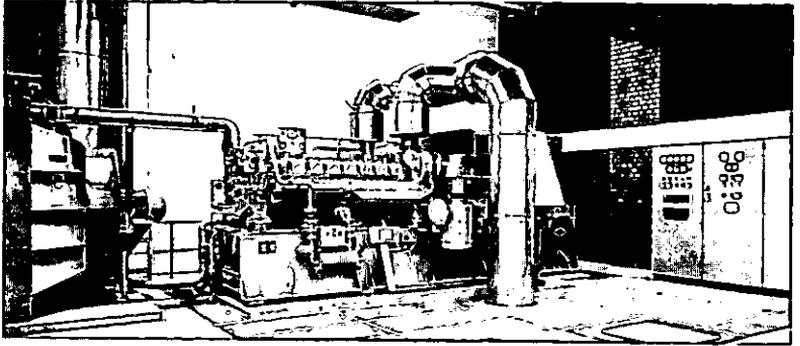
#### Installation des Aggregates

Die Aufstellung der Anlage ist abhängig von den zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten. Bei Neuerichtungen oder Erweiterungen von Kliniken ist es meist möglich, ein Gebäude oder entsprechenden Platzbedarf in der Bauphase zu berücksichtigen. Im Falle der Erneuerung eines vorhandenen Aggregates, was auch oft in Verbindung mit einer Leistungserhöhung stattfindet, kann es Schwierigkeiten geben, da der Platzbedarf für ein größeres Aggregat nicht mehr vorhanden ist.

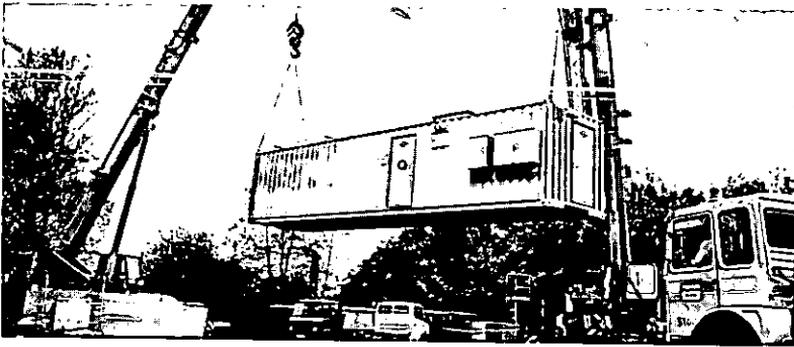
So gibt es Fälle, bei denen z.B. die Einbringung des kompletten Aggregates nicht mehr möglich ist, da der Zugang zum Aufstellungsraum verbaut ist. Dann muß das Aggregat evtl. in Einzelkomponenten eingebracht werden und eine erneute Montage mit Ausrichtung erfolgt im Aufstellungsraum.

Steht nun überhaupt kein Raum zur Verfügung, so bleibt nur noch die Möglichkeit, die komplette Notstromversorgung in einen Container einzubauen und diesen im Freien aufzustellen. Die zu beachtenden Bedingungen, hier speziell die Schallforderungen müssen selbstverständlich eingehalten werden. So ist der Aufwand der Containerschallisolierung, das betrifft die Schallemission des Aggregates selbst sowie die Öffnungen für die Zu- und Abluft des Containerinnenraumes und die Abgasanlage, abhängig vom Aufstellungsort.

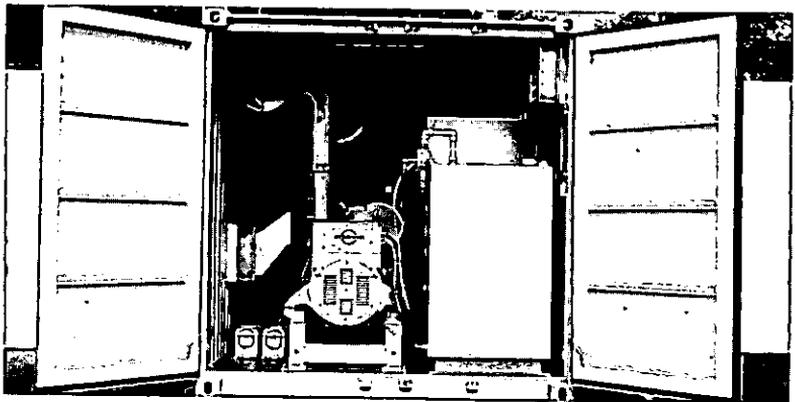
Die nachfolgenden Bilder 2 - 4 zeigen Beispiele von Anlagen sowohl im Gebäude mit ausreichendem Platzbedarf als auch Containerlösungen.



Stationäre Notstromversorgung 1250 kVA (AK Barmbek)

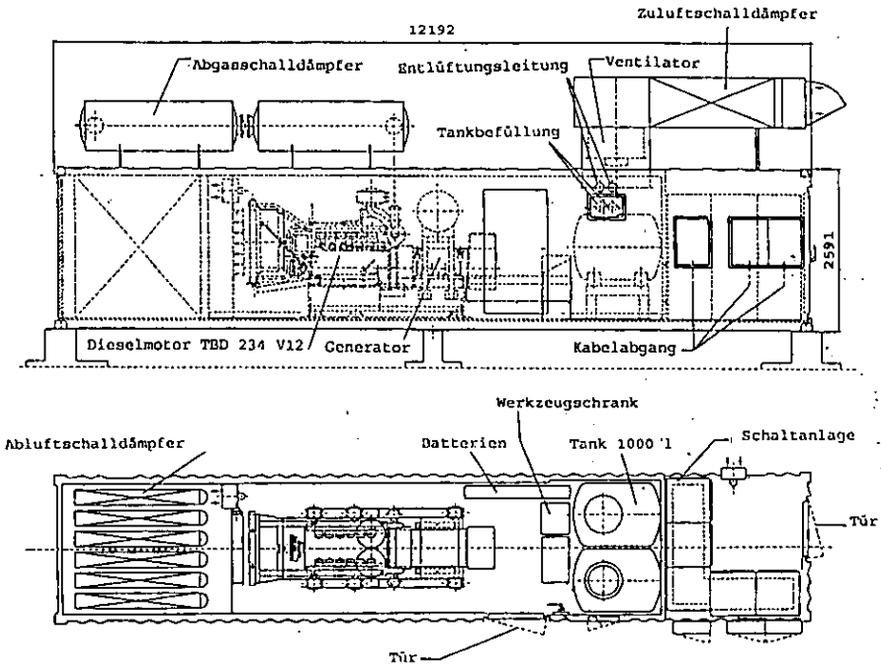


Container-Ausführung 350 kVA (Kinderkrankenhaus Potsdam)



Beispiel einer Container-Anlage

Die Zeichnung (Bild 5) zeigt nochmals den Container für das Kinderkrankenhaus Potsdam. Hier ist schon ersichtlich, welchen Platzbedarf die Schalldämmmaßnahmen im Vergleich zur Größe des Aggregates erfordert. Bei diesem Projekt waren 65 dB(A) in 1 m Abstand gefordert, was einer normalen Unterhaltungslautstärke entspricht. Das bedeutet, daß in einer Entfernung von 16 m nur noch 45 dB(A) vorhanden sind. Dieses ist das Geräusch eines ruhigen Wohnzimmers bei Tage. Aufgrund der höheren Umweltgeräusche sind die Messungen dieser Lautstärke am Tage kaum noch möglich. Diese werden bei Bedarf dann nachts durchgeführt.



(Bild 5) 350 kVA im 40" ISO-Standard-Container (Potsdam)

Weitere Beachtung muß die Kraftstoffversorgung finden. In diesem Fall ist ein 1000 l-Tank vorhanden, der für einen Leistungsbedarf des Aggregates von 350 kVA, das entspricht bei  $\cos\phi$  0,8 einer Wirkleistung von 280 kW für ca. 13 h bei Nennlastbetrieb ausreichend ist. Für längere Dauertriebszeiten wird zusätzlich ein Vorrattank vorgesehen, von dem mit einer automatischen Transferpumpe der Zwischentank immer nachgefüllt wird. Es gibt noch weitere Daten und Fakten, die in der Planung und Installation zu beachten sind. Ich möchte mich jedoch hier nicht weiter vertiefen, um noch Zeit für den folgenden Abschnitt zu haben.

## **Erprobung**

Grundsätzlich wird so eine Anlage vor Auslieferung auf dem STRÜVER-Prüffeld komplett mit allen Hilfseinrichtungen nach den geforderten Bedingungen geprüft, egal ob es sich um ein Container-Aggregat oder ein Anlage mit Einzelkomponenten für die Montage in einem Gebäude handelt.

Hierbei wird neben den vielen dieselspezifischen Dingen, wie diverse Temperaturen auch das Frequenz- und Spannungsverhalten bei den Zu- und Abschaltungen der entsprechenden Last aufgezeichnet, wie es im Bild 1 bereits dargestellt wurde.

Bei schallgedämpften Aggregaten wird auch eine Freifeldmessung zur Überprüfung der hier geforderten Schallwerte zu dokumentieren.

Nach der Montage am Anwendungsort werden ebenfalls sämtliche Funktionen durchgespielt, wobei hier selbstverständlich Absprachen mit dem Krankenhaus zu treffen sind, um den Krankenhausbetrieb nicht zu beeinträchtigen.

## **Wartung**

Um einen einwandfreien Betrieb nach Inbetriebnahme und auch nach Ablauf der Gewährleistung sicherzustellen, ist grundsätzlich eine jährliche Wartung durch den Hersteller bzw. durch kompetente Fachleute zu empfehlen. Hierbei wird normalerweise ein Wartungsvertrag abgeschlossen.

Um Kosten zu sparen, ist es möglich, diese jährliche Wartung im Rahmen einer Rundreise unseres Wartungspersonales durchzuführen. Sind grundsätzlich nur ganz bestimmte Zeitpunkte für diese Wartung möglich, so entstehen eben höhere Reisekosten und evtl. Zuschläge für Sonn- und Feiertage. Abstimmungen sind hier jedoch grundsätzlich möglich.

Im Rahmen der Wartung ist eine Überprüfung an folgenden Komponenten vorgesehen:

### **1. Diesel-Motor-Überprüfung**

- Beurteilung des Allgemeinzustandes (Dichtigkeit)
- Ventilspiele prüfen, evtl. nachstellen
- Kraftstoffsystem kontrollieren
- Überprüfung des Öldruckes mit Manometer
- Ölstandskontrolle in Einspritzpumpe und Drehzahlgeber
- Prüfung der Keilriemen auf Vorspannung und Verschleiß
- Überprüfung des Kühlwassersystemes (Dichtigkeit, Niveau) und des Gebläses mit Antrieb
- Motorvorheizung prüfen
- Erneuerung Kraftstoff- und Schmierölfilter
- Schmierölwechsel

**2. Generator-Überprüfung**  
-----

- Beurteilung des Allgemeinzustandes
- Abschmieren der Lager
- Kontrolle sämtlicher Anschlüsse auf festen Sitz
- Überprüfung der Lager auf Laufgeräusche
- Kontrolle der elastischen Kupplung

**3. Kraftstoff-System**  
-----

- Prüfung auf Dichtigkeit
- Inhaltsanzeige vom Tank prüfen
- Schwimmerschalter kontrollieren
- Hand- und Elektro-Pumpen überprüfen

**4. Batterien und Ladeeinrichtung**  
-----

- Batterieflüssigkeitsstand überprüfen
- Säure- bzw. Laugendichte prüfen
- Überprüfung der Ladeeinrichtung
- Belastungsprüfung der Batterien

**5. Raumbelüftung**  
-----

- Funktionsprüfung Zu-/Abluftjalousie
- Überprüfung der Steuerungen für dto.
- Raumlüfter

**6. Schalt- und Steueranlage**  
-----

- Funktionsprüfungen für:
- Handstart
- Teststart
- Automatikstart
- Rückschaltung
- Dieselnachlauf
- Prüfung aller Überwachungen einschließlich Störmeldungen

**7. Kontrolle der Gesamtanlage**  
-----

- Netzausfallsimulation durch Abschalten der Netzeinspeisung
- Belastungslauf, möglichst mit 100 % Belastung

Besonders hervorheben möchte ich den Punkt 7 der vorgenannten Wartungsarbeiten. Diese Funktionsprüfungen sollten nämlich mindestens einmal im Monat durch das technische Krankenhauspersonal durchgeführt werden. Deshalb werden unter dem nachfolgenden Thema die wichtigsten Abläufe geschildert.

### Probetrieb

-----

Wie schon unter dem Thema "Lastzuschaltung und Überdimensionierung" beschrieben, ist es sehr wichtig, den Dieselmotor entsprechend seiner Nennleistung ausreichend zu belasten.

Wird der Motor nicht ausreichend unter Last betrieben, besteht die Gefahr der Verkokung und Rußbildung im Dieselmotor, an den Einspritzdüsen und im Abgassystem. Die Folgen sind erhöhter Verschleiß, Leistungsminderung und im Extremfall, d.h. Notstromfall, bei tatsächlich voller Leistungsanforderung den Ausfall des Aggregates durch Überhitzung, Kolben- oder Lagerschaden.

Um hier vorzubeugen, ist die monatliche Belastungsprüfung des Aggregates unbedingt erforderlich.

Hierfür gibt es verschiedene Fahrweisen, die jedoch auch unterschiedliche bzw. erweiterte Steuerungen benötigen.

Bei bisherigen standardmäßigen Anlagen konnte nur folgende Fahrweise durchgeführt werden:

1. Start des Aggregates und Betrieb im Leerlauf. Wenn Abstimmung mit dem Krankenhausbetrieb getätigt wurde, üblicherweise nur zu bestimmten Zeiten, konnte eine manuell eingeleitete Umschaltung der Verbraucher auf das Notstrom-Aggregat erfolgen. Das bedeutete aber eine Unterbrechung der Verbraucher mit allen evtl. Folgen.

Hierbei wurde das Aggregat mit der vorhandenen und evtl. nur freigegebenen Verbraucherlast beaufschlagt, die nicht immer mit der Nennleistung übereinstimmte.

Bei der Abstellung des Aggregates war wiederum eine elektrische Unterbrechung die Folge.

2. Um das Aggregat mit 100 % Last für einen Zeitraum von ca. 1 Stunde ohne Unterbrechung der elektrischen Verbraucher betreiben zu können, ist folgende Möglichkeit gegeben, die auch bereits bei einigen Anwendern vorhanden ist.

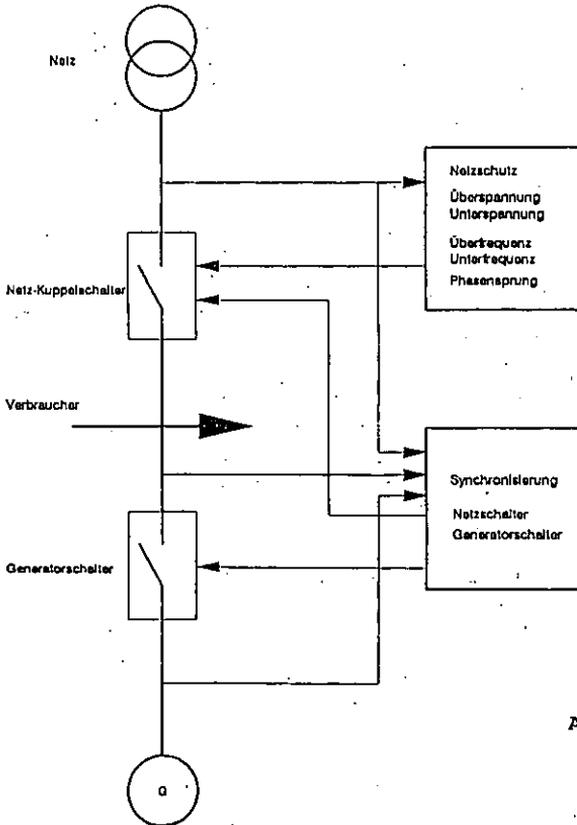
Über einen Schlüsselschalter "Einschaltung Probetrieb mit unterbrechungsfreier Lastübernahme". Dadurch automatischer Start des Aggregates wie bei Netzausfall. Automatisches Synchronisieren des Notstrom-Aggregates über den Generatorschalter, Zuschaltung des Generators auf die Verbraucherschiene. Der Netzkuppelschalter bleibt geschlossen. Parallelbetrieb des Aggregates mit dem Netz sowie Belastungsregelung des Aggregates auf 100 % Nennleistung. Sollte in diesem Probetriebsfall eine Netzstörung auftreten, so wird diese über die speziellen Schutzgeräte in der Aggregatesteuerung erfasst und der Netzkuppelschalter geöffnet. Der Generatorschalter bleibt nach wie vor geschlossen und die Verbraucher werden unterbrechungslos weiterversorgt.

Nach Netzwiederkehr Rücksynchronisierung des Aggregates über den Netzkuppelschalter mit unterbrechungsloser Übernahme durch das öffentliche Netz und Abstellen des Aggregates.

Bei normalem Probebetrieb, bei dem üblicherweise keine Netzstörung auftritt, wird zur Beendigung der Schlüsselschalter ausgeschaltet, das Aggregat trennt sich durch den Generatorschalter von der Verbraucherschiene, eine Unterbrechung findet nicht statt und das Aggregat wird nach Kühlungslauf automatisch stillgesetzt.

Wenn dieser Betrieb mindestens einmal im Monat sowie eine regelmäßige jährliche Wartung durchgeführt wird, bei der natürlich beanstandete Komponenten instandgesetzt bzw. erneuert werden, so kann man von einem Sicherheitsstandard ausgehen, der im Ernstfall einen einwandfreien Betrieb auch für einen längeren Zeitraum gewährleistet.

### SYNCHRONISIERUNG und NETZSCHUTZ



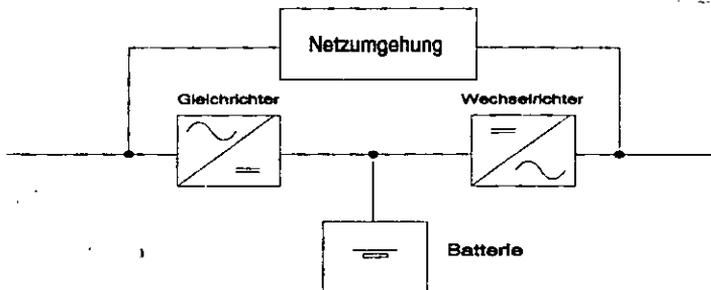
Hansjoachim Dolezal  
Vertriebs-Ingenieur  
bei  
AD. STRÜVER KG (GmbH & Co)  
Aggregatebau  
Niendorfer Weg 11  
22453 Hamburg  
Tel. 040/55305-234

## Die Sicherheitsstromversorgung kleiner 15 Sekunden Betrieb, Prüfung und Service

Wenn sich ein Krankenhaus zur Installation einer ZSV entschlossen hat, ergibt sich ein geändertes Arbeitsumfeld für den Arzt, das Pflegepersonal und auch für die technischen Mitarbeiter. Gerade im Bereich OP und Intensivstation muß ein Lernprozeß einsetzen, der ein optimales Ausnutzen der Möglichkeiten dieser erweiterten Stromversorgung zum Ergebnis hat. Arzt und Pflegepersonal müssen den Umgang mit dem System beherrschen, damit der Betrieb reibungslos funktioniert. Das technische Personal muß durch kontinuierliche Überprüfung die Einsatzfähigkeit des Systems sicherstellen und nötige Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig und so planen, daß der Krankenhausbetrieb in möglichst geringer Weise beeinflusst wird.

### 1. Der Aufbau einer ZSV

Die ZSV besteht aus 4 Komponenten. Bild 1 zeigt diesen Aufbau.



## 2. Die Funktion der ZSV

Im Normalfall versorgt das Netz die angeschlossenen Verbraucher. Der Gleichrichter hält die Ladung der Batterie aufrecht. Der Wechselrichter ist abgeschaltet.

Im Falle einer Netzstörung läuft der Wechselrichter automatisch an und übernimmt die Verbraucherversorgung. Die notwendige Energie wird von der Batterie zur Verfügung gestellt. Die Batterie muß so ausgelegt sein, daß ein Netzausfall von 3 Std. überbrückt werden kann.

Bei Netzwiederkehr wird die Verbraucherversorgung an das Netz zurückgegeben. Der Wechselrichter wird stillgesetzt und der Gleichrichter sorgt für die notwendige Aufladung der Batterie.

Alle auftretenden Schaltzeiten sind so bemessen, daß die gesetzlichen Anforderungen eingehalten werden.

## 3. Bestimmung der anzuschließenden Geräte

Entscheidend ist, daß vor Installation eines ZSV - Systems in den Bereichen des Krankenhauses geklärt wird, welche Geräte an die gesicherte Spannung angeschlossen werden. Dabei spielt neben der aus ärztlicher oder pflegerischer Sicht gegebenen Einstufung nach Wichtigkeit auch die technische Auslegung eine Rolle. Um eine möglichst hohe Sicherheit beim Betrieb des ZSV Systems zu erreichen, erstellt man zweckmäßigerweise zunächst eine nach Prioritäten abgestufte Liste der vorhandenen Geräte. Als nächster Schritt ist eine Leistungsbilanz der verbleibenden Geräte zu erstellen. Die addierte Aufnahmeleistung aller an das ZSV - System angeschlossenen Geräte darf auf keinen Fall die vom ZSV Hersteller angegebene

maximale Ausgangsleistung überschreiten. Bei modernen Geräten ist darauf zu beachten, daß immer häufiger getaktete Netzgeräte zur internen Versorgung eingesetzt werden. Diese Geräte haben keine lineare Stromaufnahme. Der Crestfaktor (das Verhältnis des Stromspitzenwertes zum Stromeffektivwert) ist nicht wie beim sinusförmigen Verlauf Wurzel aus 2, sondern teilweise bis zu 4 oder 5. Für statische ZSV - Systeme ist aber immer der Spitzenwert des Stromes die entscheidende Größe für die maximale Belastbarkeit, nicht der Effektivwert. Achten Sie also bei der Auswahl Ihres ZSV - Systems auf den zulässigen Crestfaktor und stellen Sie sicher, daß Sie von jedem Verbraucher genaue Informationen über tatsächliche Stromaufnahme erhalten. Wird die Geräteliste ständig (d.h. bei Austausch oder Neuanschaffungen) aktualisiert, ist eine Überlastung des ZSV - Systems und damit eine Gefährdung aller angeschlossenen Verbraucher weitestgehend ausgeschlossen.

#### 4. Erweiterung des ZSV - Systems

Das normale ZSV - System setzt voraus, daß die angeschlossenen Verbraucher bei den spezifischen Schaltvorgängen nicht ausfallen. D. h. rechnergesteuerte Lebenserhaltungs- oder Überwachungssysteme können ohne besondere Vorkehrungen nicht an einem solchen ZSV - System betrieben werden, da schon kürzeste Spannungsunterbrechungen von mehr als ca. 5 ms zum Ausfall führen. Bei solch einer Konstellation muß entweder jeder einzelne Verbraucher angepasst oder die ZSV zu einer USV (Unterbrechungsfreie-Strom-Versorgung) aufgerüstet werden. Diese Aufrüstung geschieht durch den zusätzlichen Einbau einer EUE (Elektronische-Umschalt-Einrichtung). Diese Einrichtung sorgt dafür, daß der Wechselrichter ständig in Frequenz und Phasenlage auf das Netz synchronisiert wird. Wenn beide Voraussetzungen erfüllt sind, können Umschaltungen jederzeit und ohne Unterbrechung durchgeführt werden.

## 5. Kennzeichnung des gesicherten Stromkreises

Das ZSV - System stellt niemals die einzige Stromversorgung einer Abteilung innerhalb eines Krankenhauses dar. Beleuchtung, Sprechanlagen oder untergeordnete Verbraucher wie Sterilisationsgeräte werden über eine andere Einspeisung versorgt. Desweiteren wird sicherlich jeder Patient die Möglichkeit wünschen, persönliche Geräte anschließen zu können. Eine klare Trennung der verschiedenen Stromkreise ist aus diesen Gründen zwingend erforderlich. Um ZSV von nicht-ZSV zu unterscheiden, bedient man sich einer farblichen Kennzeichnung der Steckdosen. Einen Schutz gegen Mißbrauch, auch wenn er unwissentlich sein sollte, stellt diese Kennzeichnung aber nicht dar. Alle Mitarbeiter müssen daher über die Besonderheiten der gekennzeichneten Steckdosen aufgeklärt werden. Zusätzlich sollten kontinuierliche Kontrollen eines dafür eingeteilten Mitarbeiters gewährleisten, daß nur dafür vorgesehene Geräte an den ZSV Steckdosen betrieben werden.

## 6. Die Meldungen eines ZSV Systems

Wie oben beschrieben ist die Auslastung eines ZSV Systems das entscheidende Kriterium für die sichere Funktion. Neben der Leistungsbilanz der angeschlossenen Geräte bekommt das medizinische Personal direkt von der ZSV eine optische Information über den momentanen Auslastungszustand. Diese Lastüberwachung besteht aus zwei Meldeleuchten in den Farben Grün und Rot. Bei einem Verbraucherstrom bis zu 80 % der Nennlast der ZSV zeigt grünes Dauerlicht den unkritischen Betriebsbereich an. Das Überschreiten dieser Grenze wird durch intermittierendes Grün-Rot-Licht deutlich gemacht. Die Frequenz des Blinkens verschiebt sich bei weiter steigendem

Verbraucherstrom immer mehr zugunsten des Rotlichte 100% Auslastung Dauerrotlicht angezeigt wird.

## 7. Prüfung der Funktionssicherheit eines ZSV Systems

### 7.1. Durch das Betriebspersonal

Die technischen Mitarbeiter des Krankenhauses sind bei entsprechender Ausbildung in der Lage einen Teil der notwendigen Überprüfungen an einem ZSV System ohne Anwesenheit des Service der Herstellerfirma durchzuführen. Neben Kontrollgängen zur Aufnahme der Ausgangsspannungen und Ausgangsströme sowie der internen Betriebsmeldungen ist die Kapazitätsprüfung der Batterie durchzuführen. In einem zeitlichen Abstand von drei Monaten muß durch eine Entladung mit Nennlast sichergestellt werden, daß keine der Batteriezellen defekt ist. Ein ZSV System soll bei einem Netzausfall in der Lage sein, die angeschlossenen Verbraucher über minimal drei Stunden zu versorgen. Moderne Systeme führen diesen Entladeversuch auf Anforderung selbständig durch und melden dabei auftretende Abweichungen optisch.

### 7.2. Durch Servicepersonal des Herstellers

ZSV Systeme sind technische Anlagen, deren Funktion von der Alterung ausgesetzten Bauelementen abhängig ist. Da keine beweglichen Teile eingebaut sind, die einem mechanischen Verschleiß unterliegen ist diese Alterung aber sehr langsam und dadurch nicht offensichtlich. Eine im jährlichen Abstand stattfindende Wartung durch Fachpersonal des Herstellers stellt sicher, daß alle Einstellungen der Ausgangswerte und Überwachungen korrekt sind und alle durch äußere Einflüsse gealterte Bauelemente rechtzeitig gegen neue getauscht werden.

## 8. Instandhaltung

Sollten Instandhaltungsmaßnahmen nötig werden, ist eine umfassende Information des Service der Herstellerfirma entscheidend für möglichst kurze Ausfallzeiten des ZSV Systems. Alle nötigen Informationen sind in Form von optischen Meldungen vorhanden. Im Falle einer Störung müssen vor Durchführung irgendwelcher Maßnahmen diese Meldungen notiert werden. Zusätzlich sollte die Peripherie der ZSV auf möglicherweise aufgetretene Abnormitäten überprüft werden. Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, ist es heute Standard, daß ein ZSV System innerhalb von maximal 24 Stunden für das Krankenhaus wieder zur Verfügung steht.

Aufgrund langjähriger Erfahrungen mit statischen ZSV Systemen und Statistiken zur Störungs- und Fehlfunktions-Analyse ist der heutige Stand der Technik so weit fortgeschritten, daß eine Störungsbeseitigung äußerst selten erforderlich ist. Die MTBF ist heute ca. sieben Jahre. Daraus ergibt sich eine Zugriffswahrscheinlichkeit von 99,96%.

Abschließend noch eine Bemerkung zu den Störungsursachen. Nach einer Studie der deutschen Versicherungsanstalten ist bei ca. 50% aller Störungen an elektrischen Anlagen Fehlbedienung die Ausfallursache. Um beim Betreiber eine hohe Sicherheit im Umgang mit den gelieferten Systemen zu erzielen, werden von allen kompetenten Herstellern intensive Schulungen angeboten. Weitestgehende Eliminierung aller möglichen Störungsursachen ist besser als der schnellste Service.

## 9. Schlußbemerkungen

Vergleicht man die ZSV mit einer USV ist festzustellen, daß die ZSV immer einen Sonderfall einer USV darstellt. Die USV hat die weitaus größeren Einsatzmöglichkeiten und ist mit einem erheblich größeren Sicherheitspotential ausgestattet. Neben rein elektrischen Geräten können auch datenverarbeitende Verbraucher angeschlossen werden. Beim Blick auf die heute in Krankenhäusern zum Einsatz kommenden Geräte ist überhaupt die Frage nach dem Sinn einer ZSV zu stellen. Welche modernen Geräte lassen eine Unterbrechung der Stromversorgung noch zu? Das rechnergestützte Gerät ist Standard. Um es an einer ZSV betreiben zu können sind weitreichende Modifikationen notwendig.

Bei der Installation einer großen, zentralen Sicherheitsstromversorgung in einem Krankenhaus ist eine Vereinheitlichung der Verbraucher unumgänglich. Die Verwaltungsrechner und die Laborgeräte müssen genauso gesichert werden wie die OP's und die Intensivstationen. Das ist aber nur mit einer USV möglich.

Der heutige Trend geht in Richtung dezentraler Absicherung räumlich oder technisch zusammenfaßbarer Verbraucher. Hier sind zwar beide Systeme denkbar, aber aus Gründen der Vereinheitlichung der eingesetzten Systeme, der Ersatzteilhaltung und der einfacheren Servitierbarkeit durch Hauspersonal ist auch hier wieder nur einer Technik der Vorzug zu geben. Da für die meisten Verbraucher aber eine USV notwendig ist, sollte der USV der Vorzug gegeben werden.

Hans Jürgen Tetzlaff

AEG Aktiengesellschaft  
Emil Siepmann Straße 32  
59581 Warstein

## Zusätzliche Sicherheitsstromversorgung - ZSV

B. Jänsch, Berlin

---

### Sicherheitsstromversorgung bei Störungen der allgemeinen Stromversorgung

Für den Fall der Störung der allgemeinen Stromversorgung im Krankenhaus gibt es gemäß DIN VDE 0107/11.89 verschiedene Sicherheitsstromversorgungen zur Versorgung notwendiger Sicherheitseinrichtungen, medizinisch-technischer Einrichtungen und zur Aufrechterhaltung des Krankenhausbetriebes. Diese sind entsprechend ihrer maximalen Umschaltzeit wie folgt gestaffelt:

- Sicherheitsstromversorgung (SV), Umschaltzeit bis zu 15 s
- Zusätzliche Sicherheitsstromversorgung (ZSV), Umschaltzeit bis zu 0,5 s

Die Sicherheitsstromversorgung mit einer Umschaltzeit bis zu 15 Sekunden (SV) besteht in der Praxis aus einem Stromerzeugungsaggregat und erfüllt in der Regel auch die Aufgaben einer Sicherheitsstromversorgung mit einer zulässigen Umschaltzeit größer 15 Sekunden. Die meisten Krankenhäuser Deutschlands sind heute mit einem solchen Aggregat ausgestattet. Für bestimmte Verbraucher ist eine Unterbrechung der Stromversorgung für bis zu 15 Sekunden nicht zulässig oder aus technisch-medizinischer Sicht nicht akzeptabel. Für diese Verbraucher, speziell im OP- und Intensiv-Bereich, wird eine Zusätzliche Sicherheitsstromversorgung mit einer Unterbrechungszeit von maximal 0,5 Sekunden eingesetzt. Die ZSV ist eine batteriegestützte Stromversorgung.

In der DIN VDE 0107 ist der Einsatz einer solchen ZSV mit 24 V-Ausgang für OP-Leuchten und vergleichbare Leuchten vorgeschrieben. Desweiteren kann es erforderlich sein, lebenswichtige medizinisch-technische Einrichtungen aus einer ZSV mit Wechselspannungsausgang zu versorgen. Mit solchen Einrichtungen sind Geräte gemeint, die in Räumen der Anwendungsgruppe 2 eingesetzt werden, also insbesondere in:

- Operationsräumen und angrenzenden Räumen (Vorbereitungs-, Aufwach- und Operations-Gipsräumen)
- Intensiv-Zimmern
- Endoskopie-Räumen
- Herzkatheter-Räumen
- Entbindungs-Räumen.

### ZSV oder zweite Leitung?

Beim Lesen der neusten Fassung der DIN VDE 0107 von 1989 entsteht scheinbar der Eindruck, daß die ZSV mit Wechselspannungsausgang abgeschafft werden soll. Nach den Formulierungen des Abschnittes 5.1.3 dieser Norm wird die ZSV nicht mehr zwingend benötigt. Gleichzeitig jedoch beschreibt man dort erstmalig und ausführlich diese ZSV! Unverständliche Eigenwilligkeiten der Verfasser sind wohl die Ursache für diesen Widerspruch.

Nach der genannten DIN VDE 0107 gibt es die Möglichkeit, auf den Einsatz einer ZSV mit Wechselspannungsausgang zu verzichten; aber nur dann, wenn:

- eine Unterbrechung der Stromversorgung von bis zu 15 Sekunden an den Verbrauchern der vorgenannten Bereiche hingenommen werden kann, ohne dadurch das Leben und die Gesundheit der Patienten zu gefährden! Wer entscheidet das? Der Arzt?
- die Stromversorgung dieser Bereiche aus der Sicherheitsstromversorgung - SV redundant über zwei Leitungen aus dem Gebäude-Hauptverteiler erfolgt.

In jedem Falle müssen die OP-Leuchten aus einer ZSV innerhalb von maximal 0,5 s weiterversorgt werden können.

Da bei Baumaßnahmen in Krankenhäusern komplette Neubauten heutzutage sehr selten sind, handelt es sich häufig um Erweiterungs- und Umbauten. In diesen Fällen kann die nachträgliche Installation dieser zweiten Leitung zur redundanten Versorgung, die im übrigen besonderen brandschutztechnischen Anforderungen entsprechen muß, kompliziert und aufwendig sein. Die Installation einer ZSV-Anlage ist dann die richtigere und im allgemeinen auch kostengünstigere Lösung.

Zudem bietet der Einsatz einer ZSV gegenüber der zweiten Leitung weitere Vorteile:

- wesentlich kürzere Unterbrechungszeit (max. 0,5 s)
- kurze Leitungswege zum Verbraucher durch die räumlich nahe Unterbringung der ZSV
- wie es der Name schon ausdrückt: eine zusätzliche Sicherheit in der Stromversorgung

### Batterien

Die geforderte kurze Unterbrechungszeit kann nur mit einer batteriegestützten Anlage gewährleistet werden. Es dürfen als Stromquellen sowohl Nickel-Cadmium-Akkumulatoren als auch Bleiakkumulatoren verwendet werden. An Qualität und Zuverlässigkeit dieser Batterien werden hohe Anforderungen gestellt, deshalb sind für die Anwendung in ZSV-Anlagen nur betriebsbewährte Bauarten zugelassen.

Die Mindestbetriebsdauer muß 3 Stunden betragen. Eine Reduzierung auf 1 Stunde ist immer dann möglich, wenn eine weitere unabhängige Sicherheitsstromquelle für mindestens 3 Stunden vorhanden ist. In der Praxis geht man hierbei von dem zentralen Krankenhaus-Ersatzstromaggregat - SV aus, obwohl die Verfasser der DIN VDE 0107 eine zusätzliche Stromquelle gemeint haben. Der Einsatz eines solchen zusätzlichen Aggregates ist jedoch nicht gebräuchlich und zudem teuer.

Aus diesen Gründen wird für die ZSV zur OP-Leuchten-Versorgung 3-stündiger netzunabhängiger Betrieb empfohlen bzw. regional teilweise vom TÜV sogar gefordert.

### Funktionsprinzipien der ZSV

ZSV-Anlagen können nach folgenden zwei Funktionsprinzipien arbeiten:

- a) **statisch**, mit Gleichrichter und Wechselrichter, üblicherweise im Mitlaufbetrieb
- b) **rotierend**, mit einem rotierenden Umformer, im Anlaufbetrieb.

Bei der Wahl der Art und der Ausführung einer ZSV-Anlage sollten folgende Gesichtspunkte beachtet bzw. angestrebt werden:

- hohe Versorgungssicherheit durch regelmäßige und automatische Überprüfung des Systems aus sich selbst heraus, einschließlich der automatischen Protokollierung der Betriebszustände und Prüfergebnisse
- geringer Platzbedarf
- wartungsfreie, sich selbst überprüfende Anlagen, sodaß die gemäß DIN VDE 0107 vorgeschriebenen regelmäßigen Prüfungen automatisch erfolgen. Eine Überprüfung durch das Bedienungspersonal ist dann nur noch halbjährlich erforderlich und auch vorgeschrieben.
- geringe Betriebskosten für den Betreiber, wie dies bei einem rotierenden System mit Anlaufbetrieb der Fall ist. Die Versorgung der Verbraucher bei vorhandenem Netz aus der allgemeinen Stromversorgung ist hierbei der "Normalzustand".
- Möglichkeit der einfachen Kapazitätsprobe durch Netzzurückspeisung
- hohe Kurzschlußleistungen im Batteriebetrieb als Voraussetzung für einen selektiven Netzaufbau "hinter" der ZSV.
- zu erwartende hohe Lebensdauer, insbesondere der Batterie
- hohe Überlastfähigkeit, weil eine Überlastung betriebsmäßig immer wieder vorkommt

#### Unterbringung und Belüftung

Die Unterbringung von ZSV-Anlagen muß in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen erfolgen. Die Batterie kann hierbei entweder in Batterieschränken direkt neben der ZSV-Anlage oder auf Batteriegestellen in einem separaten Batterieraum aufgebaut werden. Die Batterie muß nach den Regeln gemäß DIN VDE 0510 Teil 2 ausreichend belüftet werden.

#### Überwachungen und Meldungen

Die Stromversorgung von Räumen der Anwendungsgruppe 2 muß über IT-Netze erfolgen. Die dafür notwendigen Trenntransformatoren können sowohl in der Nähe der ZSV als auch in den einzelnen Unterverteilungen untergebracht werden. Jedes dieser IT-Netze braucht

- eine Isolationsüberwachung und
- eine Lastüberwachung des Trafos.

Beide müssen an geeigneter Stelle, dort wo sie ständig vom medizinischen Personal wahrgenommen werden können, optisch und akustisch angezeigt werden.

An zentraler Stelle müssen folgende Betriebszustände der ZSV angezeigt werden:

- Netzbetrieb
- Batteriebetrieb
- Probetrieb (neu seit 1989)
- Störung
- Belastungszustand der ZSV.

### Prüfungen

Folgende regelmäßige Prüfungen sind in der DIN VDE 0107 und der DIN VDE 0510 Teil 2 vorgeschrieben:

- monatlicher Funktionstest der ZSV für 15 Minuten mit mindestens 50% der Nennlast
- Jährliche Kapazitätsprobe der Batterie (3 oder 1 Stunde)
- halbjährliche Prüfung des Elektrolytstandes sowie der Batterieladespannung
- jährliche Kontrolle der Einzelzellen- oder Blockspannungen der Batterie.

### Anwendung der ZSV in medizinischen Einrichtungen außerhalb von Krankenhäusern

In zunehmendem Maße werden heute auch Praxisräume außerhalb von Krankenhäusern mit Operationsräumen ausgestattet. Häufig ist dort der Einsatz eines Ersatzstromaggregates nicht möglich oder wegen des relativ kleinen Leistungsbedarfs nicht sinnvoll. In diesen Fällen sind ZSV-Anlagen die günstigste und technisch richtige Lösung der Sicherheitsstromversorgung.

Dipl.-Ing. B. Jänsch  
NIFE GmbH Stromversorgungssysteme  
Naumannstraße 33  
10829 Berlin

Prüfungen, Prüfmittel und Prüftechniken:  
o elektrische Anlagen und Betriebsmittel

W. Albrecht, Stuttgart

---

### 1. Ziel und Inhalt der Prüfung

Das Ziel jeder Prüfung ist es, den Ist-Zustand einer Anlage zu einem definierten Zeitpunkt zu erfassen. Hierbei sollen Fehler und Mängel festgestellt werden, welche zu gefahrdrohenden Zuständen bzw. Gefährdungen führen können.

Durch Prüfungen wird sichergestellt, daß Anlagen entsprechend den Vorgaben errichtet bzw. bestehende Anlagen in einem sicheren Zustand erhalten werden.

Nur regelmäßige wiederkehrende Prüfungen gewährleisten sichere Betriebszustände!

Hierbei muß vermerkt werden, daß die Prüfungen nicht durch hauseigenes Personal realisiert werden sollte, da die "Betriebsblindheit" nicht alle Fehler erkennen läßt.

Das Ziel einer Prüfung ist es, folgende Schutzziele sicherzustellen:

- Personenschutz

\* Schutz des Menschen vor gefährlichen Körperströmen

- Sachschutz

\* baulicher Brandschutz

\* Schutz von Anlagen und Einrichtungen.

Zur genaueren Leistungsabgrenzung unterscheidet man:

Erstprüfungen : \* Ausführung gemäß Auflagen/Ausschreibung  
\* Einhaltung der Vorschriften  
\* Funktionsfähigkeit  
\* Personenschutz  
\* Sachschutz  
\* Leistungsparameter

Wiederholungsprüfungen : \* Funktionsfähigkeit  
\* Personenschutz  
\* Sachschutz  
\* Leistungsparameter.

Im Krankenhaus unterscheidet man die Prüfung von:

1. elektrische Anlagen und festangeschlossene Verbraucher
2. medizinische Geräte
3. sonstige ortsveränderlicher Geräte.

Nach jeder Prüfung ist eine Mängelbeseitigung zu veranlassen!!!!!!

## 2. Grundlagen

### Gesetze / Vorschriften

Landesbauordnungen oder ähnliche Gesetzeswerke

VBG 4/GUV 2.10 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

### Regeln der Technik:

DIN VDE 0100	"Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V"
DIN VDE 0101	"Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1000 V"
DIN VDE 0105	"Betrieb von Starkstromanlagen"
DIN VDE 0107	"Starkstromanlagen in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern"
DIN VDE 0185	"Blitzschutzanlagen"
DIN VDE 0510	"VDE-Bestimmungen für Akkumulatoren und Batterie-Anlagen"
DIN VDE 0701	"Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte; - Allgemeine Anforderungen"
DIN VDE 0750	"Medizinische elektrische Geräte"
DIN VDE 0751	"Instandsetzung, Änderung und Prüfung von medizinischen Geräten; - Allgemeine Anforderungen"
DIN VDE 0800	"Fernmeldetechnik"
DIN VDE 0833	"Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall"
DIN VDE 0843	"Lichtruftechnik; Anlagen in Krankenhäusern, Pflegeheimen und ähnlichen Anstalten; Errichten und Betrieb"
DIN VDE 0101 Anhang A	"Musterentwurf - Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauVo)"

Es ist wichtig zu wissen, auf welche Vorschriften und Regeln der Technik die Prüfung aufbaut. In Vorbereitung der Prüfung muß deshalb die zu prüfende Anlage ein- bzw. zugeordnet werden.

### 3. Umsetzung (am Beispiel wiederkehrende Prüfung)

Jede wiederkehrende Prüfung besteht aus folgenden Elementen:

#### Besichtigen

- Kontrolle der technischen Unterlagen
  - \* Bauliche Unterlagen:
    - Personenschutz - Einteilung in Raumarten 0,1 und 2
    - Sachschutz - Erfassung der Brandabschnitte
- Zustand und sachgemäße Nutzung, erkennbare Schäden/Mängel
- Innerer Aufbau, Verschmutzung
- Schutz gegen direktes Berühren
- Angewendete Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren
  - \* mit Schutzleiter
    - Querschnitt Schutzleiter, Erdungsleiter
    - Potentialausgleichsleiter
    - Schutzleiter nicht mit aktiven Teilen verbunden
    - Verlegung, Kennzeichnung, Verwechslung
    - Schutzeinrichtungen (FI, ISO, Ü-Spannungsabl., ...)
    - Übereinstimmung Planungsunterlagen - E-Anlage
  - \* ohne Schutzleiter
    - Übereinstimmung Planungsunterlagen - E-Anlage
    - Unverwechselbarkeit der Steckeinrichtungen
    - bei Schutztrennung nur ein Verbrauchermittel
    - Standortisolierung i.O.
- selektive Absicherung der Haupt- und Folgestromkreise
- Überprüfung der Unterlagen - E-Anlage
- Schaltpläne, Beschriftung, Gebrauchsanweisungen, Betriebsanleitungen
- Einrichtungen der Unfallverhütung und Brandbekämpfung, Hilfsmittel, Sicherheitsschilder ...

#### Erproben

- ISO-Überwachungsgeräte in ungeerdeten Hilfsstromkreisen im IT-Netz, FI- und FU-Schutzschalter auslösen
- Schutzrelais, Not-Aus, Verriegelungen
- Wirksamkeit der Sicherheitsstromkreise
- Rechtsdrehfeld
- Funktionsfähigkeit der Melde- und Anzeigeleuchten
- Potentialausgleich

#### Messen

- Schleifenwiderstandsmessungen
- Auslöseströme von FI-Schaltern
- Isolationsmessungen
  - \* Anlagen und Geräte
- Niederohmige Verbindungen
  - \* Potentialausgleich, Schutzleiter ....
- Leitfähigkeit von Fußböden und Decken
- Standortisolierung

#### 4. eingesetzte Prüf- und Meßmittel

<u>Meßaufgabe</u>	<u>Vorschrift</u>
<u>1. ortsfeste elektr. Anlagen und festangeschl. Betriebsmittel</u>	
- Isolationsmessung z.B.: Isolavi 8	DIN VDE 0413 Teil 1
- Schleifenwiderstands-Meßgerät z.B.: Elavi R	DIN VDE 0413 Teil 3
- Widerstands-Meßgerät z.B.: Elohm 0413	DIN VDE 0413 Teil 4
- Geräte zum Prüfen von FI- und FU-Schutzeinrichtungen z.B.: Elavi FI	DIN VDE 0413 Teil 6
- Erdungs-Meßgerät nach dem Strom-Spannungs-Meßverfahren z.B.: Elohm Z, GEOHM 3	DIN VDE 0413 Teil 7
- Erdungsmeßkoffer	
- Drehfeldrichtungsanzeiger z.B.: DFR 2	DIN VDE 0413 Teil 9
- zweipoliger Spannungsprüfer	DIN VDE 0680 Teil 5
- einpoliger Spannungsprüfer	DIN VDE 0680 Teil 6
- Zangen-Strommesser Meßbereich bis 200 A z.B.: ID 200	DIN VDE 0410
- Beleuchtungsstärkemesser z.B.: Luxmeter	
- Vielfachmesser (Strom, Spannung, ...)	
<u>2. Medizinische Geräte</u>	
- Universalprüfgerät GM-100 / GM-200	DIN VDE ...
<u>3. ortsveränderliche Geräte (VBG 4 / GUV 2.10)</u>	
- Prüfgerät DIN VDE 0105 z.B.: SECUTEST elektronik 2	DIN VDE 0404
- Prüfgerät DIN VDE 0701 z.B.: M 5013 von ABB	DIN VDE 0404
<u>4. Sonstige Prüfgeräte</u>	
- Rauchmelderprüfer R6	

## 5. Dokumentation

Die Prüfung wird dokumentiert durch einen Bericht. In diesem werden alle Aktivitäten der Prüfung erfasst.

Der Inhalt eines Prüfberichtes könnte(sollte) sein:

### I. Objekt- und Prüfdaten

Betrifft	: WAS ?	Vorgang
Objekt	: WO ?	Ort
Prüfdatum	: WANN ?	Zeitpunkt
Prüfgrundlagen	: WARUM ?	Notwendigkeit
Prüfumfang	: WIE ?	Leistungsabgrenzung
Prüfmittel (spezif.):	MIT WAS ?	Prüf-/Hilfsmittel
Prüfer	: WER ?	Ausführender
Prüfergebnis	: { } keine Beanstandungen } Beanstandungen	

### II. Informationsdaten

Zyklus

Weitergehende Hinweise

Empfehlungen

### III. Mängelliste

Bei der Aufzählung der erfassten Mängel sollten folgende Kriterien beachtet werden:

- \* laufende Durchnummerierung der Mängelpunkte
- \* eindeutige Bezeichnung des Fehlerortes
- \* genaue Definition des Mangels
- \* Nach Abschluß der Mängelaufzählung sollten die Empfehlungen und Hinweise vermerkt werden .

6. Prüfumfang am Beispiel medizinischer Geräte

Prüfgegenstand	Schutzklasse I (mit Schutzleiter) Verlängerungs- und Gerätean- schlußleitungen elektrische Be- triebsmittel	Schutzklasse II (ohne Schutzleiter) Geräteanschluß- leitungen elektrische Be- triebsmittel	Prüf- verfahren
<b>Prüfumfang</b>			
<b>1. Sichtprüfung</b> auf äußerlich erkennbare Schäden an: - Anschlußleitung, - Gehäuse, - Zugentlastung, - Biege-, Knickschutz	X	X	
<b>2. Schutzleiterprüfung</b> Auf Durchgang zwischen Anschluß und Verbin- dungsstellen achten	a) $< = 0,3$ bzw. $1,0\Omega$ b) $< = 0,3$ bzw. $0,2\Omega$  (je nach Meßan- ordnung)	---	a) DIN 0701 Pkt.4.3  b) DIN 0751 Pkt.3.2
<b>3. Isolations- Widerstands- Prüfung</b> Betriebsstromkreis gegen berührbare Metallteile	a) $> = 0,5 M\Omega$	a) $> = 2,0 M\Omega$	a) DIN 0701 Pkt.4.4
<b>4. Ersatz- Ableitstrom- Messung</b>	a) $< = 7mA$ , $< = 15mA$ (bei $> = 6KW$ Heizl.)  b) nach Tab.1 DIN VDE 0751	b) nach Tab.1 DIN VDE 0751	a) DIN 0701 Pkt.4.5  b) DIN 0751 Pkt.3.3
<b>5. Funktions- prüfung</b>	X	X	a) DIN 0701 Pkt.4.6

a) Gebrauchsgeräte, Arbeitsgeräte und Geräte der Informationstechnik, DIN VDE 0701 Teil 1, 10.86

b) Medizinische elektrische Geräte der Gruppe 3, DIN VDE 0751 Teil 1, 10.90

Anschrift des Verfassers.

Dipl.-Ing. Wolfgang Albrecht  
DEKRA AG  
Institut für Sicherheit, Umweltschutz und Energie  
Schulze-Delitzsch-Str. 49

70565 Stuttgart

Prüfungen, Prüfmittel und Prüftechniken:  
o medizinische-technisches Service-Zentrum

K. Albrecht, München

---

### 1. Kurze Einführung - Voraussetzungen

Anhand eines Großklinikums (Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München) soll der Werdegang bzw. die Entstehung eines Medizinisch-Technischen Servicezentrums und die damit auch verbundene Umsetzung der Medizingeräteverordnung (MedGV) beschrieben werden.

Ein paar Daten geben Aufschluß über die Größe des Hauses:

- Bettenzahl:	1170
- Gerätebestand:	6860
- Pflegepersonal:	1000
- Technische Abteilung insgesamt:	80
- Medizin-Technisches Personal:	10

Die Medizin-Technische Abteilung wurde 1981 auf Beschluß des Bayerischen Landtags ins Leben gerufen. Anlaß hierfür gab die Veröffentlichung des Ergebnisses einer stichprobenartigen Sicherheitsprüfung medizin-technischer Geräte, die erhebliche Mängel im Bereich der Patientensicherheit aufwies. Demzufolge wurde eine ehestmögliche Überprüfung des gesamten Gerätebestandes auf dessen Sicherheitszustand angeordnet.

Auf dieser Basis war man ab Mitte 1982 gezwungen, sich um die Beschaffung entsprechender Prüfmittel zu bemühen. Da seinerzeit wesentlich weniger entsprechende Meß- und Prüfgeräte zur Verfügung standen, sah man sich notgedrungen gezwungen, das Notwendige selbst zu entwickeln bzw. aus konventionellen Meßgeräten zusammenzustellen. Im Laufe der Jahre ist dadurch ein vollkommen automatisches Meßsystem entstanden, das spezifisch auf die am meisten in einem Krankenhaus vorkommenden Gerätetypen zugeschnitten ist. Dazu gehören im wesentlichen:

- Infusionsgeräte
- Defibrillatoren
- Hochfrequenz-Schneidegeräte (Elektro-Cauter)
- Reizstromgeräte (einschl. ext. Herzschrittmacher)
- EKG-Geräte und Patientenüberwachungssysteme

Als grundlegende Prüfung stand selbstverständlich die elektrische Prüfung gemäß den VDE-Vorschriften 0750 bzw. 0751 im Vordergrund.

Die Entwicklung des Systems sowie auch die EDV-mäßige Datenverwaltung bildeten damals, ohne daß es jemand ahnte, die

grundlegende Struktur für die Übernahme zur Durchführung der Medizingeräteverordnung.

## 2. Umsetzung in die MedGV

Zum 1.1.1986 bescherte die MedGV wohl jedem einiges Kopfzerbrechen. Wesentliche organisatorische Änderungen hatten damals unter Voraussetzung von Pkt. 1 somit größere Priorität, als wie gleichzeitige Überlegungen hinsichtlich der Zurverfügungstellung notwendiger Prüfmittel.

Die zentral wahrnehmbaren Aufgaben wurden weitgehend der Technischen Betriebsabteilung bzw. der Medizintechnik übertragen.

Die damals bereits bestehende Gerätebestandsführung per EDV wurde eingegliedert als das

- Führen des Bestandsverzeichnisses.

Durch Erweiterung der eigenen EDV-Programme wurde damit ebenfalls das

- Führen der Gerätebuchdokumentation

der Medizintechnik übertragen.

Da von Anfang an der Datenverbund zwischen automatischem Prüfsystem und EDV bestand, bot sich auch die Möglichkeit an, die lt. § 5 u. 6 MedGV geforderte

- Geräteeingangsprüfung (einschl. Prüfen der Bauartzulassung, Vorhandensein der Bedienungsanleitungen etc.)

einzurichten.

Auch das Veranlassen bzw. die Terminüberwachung der

- Sicherheitstechnischen Kontrollen nach § 11 MedGV

erfolgte über die EDV.

Ein wesentliches Problem stellte das

- Führen der Einweisungsunterlagen

dar. Durch Personalfluktuation sowie der Größe des Hauses war und ist es nicht möglich, diese Aufgabe zentral wahrzunehmen. Als Lösung des Problems blieb diese Verantwortung beim Pflegedienst über das bereits eingewiesene Personal bzw. bei den einzelnen Kliniken. Zur Vereinfachung wurden parallel zum Anlegen von Karteien persönliche Einweisungskarten erstellt (Geräteführerschein), die Doppeleinweisungen verhindern sollten.

## 3. Meß- und Prüftechniken

Das unter Pkt. 1 bereits erwähnte automatische Meßsystem sowie die dazugehörige EDV sollen im folgenden näher erläutert werden.

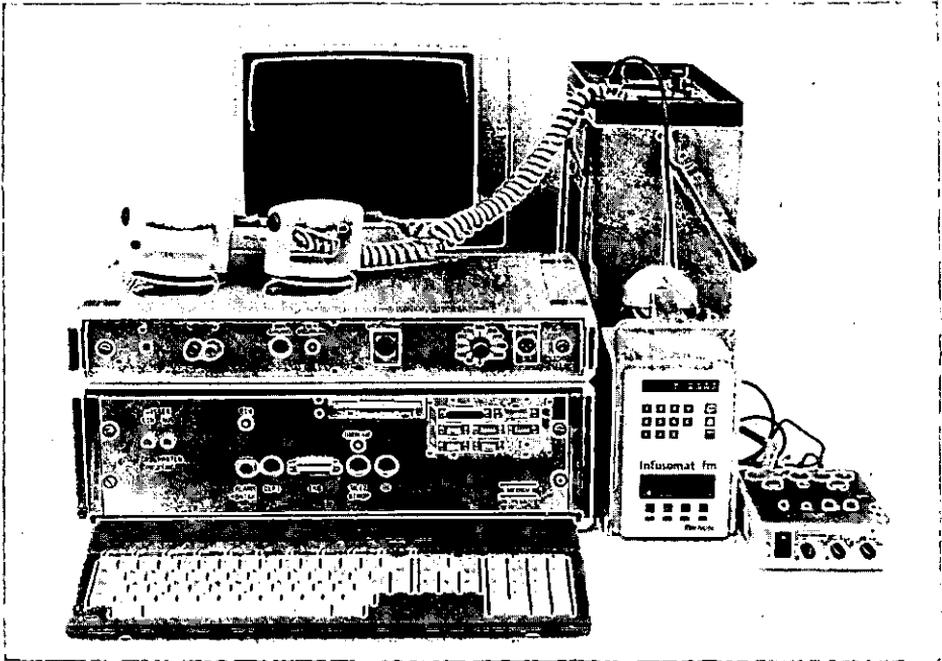


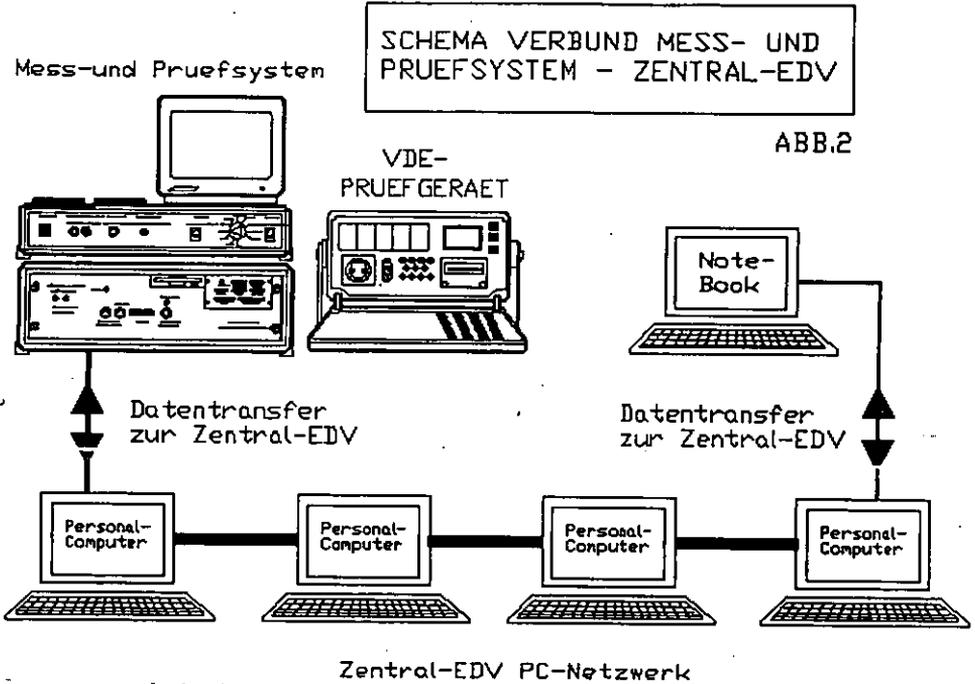
Abb. 1 System

**Komponenten:**

Das System besteht in zwei verschiedenen Ausführungen. In der etwas älteren Form ist die VDE-Prüfung technisch miteingebaut. Die neuere kompakte Form (transportabel, s. Abb. 1) ist als reine Funktionsprüfeinheit konzipiert. Daten der VDE-Prüfung werden von einem externen Prüfgerät per Kabel übernommen.

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Funktionalität ist der bereits erwähnte Datenverbund zur Zentral-EDV. Ohne diesen würde ein Vielfaches an zusätzlicher Arbeit existieren. Sämtliche gewonnenen Prüfdaten müßten per Hand in die Zentral-EDV eingegeben werden. Diese besteht aus einem PC-Netzwerk (Novell) mit mittlerweile 16 angeschlossenen Terminals, von denen jedes in der Lage ist, Meßdaten der Prüfsysteme zu übernehmen.

Abb. 2 veranschaulicht das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten:



Um eine intelligenteren bzw. universellere Lösung zu schaffen, wurden die Prüfsysteme mit eigenen Rechnern ausgestattet. Diese erlauben es, den aktuellen Stammdatenbestand während der STK-Prüfungen vor Ort jederzeit abrufbereit zu haben. Wesentliche Kernfunktionen des MedGV-Programmes in der Zentral-EDV sowie auch der auf den Prüfsystemen laufenden Programme sind Abfragen des Gerätebestandes nach:

- Gerätenummern
- Inventarnummern
- Kliniken
- Stationen
- Firmen
- Gerätetypen

Ebenso sind detaillierte Ausgaben der Prüftermine verfügbar.

Die Entwicklung der letzten Jahre hat im gesamten eine immer stärker werdende Zusammenarbeit mit den Firmen gefordert. Ein Datenaustausch mit beidseitiger Übernahme von Inventarnummern des Klinikums bzw. Servicenummern der Firmen ist mittlerweile unerlässlich, um einen möglichst reibungslosen Ablauf der gesamten Gerätebuchführung zu gestalten. Derartige Planungen gehen bereits soweit, in Kürze einen Rechnerverbund zwischen hauseigener EDV und der von Firmen ins Leben zu rufen. Dies erfordert natürlich wiederum eine umfangreiche Erweiterung der bereits vorhandenen Software.

Als logische Folge dieser Entwicklung ist auch die immer stärker werdende Einbindung aller vorhandenen Daten von Servicelisten bzw. Reparaturkosten in die wirtschaftliche Seite des Klinikums. Kaufentscheidungen, vor allem größerer Geräteserien, werden in erster Linie in Abhängigkeit der vorliegen-

den Informationen getroffen. Das gleiche gilt auch bei Abschluß von Wartungsverträgen oder bei Außerbetriebnahme unrentabler Anlagen.

Um im Einzelnen näher auf die Prüfverfahren einzugehen, sollen nachfolgend einige Beispiele der entsprechenden Prüftechniken beschrieben werden:

#### A) VDE-Prüfung

Als Grundvoraussetzung jeder STK wird eine elektrische Prüfung nach VDE 0750/0751 vorgenommen. Gemessen werden

- Gehäuse-, Erd- und Patientenableitstrom
- Schutzleiterwiderstand
- Isolation
- Leistungsaufnahme
- Stromverbrauch

Das zu prüfende Gerät wird mit der Prüfsteckdose der Prüfeinrichtung verbunden. Per Tastendruck erfolgt die komplette VDE-Prüfung selbsttätig. Die am Bildschirm angezeigten Meßwerte können

- abgespeichert oder
- mit den Altdaten der letzten STK verglichen werden.

Diese Möglichkeit wurde ebenfalls für sämtliche Funktionsprüfungen implementiert.

## B) Infusionsgeräteprüfung

Nach Anschluß des Infusionsgerätes am Prüfsystem wird die am Gerät eingestellte Förderrate gemessen (durchschnittlicher Meßzyklus - ca. 2 Minuten). Meßgläser, Stoppuhren und umständliche Berechnungen entfallen - ein wesentlicher Vorzug der automatisierten Funktionsprüfung.

Üblicherweise werden 3 Messungen über den möglichen Einstellbereich der Infusionspumpe verteilt durchgeführt. Im Laufe der Jahre wurde versucht, die unterschiedlichsten technischen Förder-Systeme (Roller-, Peristaltik-, Kolbenhub- und Spritzenpumpen) mit der im Prüfsystem laufenden Software zu erfassen. Auch konnten Kriterien wie Pumpenintervall-Steuerungen bzw. Einlaufzeiten für Neubestecke ("Kuhschwanzfunktion") berücksichtigt werden. Als Besonderheit wurde die grafische Darstellung des Druckaufbaus im Infusionsbesteck realisiert.

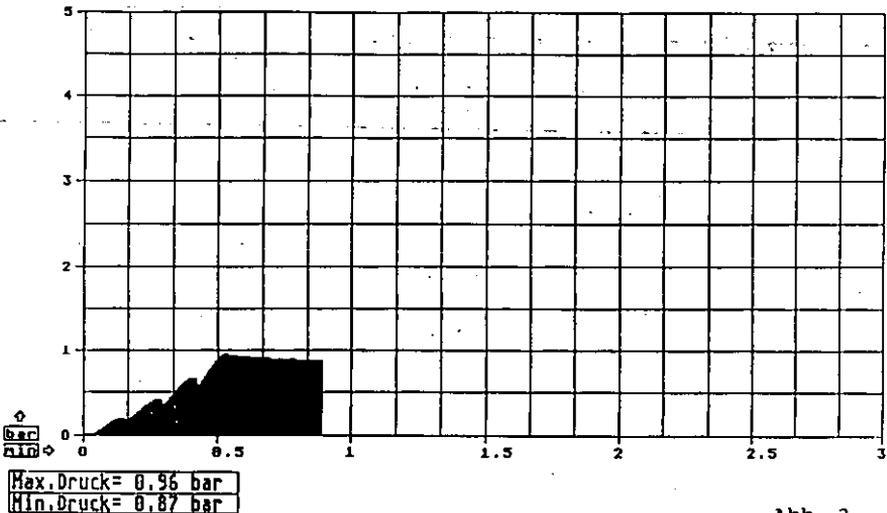


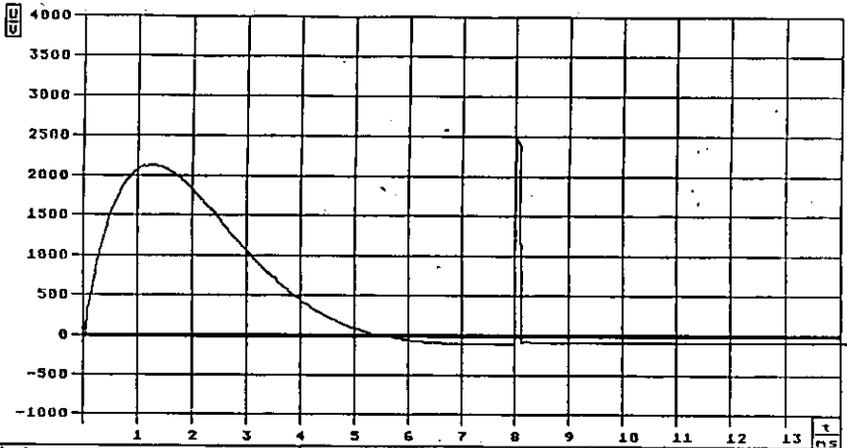
Abb. 3

Sie dient als wesentlicher technischer Beurteilungsmaßstab für das einwandfreie Funktionieren der Fördermechanik. Obligatorisch ist die Kontrolle der Schwesternruffunktion.

### C) Defibrillatoren

Wichtigstes Merkmal eines Defibrillators ist die abgegebene Leistung in Wattsekunden (Joules) gegenüber dem am Gerät eingestellten Wert. Der Verlauf der Defibrillationskurve kann visuell als Funktionsverlauf am Bildschirm überwacht werden.

In der Vergangenheit konnten vorwiegend bei älteren bzw. lange nicht benutzten Geräten Spannungseinbrüche im Funktionsverlauf festgestellt werden (Isolationsfehler). Eine bloße Leistungsanzeige, deren Meßwerte durchaus im vorgeschriebenen Rahmen liegen (+/- 15%) führt dabei u.U. zu einer patientengefährdenden Fehleinschätzung der Leistungsfähigkeit des Gerätes.



Leistungsberechnung  
Eingest. Leistg.: 200 Ws  
Abgegeb. Leistg.: 226 Ws  
Abweichung : 13.86 %

Abb. 4

D) Reizstromgeräte und ext. Herzschrittmacher

Im Bereich von Gleichspannung bis 500 KHz wird der abgegebene Strom (Effektivwert) an 500 Ohm gemessen. Die Darstellung des Funktionsverlaufs bis zu Frequenzen von 5 KHz ist in den allermeisten Fällen mehr als ausreichend. In ähnlicher Weise erfolgt die Prüfung externer Herzschrittmacher. Ein umschaltbarer Patientenersatzwiderstand im Bereich 50 Ohm - 1 KOhm dient als Last.

E) Hochfrequenz-Chirurgiegeräte

Über einen schaltbaren Hoch-Lastwiderstand (50-500 Ohm) kann die Leistungsabgabe von Hochfrequenz-Schneidegeräten geprüft werden. Der zulässige Frequenzbereich erstreckt sich bis zu 3 MHz. Über den gleichen Bereich kann auch der Funktionsverlauf (Schneiden, Koagulieren) am Bildschirm dargestellt werden. Die gesonderte Verwendung eines Oszilloskops entfällt.

F) EKG- und Patientenüberwachungssysteme

Für die schnelle Überprüfung von Elektrokardiographen ist ein EKG-Simulator mit den Ableitungen I-III, bzw. sämtlichen Extremitätenableitungen vorhanden. Funktionsverläufe wie QRS-Komplex mit und ohne Systole, Sinus, Recht- und Dreieck sind frei wählbar.

4. Ausblick und Weiterentwicklungen

Die Einbindung des gesamten Systems in die Abwicklung der MedGV hat sich nunmehr seit mehr als 6 Jahren mehr als bewährt. Hinzugekommen sind Verbesserungen sowie etliche Erweiterungen in vielen Details. Eine Anpassung an künftige Anforderungen bleibt nicht aus und bringt es mit sich, die Gesamtstruktur nochmals zu überarbeiten. Dies beinhaltet die Neukonstruktion der Hardware und Angleichung der Software an zukunftsweisende Systeme. So sei nur die Ausstattung aller Techniker mit tragbaren Notebook- Computern erwähnt, die die gleiche Anbindungsfähigkeit wie das Prüfsystem an die Zentral-EDV besitzen werden. Die ständige Aktualisierung aller Daten steht unter der wachsenden Forderung nach Wirtschaftlichkeit des Geräteeinsatzes und Einsparung an Betriebskosten.

## Schutzmaßnahmen in elektrischen Niederspannungsnetzen

H. Schneider, Köln

---

### 1. Einführung

Die Elektrizität ist die weitverbreitetste Energieform, ohne die unser Leben kaum vorstellbar wäre.

Der Umgang mit Energien muß bewußt und unter Einhaltung strengster Regeln stattfinden.

Beim Umgang mit Elektrizität können sowohl Sachgegenstände (Stromerzeuger, Leitungen, Anlagen, Geräte etc.) wie auch Personen und Nutztiere gefährdet sein.

Für den Umgang mit elektrischer Energie sind daher besondere Vorsichtsmaßnahmen notwendig.

Die Gesamtheit der technischen Regeln, die einen sicheren Umgang mit der elektrischen Energie gewährleisten sollen und als zwingende Grundlage beim Errichten von Anlagen und Betriebsmitteln vorgeschrieben sind, wurden zusammengefaßt und sind uns bekannt unter dem Begriff

#### VDE - Bestimmungen.

Zusätzlich und parallel auf Gesetzesebene wurden Sicherheitsbestimmungen zum Schutze von Personen vor der Gefährdung durch elektrischen Strom geschaffen, die uns bekannt sind unter dem Begriff

#### UVV - Vorschriften.

Unfallverhütungsvorschriften und VDE-Bestimmungen leben, sie werden überarbeitet und angepaßt, um alle denkbar erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten zu gewährleisten.

## 2. DIN VDE 100 Bestimmungen

Der weltweite Vertrieb von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln und die regionalen (nationalen) Bestimmungen und Vorschriften beim Errichten der Anlagen führte unweigerlich zu Problemen.

Obwohl es seit 1906 die Internationale Elektrotechnische Kommission - IEC - gibt, können wir erst seit Anfang der 60-iger Jahre über ernsthafte Bemühungen - (die durch staatliche Abkommen unterstützt wurden) - zur "Harmonisierung" von Sicherheitsbestimmungen für das Errichten elektrischer Anlagen und Betriebsmittel sprechen.

Dementsprechend wurde auch die uns bekannte

DIN VDE 0100

"Errichten von Starkstromanlagen  
mit Nennspannungen bis 1000 V"

überarbeitet, harmonisiert und mit dem Jahr 1980 eine neue Gliederung eingeführt.

Für die Neugliederung von DIN VDE 0100 ist die Zuordnung der IEC-Publikation 364

"Elektrische Anlagen von Gebäuden"

von wesentlicher Bedeutung.

Die Gliederung entspricht dem Vorgehen bei der Planung und Ausführung elektrischer Anlagen.

Gliederung der DIN VDE 0100

Gruppe 100	Anwendungsbereich Allgemeine Anforderungen
Gruppe 200	Allgemein gültige Begriffe Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch
Gruppe 300	Allgemeine Angaben zur Planung elektrischer Anlagen
Gruppe 400	Schutzmaßnahmen
410	Schutz gegen gefährliche Körperströme
420	Schutz gegen thermische Einflüsse
430	Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom
442	Schutz von Niederspannungsanlagen bei Erdschlüssen in Netzen mit höheren Spannungen
443	Schutz gegen Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse
450	Schutz gegen Unterspannungen
460	Schutz durch Trennen und Schalten
470	Anwendung der Schutzmaßnahmen
481	Auswahl von Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme in Ab- hängigkeit von äußeren Einflüssen
482	Auswahl von Schutzmaßnahmen, Brandschutz
Gruppe 500	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel
Gruppe 600	Prüfungen
Gruppe 700	Bestimmungen für Betriebsmittel, Räume und Anlagen besonderer Art

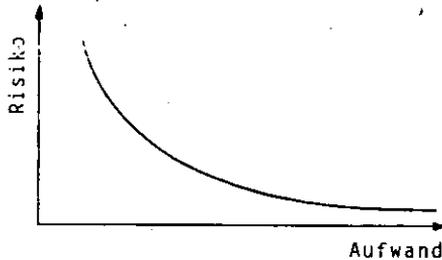
### 3. DIN VDE 0100 Gruppe 400

Im Rahmen der DIN VDE 0100 ist die Gruppe 400 für die Schutzmaßnahmen beim Errichten von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln bestimmt.

**SCHUTZ** ist die Anwendung geeigneter Vorkehrungen, die zur Verringerung des Risikos führen.

Risikoverringering bedeutet Reduzierung der möglichen Eintrittshäufigkeit eines Schadens, der Reduzierung des Umfanges eines Schadens oder beider Ursachen gleichermaßen (Risiko = Schadenshäufigkeit x Schadenshöhe).

Risikoverringering bedeutet gleichermaßen aber Steigerung des wirtschaftlichen Aufwands. Eine graphische Darstellung beider Größen könnte folgendermaßen aussehen:



Beim Errichten und Betrieb von Anlagen darf die Höhe des Aufwands keine Rolle spielen, wenn es sich um potentielle Gefahren von Personen und Nutztieren handelt.

Ist ein Risiko nicht unter eine vertretbare Größe (Grenzrisiko) einzustufen, muß unverzüglich die Stillsetzung und Sicherung der elektrischen Anlage oder Betriebsmittel vollzogen werden.

In der DIN 31000 ist beschrieben

ZIEL DER SICHERHEITSTECHNIK

Technische Erzeugnisse verursachen keine Gefahren

- bei ordnungsgemäßer Errichtung bzw. Aufstellung
- bei bestimmungsgemäßer Verwendung und Handhabung

Die Verwirklichung der ZIELE erfolgt durch:

1. Unmittelbare Sicherheitstechnik
  - keine Gefahr vorhanden
2. Mittelbare Sicherheitstechnik
  - Verwendung sicherheitstechnischer Mittel
3. Hinweisende Sicherheitstechnik
  - Angabe von Bedingungen für gefahrlose Verwendung

Die Ursachen für Unfallgefahren durch elektrischen Strom sind vielfältig. Sie können wie folgt zusammengefaßt werden:

- unsachgerechte Aufstellung und Verwendung
- zu hohe Beanspruchung
- äußere schädliche Einwirkungen
- mangelhafte und unsachgerechte Wartung
- Lebensdauer, Veralterung
- Montagefehler
- mangelndes Sicherheitsbewußtsein
- menschliches Versagen

Die Konsequenzen bei Unfällen mit elektrischem Strom können Extreme erreichen durch:

- gefährliche Körperströme für Mensch und Tier
- thermische Einwirkungen auf Lebewesen und Sachgegenstände
- Nichtverfügbarkeit von Anlagen und Betriebsmitteln

Entsprechend den Unfallgefahren durch elektrischen Strom sind die "Schutzmaßnahmen" laut DIN VDE 0100 Gruppe 400 in:

- A - Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme (VDE 0100, Teil 410)
- B - Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen und Betriebsmittel (VDE 0100, Teil 420 bis 482)

aufgegliedert.

**A. DIN VDE 0100, Teil 410 - Schutz gegen gefährliche Körperströme**

Die allgemeine Anforderung dieser Bestimmung lautet:

Der Schutz von Personen und Nutztieren gegen gefährliche Körperströme ist sicherzustellen durch Maßnahmen, die sowohl den Schutz gegen direktes als auch bei indirektem Berühren bewirken.

Der Schutz gegen gefährliche Körperströme muß sichergestellt werden durch:

- a. das Betriebsmittel selbst oder
- b. Anwendung der Schutzmaßnahmen beim Errichten oder
- c. eine Kombination von a. und b.

Begriffe laut DIN VDE 0100, Teil 200

- Gefährlicher Körperstrom -  
ein Strom, der den Körper eines Menschen oder eines Tieres durchfließt, und der Merkmale hat, die üblicherweise einen pathophysiologischen (schädigenden) Effekt auslösen.
- Direktes Berühren -  
Berühren aktiver Teile durch Personen oder Nutztiere (Haustiere).
- Indirektes Berühren -  
Berühren von Körpern elektrischer Betriebsmittel, die infolge eines Fehlers unter Spannung stehen, durch Personen oder Nutztiere (Haustiere).

Schutz gegen direktes Berühren (Abschnitt 5)

a. Schutz durch Isolierung aktiver Teile

Aktive Teile müssen vollständig mit einer Isolierung umgeben werden, die nur durch Zerstören entfernt werden kann.

Bei Betriebsmitteln muß der Schutz durch eine Isolierung verwirklicht werden, die den mechanischen, chemischen, elektrischen und thermischen Beanspruchungen, denen sie gfls. im Betrieb ausgesetzt wird, dauerhaft standzuhalten vermag.

b. Schutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen

Aktive Teile müssen umgeben oder hinter Abdeckungen angeordnet sein, die mindestens der Schutzart IP 2x entsprechen

Entfernen oder Öffnen von Abdeckungen und Umhüllungen darf nur:

- mit Hilfe eines Schlüssels oder Werkzeuges  
oder

- nach Ausschalten der Spannung an allen aktiven Teilen gegenüber denen die Abdeckungen oder Umhüllungen als Schutz dienen,
- wenn eine Zwischenabdeckung mindestens in Schutzart IP 2x vorhanden ist.

c. **Schutz durch Hindernisse**

Hindernisse bieten einen teilweisen Schutz gegen direktes Berühren; sie brauchen jedoch nicht das absichtliche Berühren durch bewußtes Umgehen des Hindernisses auszuschließen.

d. **Schutz durch Abstand**

Im Handbereich dürfen sich keine gleichzeitig berührbaren Teile unterschiedlichen Potentials befinden.

Teile gelten als gleichzeitig berührbar, wenn sie weniger als 2,5 m voneinander entfernt sind.

e. **Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzrichtungen**

Die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzrichtungen ist nur als Ergänzung der o.g. Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren anzusehen.

Die Verwendung solcher Einrichtungen als alleiniger Schutz gegen direktes Berühren ist nicht zulässig.

**Schutz bei indirektem Berühren (Abschnitt 6)**

a. **Schutz durch Abschaltung oder Meldung**

Die Festlegungen dieses Abschnittes gelten nur für Wechselstromnetze.

Die Abschaltvorrichtungen müssen automatisch sein, damit beim Auftreten von Fehlern eine gefährliche Berührungsspannung innerhalb festgelegter Zeit abgeschaltet und die Gefahr beseitigt wird.

Die Grenze für dauernd zulässige Berührungsspannung beträgt bei Wechselspannung  $U_L = 50 \text{ V}$ , bei Gleichspannung  $U_L = 120 \text{ V}$ .

Diese Grenzen sind international vereinbart, für besondere Anwendungsfälle gfls. niedriger gefordert (z.B. Tiere).

Die Schutzmaßnahmen in Wechselstromnetzen und die dazugehörigen Schutzeinrichtungen sind abhängig von der existierenden Netzform.

1. Im TN-Netz

- alle Körper müssen mit dem geerdeten Punkt des speisenden Netzes durch Schutzleiter bzw. PEN-leiter verbunden werden
- im TN-Netz ist die Verwendung von Überstrom- und Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen zulässig.

2. Im TT-Netz

- alle Körper, die durch eine Schutzeinrichtung gemeinsam geschützt sind, müssen durch Schutzleiter an einen gemeinsamen Erder angeschlossen werden.

Es muß die Bedingungen erfüllt sein :

$$R_a \times I_a \leq U_L$$

$R_a$  - Erdungswiderstand

$I_a$  - Abschaltstrom  
Schutzeinrichtung, der das  
Abschalten innerhalb 5 s  
bewirkt

$U_L$  - Grenz-Berührungsspannung.

- das Ansprechen der Schutzeinrichtung muß in Stromkreisen bis 35 A mit Steckdosen und für ortsveränderliche Betriebsmittel der Schutzklasse I innerhalb von 0,2 s, in anderen Stromkreisen innerhalb von 5 s erfolgen.

- im TT-Netz ist die Verwendung von Überstrom-, Fehlerstrom- und Fehlerspannung-Schutzeinrichtungen zulässig.

3. Im IT-Netz

- kein aktiver Leiter der Anlage darf direkt geerdet werden.
- Körper müssen einzeln, gruppenweise oder in ihrer Gesamtheit mit einem Schutzleiter verbunden werden.

Es muß die Bedingung erfüllt sein:

$$R_A \times I_d - U$$

$I_d$  - Fehlerstrom im Falle des ersten Fehlers

- Im IT-Netz ist die Verwendung von Überstrom-, Fehlerstrom-, Fehlerspannung- und Isolationsüberwachungs-Schutzeinrichtungen zulässig.

4. Hauptpotentialausgleich

Bei jedem Hausanschluß oder jeder gleichwertigen Versorgungseinrichtung muß ein Hauptpotentialausgleich vorhanden sein.

5. Zusätzlicher Potentialausgleich

Ein zusätzlicher Potentialausgleich ist anzuwenden wenn :

- die festgelegten Bedingungen für das automatische Abschalten als Schutz bei indirektem Berühren nicht erfüllt werden können
- Mittelstrich im IT-Netz
- ein zusätzlicher Potentialausgleich wegen besonderer Gefährdung aufgrund der Umgebungsbedingungen gefordert wird (z.B. VDE 0100, Gr. 700).

6. Bestimmungen für Schutzeinrichtungen

Schutzeinrichtungen müssen so hergestellt werden, daß sie bei einer ordnungsgemäßen Verwendung dem Zweck entsprechen.

b. Schutzisolierung

Durch diese Maßnahme soll das Auftreten gefährlicher Spannungen an den berührbaren Teilen elektrischer Betriebsmittel infolge eines Fehlers in der Basisisolierung vermieden werden. Schutzisolierte Betriebsmittel sind mit dem Symbol  gekennzeichnet.

c. Schutz durch nicht leitende Räume

Schutzmaßnahme bei der ein gleichzeitiges Berühren von Teilen unterschiedlichen Potentials vermieden wird.

d. Schutz durch erdfreien, örtlichen Potentialausgleich

Ein erdfreier, örtlicher Potentialausgleich verhindert das Auftreten einer gefährlichen Berührungsspannung.

e. Schutztrennung

Durch Schutztrennung eines einzelnen Stromkreises werden Gefahren beim Berühren von Körpern vermieden.

**B. Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen und Betriebsmittel (DIN VDE0100, Teil 420 bis 482)**

**1. Schutz gegen thermische Einflüsse - Teil 420**

Personen, Nutztiere und Sachen sind gegen zu hohe Erwärmung, die durch benachbarte elektrische Betriebsmittel oder benachbarte Anlagen verursacht werden können, zu schützen.

Temperaturgrenzen für berührbare Teile:

- beim Betrieb in der Hand gehalten	metallisch nicht met.	55° 65°
- beim Betrieb berührt, nicht in der Hand gehalten	metallisch nicht met.	70° 80°
- beim Betrieb nicht berührt zu werden brauchen	metallisch nicht met.	80° 90°

**2. Schutz von Kabel und Leitungen - Teil 430**

Kabel und Leitungen müssen mit Überstrom-Schutzeinrichtungen gegen zu hohe Erwärmung geschützt werden, die sowohl durch betriebsmäßige Überlast als auch bei vollkommenem Kurzschluß auftreten kann.

Als Überstrom-Schutzeinrichtungen dürfen verwendet werden:

- a. Einrichtungen, die sowohl bei Überlast als auch bei Kurzschluß schützen.

Beispiel: - Leitungsschutzsicherungen nach VDE 0636  
- Leitungsschutzschalter nach VDE 0641  
- Leistungsschalter nach VDE 0660, Teil 101

b. Einrichtungen, die nur bei Überlast schützen

Beispiel: - Schütz mit Überstromauslöser  
nach VDE 0660, Teil 104

c. Einrichtungen, die nur bei Kurzschluß schützen

Beispiel: - Teilbereichssicherungen nach  
VDE 0636  
- Leistungsschalter nach  
VDE 0660, Teil 101

Aus der Art von Schutzeinrichtungen ist zu er-  
sehen, daß es sich um zwei Fehlursachen handelt:

- Überlast - Betriebszustand bei dem der  
zugelassene Nennstrom über-  
schritten wird
- Kurzschluß - Überstrom, verursacht durch  
einen Fehler mit vernach-  
lässigbarer Impedanz

Zum Schutz von Überlast muß folgende Bedingung  
erfüllt sein:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

- $I_b$  - Betriebsstrom
- $I_n$  - Nennstrom Schutzeinrichtung
- $I_z$  - zulässige Strombelastbarkeit  
Kabel o. Leitungen
- $I_2$  - Auslösestrom Schutzeinrichtung

Zum Schutz bei Kurzschluß muß folgende Gleichung erfüllt sein:

$$t = \left( K \times \frac{S^2}{I} \right)$$

t - zulässige Abschaltzeit  
(bei Kabeln bis 5 s)

S - Leiterquerschnitt

I - Effektivwert Kurzschlußstrom

K - Materialkoeffizient  
(Leiter + Isolierstoff)

Bei Verwendung von Schutzeinrichtungen sowohl als Überlast wie auch bei Kurzschluß wird in der VDE über das "Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluß" gesprochen. Dabei unterscheidet man:

- Schutz durch gemeinsame Überstrom-Schutzeinrichtung
- Schutz durch getrennte Schutzeinrichtung

Die Schutzeinrichtung muß auf jeden Fall nach ihrer Bestimmung die zu erwartenden Leistungen abschalten können.

In Stromkreisen, wo die Stromquelle einen überschreitenden Strom nicht zu liefern vermag, kann man auf Schutzeinrichtungen verzichten. (Z.B. Schweißtrafo, Klingeltrafo).

Im Beiblatt 1 zu DIN VDE 0100, Teil 430 sind die empfohlenen Werte für die Strombelastbarkeit I und die Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast angegeben.

3. Schutz gegen Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse - Teil 443

Die VDE 0100, Teil 443 ist z.Zt. noch in Beratung (blau Druck), kann jedoch bis zur Normeinführung als Regel der Technik verwendet werden.

Potentialanhebungen in Niederspannungsnetzen, verursacht durch atmosphärische Entladungen, liegen in der Größenordnung von 10 bis 100 us.

Ein Schutz durch Abschalten kann technisch wegen der kurzen Zeit nicht realisiert werden.

Um die Zerstörung von Betriebsmitteln (insb. Elektronik) bei Überspannungen zu vermeiden, werden in der Praxis Überspannungsableiter eingesetzt. Damit ist ein guter Überspannungsschutz zu erreichen, ein vollständiger Schutz aber nicht zu gewährleisten.

4. Schutz gegen Überspannungen - Teil 450

Die hierzu allgemeinen Anforderungen beziehen sich auf einen Spannungseinbruch oder Spannungsausfall mit anschließender Spannungswiederkehr, die zu Gefahren für Personen oder Sachen führen können.

Unterspannungs-Schutzeinrichtungen werden nicht gefordert wenn das Risiko einer Beschädigung der elektrischen Anlage oder Betriebsmittel als tragbar angesehen werden kann, vorausgesetzt hieraus entstehen keine Gefahren für Personen.

5. Schutzmaßnahmen - Trennen und Schalten - Teil 460

In dieser Norm geht es um Gefahren an elektrischen Betriebsmitteln und elektrisch betriebenen Maschinen zu verhindern oder zu beseitigen.

Sie gilt nur in Verbindung mit den entsprechenden anderen Normen der DIN VDE 09100 und ist kein Ersatz für die Schutzmaßnahmen aus Teil 410, Teil 420, Teil 430 und Teil 450.

6. Anwendung der Schutzmaßnahmen - Teil 470

In dieser Norm ist festgelegt, daß in jedem Teil einer elektrischen Anlage und bei jedem elektrischen Betriebsmittel die Schutzmaßnahmen anzuwenden sind.

Es muß vermieden werden, daß es zu schädlichen Beeinflussungen zwischen verschiedenen Schutzmaßnahmen kommen kann.

7. DIN VDE 0100, Teil 481 und Teil 482

Die o.g. Bestimmungen sind noch in Beratung (blau Druck). Ein Zusammenhang mit bisherigen Errichtungsnormen ist in der DIN VDE 0100, Teil 720, Teil 729 und Teil 731 zu finden.

Verfasser: Dipl.-Ing. H. Schneider  
ABB Installationen GmbH  
Hansaring 53-57  
50670 Köln

## **Schutzmaßnahmen in medizinisch genutzten Räumen**

Bedingt durch die politischen Veränderungen in der jüngsten Vergangenheit, werden im folgenden die Schutzmaßnahmen in medizinisch genutzten Räumen aus internationaler Sicht betrachtet.

Weltweit wird geeigneten Schutzmaßnahmen in medizinisch genutzten Räumen bereits seit Jahrzehnten große Bedeutung zugemessen. Das Sicherheitskonzept ist ebenfalls international vergleichbar und stellt sich wie folgt dar:

### **1. Sicherheitskonzept im Krankenhaus**

Elektrische Anlagen in medizinisch genutzten Räumen unterliegen außergewöhnlichen Anforderungen, da Leben oder Gesundheit des Patienten bereits gefährdet werden können, wenn sehr kleine Ströme durch seinen Körper fließen oder wenn lebenserhaltende Geräte, mit denen er untersucht, überwacht oder behandelt wird, ausfallen. Bei der Festlegung der sicherheitstechnischen Anforderungen war zu berücksichtigen, daß Patienten fest mit Teilen elektromedizinischer Geräte verbunden sein können, ihr Hautwiderstand anwendungsbedingt durchbrochen sein kann, ihr Abwehrvermögen bei Analgesie herabgesetzt oder bei Anästhesie ausgeschaltet ist und bei Anwendungen von Geräteteilen in oder am Herzen wegen der hohen Stromempfindlichkeit des Herzmuskels (Ströme größer  $10 \mu\text{A}$ ) eine besondere Gefährdung gegeben ist.

#### **1.1 Der elektrisch sichere Raum und die Anwendungsgruppen**

Bei Sicherheitsfragen, die im Bereich der Elektrotechnik im Krankenhaus auftreten, ergibt sich eine Dreiteilung nach Raum, Gerät und Anwendung. Dieser Systematik folgend beziehen sich die folgenden Betrachtungen auf den elektrisch sicheren Raum der Anwendungsgruppe 2.

Um einen möglichst weitgehenden Schutz des Patienten vor elektrischen Gefahren zu gewährleisten, sind besondere Schutzmaßnahmen bei der Installation der medizinisch genutzten Räume erforderlich. Da Art und Umfang dieser Gefahren von den angewandten Untersuchungs- und Behandlungsmethoden abhängen, muß der Arzt (bei der Planung) die bestimmungsgemäße Nutzung der Räume, die "Raumart," festlegen und der Errichter der elektrischen Anlage die Anforderungen der entsprechenden "Anwendungsgruppe" berücksichtigen (**Tabelle 1**).

Besondere Aufmerksamkeit wird der Stromversorgung in Räumen der Anwendungsgruppe 2 ((DIN VDE 107/11.89) und Räumen der Group 2 nach (IEC 364-7-710) geschenkt. Für diese Räume hat sich weltweit die Anwendung des ungeerdeten IT-Stromversorgungsnetzes mit Isolationsüberwachung durchgesetzt. Die folgenden Ausführungen belegen dies.

Beispielhaft sind diese Anwendungsgruppen nach DIN VDE 0107 und IEC 364-7-710 - Tabellen 1 und 2 auf den folgenden Seiten gezeigt.

Anwendungsgruppe	Raumart, bezogen auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch	Art der medizinischen Nutzung
0	Bettenräume, OP-Sterilisationsräume, OP-Waschräume, Praxisräume der Human- und Dentalmedizin	keine Anwendung elektromedizinischer Geräte oder Anwendung elektromedizinischer Geräte
1	Bettenräume Räume für physikalische Therapie, Räume für Hydro-Therapie, Massageräume, Praxisräume der Human- und Dentalmedizin	Anwendung elektromedizinischer Geräte am oder im Körper über natürliche Körperöffnungen oder bei kleineren operativen Eingriffen (kleine Chirurgie)
	Räume für radiologische Diagnostik und Therapie Endoskopie-Räume	
	Dialyse-Räume, Intensiv-Untersuchungsräume, Entbindungsräume, Chirurgische Ambulanzen	
	Herzkatheter-Räume für Diagnostik	Untersuchungen mit Schwemmkatheter
2	Operations-Vorbereitungsräume, Aufwächeräume, Operations-Gipsräume, Intensiv-Untersuchungsräume, Intensiv-Überwachungsräume, Endoskopie-Räume	Organoperationen jeder Art (große Chirurgie), Einbringen von Herzkathetern, chirurgisches Einbringen von Geräteteilen, Operationen jeder Art, Erhalten der Lebensfunktionen mit elektromedizinischen Geräten, Eingriffe am offenen Herzen
	Räume für radiologische Diagnostik und Therapie, Herzkatheter-Räume für Diagnostik und Therapie (ausgenommen diejenigen, in denen ausschließlich Schwemmkatheter angewendet werden), klinische Entbindungsräume, Räume für Notfall- und Akutdialyse	

**Tabelle 1:** Beispiele für die Zuordnung der Raumarten zu den Anwendungsgruppen nach DIN VDE 0107/11.89

Medical Locations	Group			Class		
	0	1	2	0,5	15	>15
1. Massage Room		X			X	
2. Operating Wash Room						X
3. Ward General (Bed Rooms)		X			X	
4. Delivery Room		X			X	
5. ECG, EEG, EHG Room		X			X	
6. Endoscopic Room		X			X	
7. Examination or Treatment Room		X			X	
8. Labour Room	X					X
9. Operating Sterilization Room	X					X
10. Urology Room (not being an Operating Theatre)		X			X	
11. Radiological Diagnostic and Therapy Room		X			X	
other than mentioned under 20		X			X	
12. Hydrotherapy Room		X			X	
13. Physiotherapy Room		X			X	
14. Anaesthetic Room		X			X	
15. Operating Theatre			X	X 1)	X	
16. Operating Preparation Room			X	X 1)	X	
17. Operating Plaster Room	X	X				X
18. Operating Recovery Room		X			X	
19. Heart Catheterization Room			X 2)		X	
20. Intensive Care Room			X	X 1)	X	
21. Angiographic Examination Room			X 2)		X	
22. Haemodialysis Room		X				X
23. Central Monitoring Room	X				X	
24. Magnetic Resonant Imaging (MRI)		X			X	
25. Nuclear Medicine		X			X	
26. Premature Baby Room		X		X 1)	X	

1) Luminaires and medical electrical equipment which needs power supply within 0.5 s or less.

2) The final decision concerning the Group and the Class, also with lower values of time, shall be left to the Hospital Direction

**Tabelle 2: Raumarten nach IEC 364-7-710, 64 (Sec.) 629; Medically used Locations**

Proposal for allocation of group numbers (according to Sub-clauses 710.204 to 06) and Classification of Safety Services (according to IEC 354-3, Chapter 35)

## 2. Weltweite Entwicklung ungeerdeter Netze in medizinisch genutzten Räume

Die Anwendung ungeerdeter Stromversorgungsnetze in Krankenhäusern begann in den Jahren von 1920 bis 1930 in Amerika. Alarmierende Zahlen von Explosionen und Bränden in Operationsräumen, in denen entzündliche Anästhesiegase benutzt wurden, schreckten die Fachwelt auf. Betroffene Gremien starteten eine Reihe von Untersuchungen, um mögliche Gegenmaßnahmen zu erarbeiten. Im Jahr 1939 begann die NFPA (National Fire Protection Ass.) mit den Arbeiten zur Entwicklung einer Richtlinie über den sicheren Einsatz der Elektrotechnik im Krankenhaus. 1944 wurde die erste Vorschrift in den Vereinigten Staaten mit dem Titel "Safe Practice in Hospital Operating Rooms" veröffentlicht. Diese Veröffentlichung war ein Anfang, doch es war offensichtlich, daß für Operationsräume, in denen entzündliche Gase benutzt wurden, weitergehende Bestimmungen notwendig waren. Ein neues Komitee wurde eingerichtet, diese Bestimmungen zu überarbeiten. Diese neue Be-

stimmung, NFPA 56, wurde 1949 veröffentlicht und spezifizierte den Gebrauch von ungeerdeten Stromversorgungsnetzen in allen Räumen, in denen entzündliche Gase benutzt wurden. Diese Bestimmung war dann auch die Grundlage für NFPA 99, die heute noch gültige amerikanische Norm.. Im Jahr 1959 wurde der NFPA-Standard in den National Electric Code (NEC) eingebunden. Zwischenzeitlich erfolgten weitere Änderungen, doch die Empfehlungen für das ungeerdete Netz in allen Räumen, in denen Feuchtigkeit und entzündbare Gase auftreten können, ist bis heute aktuell.

Andere Länder stellten etwa zur gleichen Zeit Untersuchungen zu dem genannten Problem an. Etwa seit 1960 stellte sich für die Elektroinstallation eine neue Herausforderung. Neben den bekannten Problemen der Feuer- und Explosionsrisiken kam nun das Thema Mikroschock und unterbrechungsfreie Stromversorgung ins Gespräch. Besonders durch die zunehmende Anzahl an medizinisch-technischen Geräten bei der Diagnostik und Therapie wurde dieses Thema häufiger in der Fachwelt diskutiert.

Bereits im Jahr 1935 lagen Arbeiten vor, die den Effekt von Strömen auf den menschlichen Körper erläuterten. In der Vorschriftenarbeit verschiedener Länder für Elektroinstallationen im Krankenhaus erkannte man nun die Vorteile des ungeerdeten Stromversorgungsnetzes. Die Vorteile in bezug auf die geringeren Körperströme im Erdschlußfall oder die höhere Zuverlässigkeit dieser Netzform wurden dabei unterschiedlich gewichtet.

Die Canadian Standard Association (CSA) veröffentlichte im Jahr 1963 den CSA-Standard Z 32 mit dem Titel "Code for Prevention of Explosion and Electric Shock in Hospital Operation Rooms." Auch in der späteren Ausgabe von 1970 spezifizierte diese Bestimmung die Installation des ungeerdeten Stromversorgungssystems für alle "Anesthetizing locations" unabhängig von der restlichen Hausinstallation.

Die erste deutsche Bestimmung für die Elektroinstallation im Krankenhaus wurde 1962 veröffentlicht. Für Operationsräume und Intensivstationen wurde von Beginn an das ungeerdete Netz mit entsprechender Isolationsüberwachungseinrichtung vorgesehen. An dieser in Deutschland bewährten Installationstechnik hat sich auch durch die späte Bestimmung von DIN VDE 0107 von 1981 und 1989 nicht geändert.

Auch in Italien führte die AEI (Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana) im Jahr 1973 das ungeerdete Stromversorgungsnetz im Krankenhaus ein. Diese Bestimmung hatte den Titel: "Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico." Auch hier wurde die Überwachung des ungeerdeten Stromversorgungsnetzes in Operationsräumen gefordert. Die überarbeitete Ausgabe der genannten Bestimmung stammt aus dem Jahr 1988.

Als nächstes führten die Niederlande das ungeerdete Stromversorgungsnetz in medizinisch genutzte Räume ein. Die Bestimmung NEN 3134 "The Guide for Electrical Installation in Medically Used Rooms" wurde 1975 veröffentlicht. Diese Bestimmung stellte besondere Anforderungen an das ungeerdete Netz im Operationsbereich. Der Transformator sollte danach 1,6 kVA Leistung nicht übersteigen, und der Ableitstrom darf nicht größer als 35  $\mu$ A sein. Auch an das Überwachungsgerät werden besondere Anforderungen gestellt.

1976 wurde dann in Australien der Code AS 3003 veröffentlicht mit dem Titel: "Rules for Electrical Wiring and Equipment in Electromedical Treatment Areas of Hospitals." Auch hier finden wir das ungeerdete Stromversorgungssystem mit entsprechender Überwachung der Gesamtimpedanz dieses Netzes. Auch der Einsatz des Fehlerstromschutzschalters und der Lastüberwachung der Transformatoren ist vorgesehen.

Im Jahr 1978 wurde in Spanien die UNE 20-615-788 veröffentlicht "Systeme mit Isoliertransformatoren für medizinische Anwendung und die dazugehörigen Steuer- und Schutzeinrichtungen." Diese Norm basiert auf den IEC-Dokumenten 62A(CO)8 und 62A(CO)32. Die Isolationsüberwachung sieht alternativ die Impedanzüberwachung oder die ohmsche Überwachung vor.

Aus Chile kennen wir die Norm NSEG 4.E.P.79 (Stromversorgung für medizinisch genutzte Räume) aus dem Jahr 1979.

Das nächste Land, welches das ungeerdete Stromversorgungssystem im Krankenhaus einführte, war im Jahr 1982 Japan. Im Gegensatz zu den meisten europäischen Ländern führte Japan wie Amerika die Impedanzüberwachung des ungeerdeten Netzes ein.

Im Jahr 1988 wurde vom Electrotechnical Council of Irland die Vorschrift TC 10 veröffentlicht. Neben dem isolierten Netz wird in dieser Bestimmung besonderer Wert auf den Potentialausgleich gelegt. Ähnlich wie die australische Norm wird hier alternativ der Einsatz des Fehlerstromschutzschalters vorgesehen.

Die letzte Veröffentlichung von Installationsnormen für den medizinisch genutzten Bereich kommen aus der Schweiz. Die Med 4818/10.89 "Vorschriften für elektrische Installation in medizinisch genutzten Räumen" erläutert das ungeerdete Stromversorgungsnetz und die ohmsche Isolationsüberwachung recht deutlich.

Aufgrund des aufgezeigten weltweiten Trends, Installationsanweisungen für medizinisch genutzte Räume zu erstellen, begann auch die IEC damit, Regeln zu erarbeiten. Die ursprüngliche Ausarbeitung vom IEC-Komitee 62A wurde zwischenzeitlich von IEC TC 64 WG 26 komplett überarbeitet und weitergeführt.

### **3. Räume der Anwendungsgruppe 2**

Dies sind medizinisch genutzte Räume, in denen netzabhängige elektromedizinische Geräte betrieben werden, die operativen Eingriffen oder Maßnahmen dienen, die lebenswichtig sind. Bei Auftreten eines ersten Körperschlusses (Erdschlusses) oder Ausfall der allgemeinen Stromversorgung müssen diese Geräte weiterbetrieben werden können, weil Untersuchungen und Behandlungen nicht ohne Gefahr für den Patienten abgebrochen und wiederholt werden können.

In den Räumen der Anwendungsgruppe 2, wie Operations- und Vorbereitungsräume, Operationsräume, Aufwachräume, Operations-Gipsräume, Intensiv-Untersuchungsräume, Endoskopie-Räume, Räume für radiologische Diagnostik und Therapie, Herzkatheter-Räume für Diagnostik und Therapie (Ausnahme Schwemmkatheter), klinische Entbindungsräume, werden operative Eingriffe oder lebenswichtige Maßnahmen vorgenommene wie:

- Organoperationen jeder Art (große Chirurgie)
- Einbringen von Herzkathetern (Ausnahme Schwemmkatheter)
- chirurgisches Einbringen von Geräteteilen
- Erhalten der Lebensfunktionen mit elektromedizinischen Geräten
- Eingriffe am offenen Herzen
- Operationen jeder Art.

Country	Code	Isolated Power (IT-Netzwerk)		Insulation Monitor		Load Monitor		Transformer Temperature Monitor		Maximum Load	Transformer Requirements	Transformer Leakage
		yes	no	ohmic	hybrid	yes	no	yes	no			
Australia	AS3003	X			X	X			X		AS3100	0,25 mA
Austria	ÖV-EN7	X		X			X			8kVA	ÖVE-M/EN60472	*
Canada	CSA Z31.1	X			X	X		X	X	5 kVA	CSA C22.1	15 µA
Chile	N.SEG 4EP79	X			X	X		X	X	5 kVA	*	*
Spain	UNE20-615-80	X		alt x	alt x	X		X	X	6,3 kVA	UNE 20-339-78	0,5 mA
Finland	SFS 4372	X		X		X		X	X	*	IEC 601-1	0,5 mA
France	NF C15-211	X		X		X		X	X	7,5 kVA	NF C774-010	0,5 mA
Germany	DIN VDE 0107	X		X		X	X	X	X	8 kVA	DIN VDE 0551	*
Ireland	TC10	X		alt x	alt x	X		X	X	8 kVA	IEC 742	*
Italy	CEI 64-6	X		X		X		X	X	7,5 kVA	CEI 11-11	0,5 mA
Japan	JIS T 1022	X			X	X		X	X	7,5 kVA	JIS C0702	0,1/0,5 mA
Jugoslavia	JUS N.S.5.1-5	X		X		X		X	X	8 kVA	DIN VDE 0551	*
Netherlands	NEN 3134	X			X	X		X	X	1,6 kVA	NEN 3615	500 pF/35 µA
Norway	NVE-1991-FEB	X			X	X		X	X	*	IEC 7742	*
Switzerland	MED 4818	X		X		X		X	X	8 kVA	EN60742	*
USA	NFPA 99	X			X	X		X	X	10 kVA	NFPA 99	50 µA

\* keine Festlegungen

Tabelle 3: Übersicht zur Anwendung ungeerdeter IT-Netze in Räumen der Anwendungsgruppe 2 (International)

#### 4. Stromversorgung von Räumen der Anwendungsgruppe 2

Es muß heute vorausgesetzt werden, daß in allen Operationsräumen in Deutschland IT-Netze eingebaut sind. Geht man davon aus, daß mindestens alle fünf Jahre die elektrischen Anlagen von anerkannten Sachverständigen geprüft werden, so müssen Mängel festgestellt und zwischenzeitlich behoben worden sein. Einen Operationsraum heute zum Beispiel in klassischer Nullung zu betreiben, ist nicht zu verantworten. Hierfür dürfte es auch keine vorübergehende Betriebslaubnis der aufsichtsführenden Behörde geben.

Für jeden Raum oder jede Raumgruppe der Anwendungsgruppe 2 ist für Stromkreise, die der Versorgung elektromedizinischer Geräte für operative Eingriffe oder Maßnahmen dienen, die lebenswichtig sind, mindestens ein eigenes IT-Netz zu errichten.

In Räumen der Anwendungsgruppe 2 darf beim ersten Fehler keine Abschaltung, sondern nur eine Meldung erfolgen, weil Untersuchungen oder Behandlungen nicht ohne Gefahr für den Patienten unterbrochen werden können. Deshalb ist in diesen Räumen die Schutzmaßnahme "Meldung durch Isolationsüberwachung im IT-Netz" mindestens für folgende Stromkreise anzuwenden:

- Stromkreise mit zweipoligen Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt, an die elektromedizinischen Einrichtungen angeschlossen werden, die operativen Eingriffen oder Maßnahmen dienen, die lebensnotwendig sind

- Stromkreise für Operationsleuchten und vergleichbare Leuchten, die mit Nennspannungen über 25 V Wechsel- oder 60 V Gleichspannung betrieben werden.

Für Steckdosenstromkreise in IT-Netzen der Anwendungsgruppe 2 wird empfohlen, alle Stromkreise mit zweipoligen Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt aus dem IT-Netz zu versorgen. Die Steckdosen an jedem Patientenplatz sind auf mindestens zwei Stromkreise aufzuteilen. Jeder Stromkreis sollte nicht mehr als sechs Steckdosen enthalten. Diese Steckdosen des IT-Netzes sind eindeutig zu kennzeichnen.

#### 4.1 Zusätzlicher Potentialausgleich in Anwendungsgruppe 2

Zum Ausgleich von Potentialunterschieden in Räumen der Anwendungsgruppen 1 und 2 ist zwischen den Körpern der elektrischen Betriebsmittel und fest eingebauten fremden leitfähigen Teilen ein zusätzlicher Potentialausgleich zu errichten. In Räumen, in denen intrakardiale Eingriffe vorgenommen werden, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich. In der Anwendungsgruppe 2 (**Bild 2**), wo Untersuchungen oder Behandlungen im Herzen oder am freigelegten Herzen vorgenommen werden, darf die Spannung im Bereich von 1,25 m um die zu erwartende Position des Patienten 10 mV nicht überschreiten. Die Auswahl und die Bemessung der Leiter wird nach DIN VDE 0540 vorgenommen und muß grünelb gekennzeichnet werden. Für jeden Stromkreis ist ein eigener Schutzleiter notwendig.

#### 5. Schutz durch Meldung im IT-Netz

Jedes IT-Netz für die Stromversorgung in Räumen der Anwendungsgruppe 2 ist mit einem Isolationsüberwachungsgerät nach DIN VDE 0413/Teil 2 auszurüsten, das folgenden zusätzlichen Festlegungen entsprechen muß:

- der Wechselstrom-Innenwiderstand muß mindestens 100 kOhm betragen
- die Meßspannung darf nicht größer als 25 V Gleichspannung sein
- der Meßstrom darf auch im Fehlerfall nicht größer als 1 mA sein
- die Anzeige muß spätestens bei Absinken des Isolationswiderstands auf 50 kOhm erfolgen.

Für jedes IT-Netz ist an geeigneter, während des Betriebs von medizinisch zuständigem Personal ständig überwachbarer (oder sichtbar/hörbarer) Stelle eine Meldekombination anzuordnen, die folgende Einrichtungen enthält:

- eine grüne Meldeleuchte als Betriebsanzeige
- eine gelbe Meldeleuchte, die bei Erreichen des eingestellten Isolationswiderstands aufleuchtet; sie darf nicht löschar und nicht abschaltbar sein
- eine akustische Meldung, die bei Erreichen des eingestellten Isolationswiderstands ertönt; sie darf löschar, aber nicht abschaltbar sein
- eine Prüftaste zur Funktionsprüfung, bei deren Betätigung ein Widerstand von 42 kOhm zwischen einen Außenleiter und den Schutzleiter geschaltet wird.

Zurückkommend auf die internationalen Überlegungen decken sich die Texte von IEC 364 Part 7 Section 710 weitgehend mit dem oben aufgeführten Text von DIN VDE 0107/11.889.

## **6. Elektrische Sicherheit in medizinisch genutzten Räumen nach Entwurf IEC 364 Part 7 Section 710 (Electrical installations in hospitals and locations for medical use outside hospitals)**

Nachdem die Arbeiten an IEC 62A nicht weitergeführt wurden, wurde ein neuer Anlauf im TC 64 mit der Working Group 26 begonnen. Der Arbeitstitel dieser Arbeitsgruppe ist: Electrical installations in hospitals and locations for medical use outside hospitals. Diese Arbeitsgruppe mit Mitarbeitern aus Deutschland, England, Frankreich, Niederlande, Italien und Finnland erarbeiteten die Draft zur Publication 364: Electrical installations of buildings,

Part 7: Particular requirements for special installations or locations.

Section 710: Medical locations and associated area.

In Punkt 710.413.1.5 wird das Medical IT System beschrieben. Der Text wird hier aufgrund der geplanten internationalen Anwendung im englischen Originaltext wiedergegeben:

### **Item 710.413.1.5 Medical IT system**

In locations of group 2, for circuits supplying electrical equipment, which is situated within 2,5 m above the floor; the medical IT system is to be equipped with an insulation monitoring device which shall meet the following additional requirements:

- the AC internal resistance shall be at least 100 kOhm
- the test voltage shall not be greater than 25 VAC
- the test current shall, even under fault conditions, not be greater than 1 mA
- the indication shall take place at the latest when the insulation resistance has decreased to 50 kOhm.

A test device shall be provided to test this facility.

Transformers for medical IT systems in locations of Group 2 shall be isolating transformers according to IEC 742. For each medical IT system, an acoustic and/or visual alarm system incorporating the following components is to be arranged at a suitable place such that it can be permanently monitored (visual and/or audible signals) during its operation by medically nominated staff:

- a green signal lamp to indicate normal operation
- a yellow signal lamp which lights when the set minimum value insulation resistance is reached; it shall not be possible for this light to be cancelled and disconnected
- an audible alarm which sounds when the set minimum value insulation resistance is reached; it shall not be possible for this light to be cancelled and disconnected
- an audible alarm which sounds when the set minimum value insulation resistance is reached; the signal may be silenced, but it shall not be possible to isolate it; the signal shall be cancelled only on removal of the fault condition.

## **7. Zusammenfassung**

Der oben genannten Zusammenfassung der Vorschriftenarbeit vieler Länder für die Elektroinstallation im Krankenhaus ist zu entnehmen, daß die ursprüngliche Anwendung des ungeerdeten Netzes im Operationsbereich der Reduzierung von Explosionen und Feuer dienen sollte. Dieser Gefahr konnte man zwischenzeitlich weitgehend durch den Einsatz nicht explosionsgefährdender Anästhesiegase begegnen. Dagegen stieg die Anzahl medizinisch-technischer Geräte im Operationsraum drastisch an. Die Gefahr der Stromunterbrechung durch einzelne Erdschlüsse und Isolations-

fehler stieg dadurch in gleichem Maße an. Die Vielzahl der nationalen Vorschriften belegen, daß die Fachwelt das ungeerdete IT-Stromversorgungsnetz in Operationsräumen und Intensivstationen als das geeignete System zur Reduzierung von Risiken durch Körperströme und Explosionsgefahren ansieht. Die Möglichkeit des Weiterbetriebs im Erdschlußfall wird von der Fachwelt als bedeutender Sicherheitsaspekt gesehen.

#### **Literatur**

**Streu, K. B.:** Elektrische Sicherheit im Krankenhaus 4, 1977; Freiburg: Hellige GmbH

**Pointner, E.:** Starkstromanlagen in Krankenhäusern und Arztpraxen. de Der Elektromeister & Deutsches Elektrohandwerk (1990) H. 8

**Sudkamp, N.:** Die neue DIN VDE 0107. Krankenhaustechnik (January 1990)

**Klein, B.:** Health Care Facilities Handbook. National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, USA, 1990, page 29

**Hofheinz, W.:** World-wide History of Isolated Power in Hospitals and Present Trends. Medical Electronics (June 1990) Pittsburgh PA, USA.

Verfasser: **Dipl.-Ing. W. Hofheinz**  
Dipl.-Ing. W. Bender GmbH & Co. KG  
Londorfer Str. 65  
6310 Grünberg  
Tel: (06401) 8 07 36  
Fax: (06401) 8 07 59

## Die Einbindung der gebäudetechnischen Informationsverarbeitung in ein Krankenhausinformations-Netz

Dr. Reinhard Frodl, Bad Homburg v. d. H

### 1.) Aufgabenstellung der gebäudetechnischen Informationssysteme

Bevor auf die Vernetzung der verschiedenen gebäudetechnischen Informationssysteme eingegangen wird, sollen zunächst die einzelnen Aufgabenstellungen der technischen Verwaltung erläutert werden, um die Aufteilung in die unterschiedlichen Einzelsysteme zu erkennen. Die Aufgaben gliedern sich im wesentlichen in:

- Betriebsführung des Krankenhauses,
- Instandhaltung aller technischen und medizinischen Geräte
- und die Gewährleistung der Sicherheit.

Zur Betriebsführung gehören alle Arbeiten zum Unterhalt und der Pflege der gesamten Liegenschaft sowie des Gebäudes. Auf Grund des Gesundheitsstruktur-Gesetzes (GSG) wird sicherlich in Zukunft das Energiemanagement und Ressourcenmanagement (Wasser/Abwasser, Abfälle) ein immer wichtigerer Teil der Betriebsführung werden. Das entscheidende Informationssystem für ein effizientes Energiemanagement ist die Gebäudeleittechnik (GLT) in Verbindung mit DDC-Regelung und -Steuerung in den Gewerken. Die DDC-Regelung steuert und optimiert die einzelnen Prozesse (Heizung, Lüftung), übergeordnete Strategien (z. B. Lastspitzenprogramm) werden von der GLT abgewickelt.

Eine weitere wichtige Aufgabe der gebäudetechnischen Informationsverarbeitung ist die Instandhaltung der betriebstechnischen Anlagen. Die Instandhaltung beinhaltet nicht nur die Reparatur im Störfall, sondern verlangt bei einer effizienten Anlagenbetriebsweise auch die vorbeugende Wartung und Inspektion. Diese Aufgabenstellung wird von einem sogenannten Wartungsmanagement-System EDV-mäßig unterstützt. Ein leistungsfähiges System erstellt die Arbeitsaufträge nicht nur im Störfall, sondern auch für die vorbeugende Wartung und verteilt die Aufgaben an interne und externe Stellen. Ferner verwaltet es, gemäß den Arbeitsaufträgen, das Materiallager für die Reparaturen.

Eine wichtige Aufgabe des Instandhaltungsprogramms ist auch die Kapazitätsplanung für die zur Verfügung stehenden Servicetechniker. Ferner gewährleistet ein Wartungssystem die Kostenkontrolle bezogen auf einzelne Kostenstellen bzw. -träger und den Vergleich mit dem angesetzten Budget. Entsprechende Statistiken geben jederzeit Aufschluß über die Ist-Situation im Vergleich zum Jahresplan.

Analog zu den betriebstechnischen Anlagen müssen auch die Medizingeräte verwaltet werden. Hier gelten die Vorschriften der MedGV, die die einzelnen Schritte genau festlegt. Auch diese Aufgabenstellung sollte von einem Wartungsmanagement-System gelöst werden.

Zum Aufgabengebiet der technischen Verwaltung gehört oft auch die Schlüsselverwaltung im Krankenhaus. Auf Grund der teilweise hohen Fluktuation und Flexibilität des Personals stellt die Schlüsselverwaltung große Anforderungen an die Organisation. In größeren Krankenhäusern ist dies aus unserer Sicht nur mit einem EDV-gestützten Informationssystem effizient abzuwickeln, das idealerweise in das Wartungsmanagement-System integriert ist.

Eine weitere Aufgabenstellung ist die Gewährleistung der Sicherheit. Dazu gehört die Überwachung der Aufzüge, der Betrieb von Brandmeldeanlagen und evtl. einem Zutrittskontrollsystem mit Videoüberwachung und die Parkplatzverwaltung.

Auch Zeiterfassungssysteme können in einem Krankenhaus eingesetzt sein, ebenso Systeme zur Kantine datenerfassung.

Diese Aufzählung ist keineswegs vollständig und berücksichtigt z. B. nicht die technischen Systeme, die patientennah eingesetzt werden (z. B. Schwesternruf oder Patiententelefon).

Die Informationssysteme, die diese Aufgaben bewältigen, müssen über umfangreiche technische Datenbanken verfügen. Diese Datenbanken enthalten Stammdaten, über

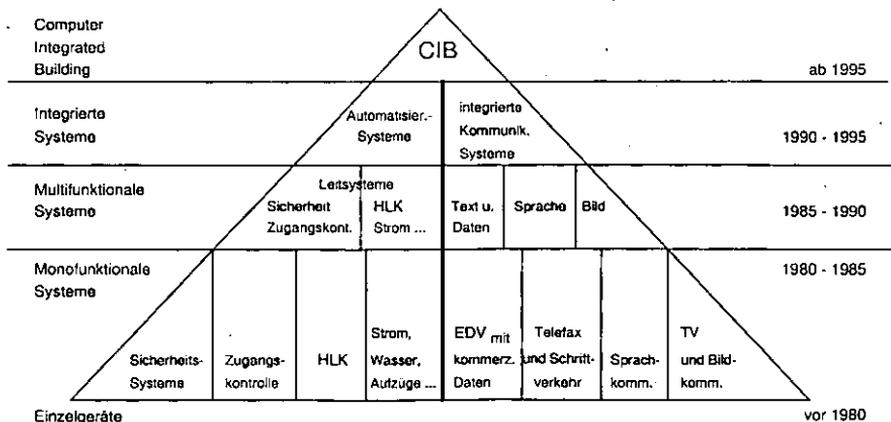
- die gesamte Liegenschaft
- die einzelnen Gebäude
- die Räume
- die betriebstechnischen Anlagen und deren Komponenten
- die medizinischen Geräte
- die ausgegebenen Schlüssel.

Auch die Aktualdaten, wie Energieverbräuche, Betriebsstunden, Zustand der Geräte und Anlagen, Materialverbrauch, Kostenstellen und Budget sind auf die unterschiedlichen Datenbanken der einzelnen Systeme verteilt.

## 2. Integration von Informationssystemen

Bevor auf die konkreten Kopplungsanforderungen zwischen den unterschiedlichen Systemen eingegangen wird, sollen im folgenden kurz die prinzipiellen Möglichkeiten der Integration von Informationssystemen gezeigt werden, die letztendlich in einem total integrierten System enden können. Aus heutiger Sicht kann man dies nur als eine Vision sehen, die noch weit von der Realität entfernt ist. Die in Abb. 1 dargestellte Integrations-Pyramide zeigt die möglichen Stufen der Integration von technischen, kommerziellen und Kommunikationssystemen.

Abb. 1: Die Integrations-Pyramide



Warum wünscht der Benutzer eigentlich ein integriertes Informationssystem?  
Die wichtigsten Vorteile sind:

- einheitliche Verkabelung des gesamten Gebäudes
- einheitliche Bedienoberflächen für alle Systeme
- keine Doppelerfassung von Daten.

#### **Einheitliche Verkabelung**

Inzwischen gibt es Normen (ISO/OSI-Modell), die gewährleisten, daß zwischen Systemen der Managementebene (Leitsysteme, kommerzielle EDV) sowohl im lokalen Netz (LAN mit Ethernet oder Token Ring), als auch im Weitverkehrsnetz (WAN mit X.25), der physikalische Austausch der Daten auf einem Kabel möglich ist. Allerdings sind Systeme, die als vollkommen integrierte Lösungen die Bildverarbeitung und Sprachkommunikation mit beinhalten, noch sehr aufwendig und somit teuer und schwer beherrschbar (z. B. über Breitbandkabel).

Auf der Feldebene (Fühler, Stellglieder, Sensoren, Schalter) hingegen zeichnet sich noch keine eindeutige Norm ab (evtl. Profibus?), so daß hier die herstellereigenen Bussysteme eindeutig dominieren.

#### **Bedienoberfläche**

Bei der Gestaltung der Oberflächen hat sich in letzter Zeit ein eindeutiger Trend in Richtung WINDOW-orientierter Oberflächen mit Mousebedienung herauskristallisiert. Diese Bedienelemente hat die älteren Systeme, die auf Cursertasten und Funktionstasten sowie rein zeichenorientierten Darstellungen beruhen, schon zum größten Teil abgelöst. Wenn auch der WINDOW-orientierte Standard noch nicht zu einer 100% einheitlichen Bedienoberfläche führt, sind hier jedoch deutliche Fortschritte zu sehen. Die Window-Oberfläche kommt nicht nur in dem gleichnamigen Betriebssystem, sondern auch in anderen Betriebssystemen wie OS/2 oder im sogenannten SAA-Standard wie auch in Nicht-PC-Systemen (Macintosh) zum Einsatz.

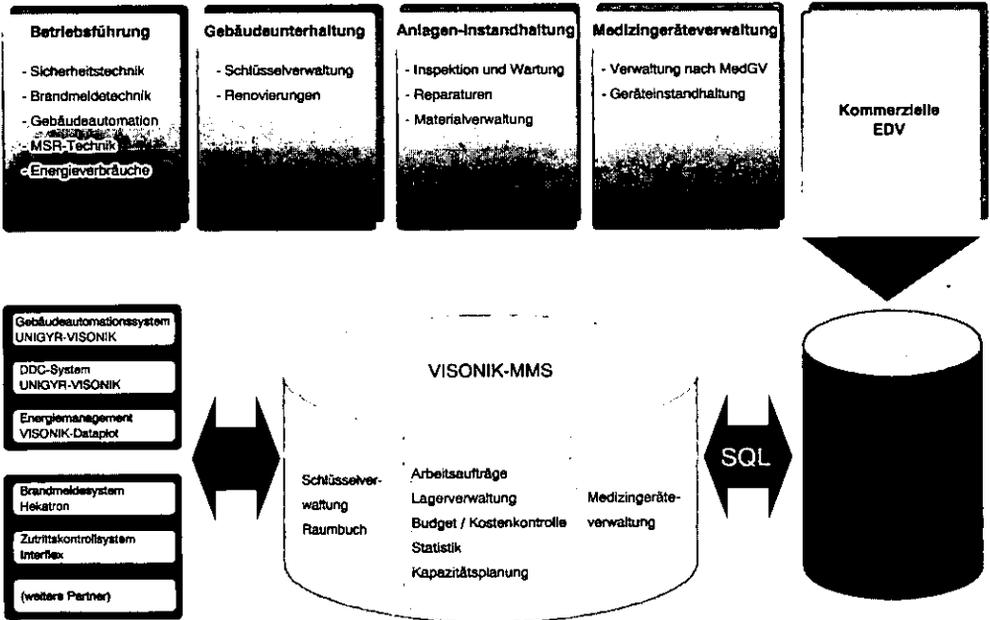
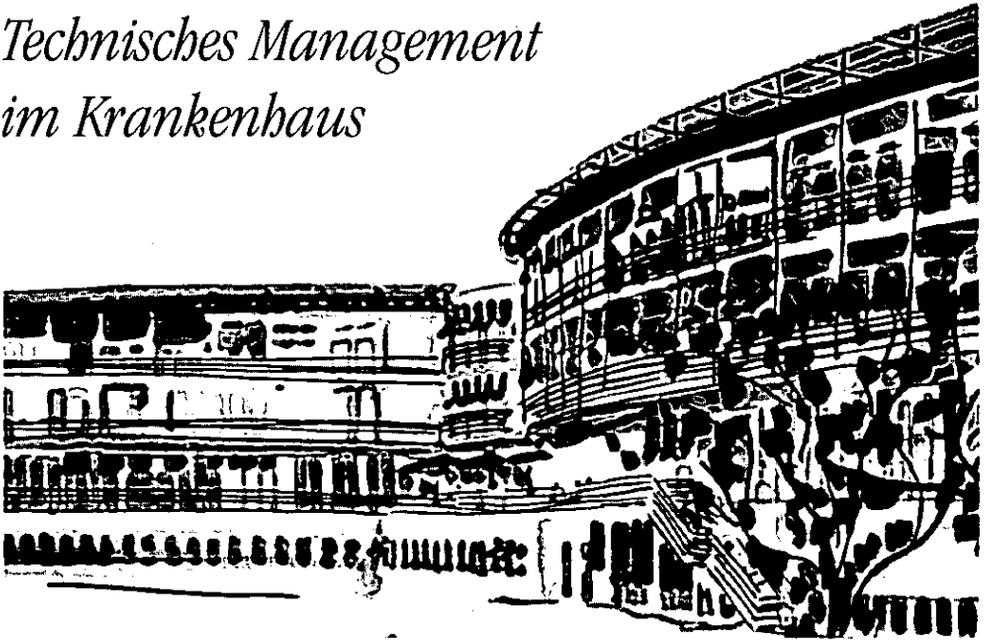
#### **Doppelerfassung von Daten**

Um die Doppelerfassung von Daten zu vermeiden, müssen die Anwenderdaten zwischen den einzelnen Systemen ausgetauscht werden. An dieser Stelle soll deutlich darauf hingewiesen werden, daß für den Austausch der Anwenderdaten keine allgemein gültige Standardisierung existiert. Die ISO/OSI-Normung der Anwenderschicht (Layer 7) definiert den Zugriff auf die Anwendung und nicht die Anwendung selbst.

Ansätze zur Normung von Anwendungsdaten gibt es z. B. in der Industrieautomation durch "Compagnion Standards" in MAP, in der Gebäudeleittechnik mit "Profibus Implementation Guide" oder "FND" und in der Patientenverwaltung mit HL7.

Für den Austausch der Anwenderdaten, die im allgemeinen in den unterschiedlichen Systemen auf der sogenannten Datenbank abgelegt sind, ergeben sich dennoch unterschiedliche Möglichkeiten. Im einfachsten Verfahren werden die Daten über Listen ausgetauscht, die in das jeweilige System händisch eingegeben werden. Leistet man einen vom jeweiligen System abhängigen Programmieraufwand, so kann man die Daten z. B. in sogenannten ASCII-Files miteinander austauschen, die in die jeweilige Datenbank überspielt werden. Die komfortabelste Möglichkeit ergibt sich durch die Datenbank-

# Technisches Management im Krankenhaus



*Die umfassende Lösung für das  
technische Management im Krankenhaus  
mit Systemen, Tools und Dienstleistungen*

- Optimaler Komfort bei Schonung der Umwelt durch Energiemanagementprogramme
- Werterhaltung der Gebäude und Investitionen durch Systemkompatibilität bei Weiterentwicklungen
- Effizientes Betreiben durch Betriebsführungstools
- Angepaßte Lösungen für das Krankenhaus durch spezifische Programme und anwenderorientierte Dienstleistungen

Landis & Gyr Building Control  
(Deutschland) GmbH  
Abteilung BS  
Friesstraße 20-24  
60388 FRANKFURT  
Telefon (0 69) 40 02-14 02  
Telefax (0 69) 42 67 13

**LANDIS & GYR**

sprache SQL (Structured Query Language), die den strukturierten Zugriff auf Datenbanken erlaubt. Verfügen z. B. die Datenbanken der technischen und betriebswirtschaftlichen Anwendung über eine SQL-Schnittstelle, so kann man relativ leicht mit standardisierten Befehlen Daten austauschen.

### 3. Systemintegration am Beispiel Krankenhaus

Wie in den vorhergehenden Kapiteln geschildert, gibt es Vorteile durch Kopplung zwischen unterschiedlichen technischen Informationssystemen und den Kopplungen zwischen technischen und kommerziellen Systemen, die aus der Anwendung hervorgehen.

Die sehr unterschiedlichen technischen Aufgabenstellungen im Krankenhaus werden heute von verschiedenen Systemen unterstützt. Dazu gehören u. a.

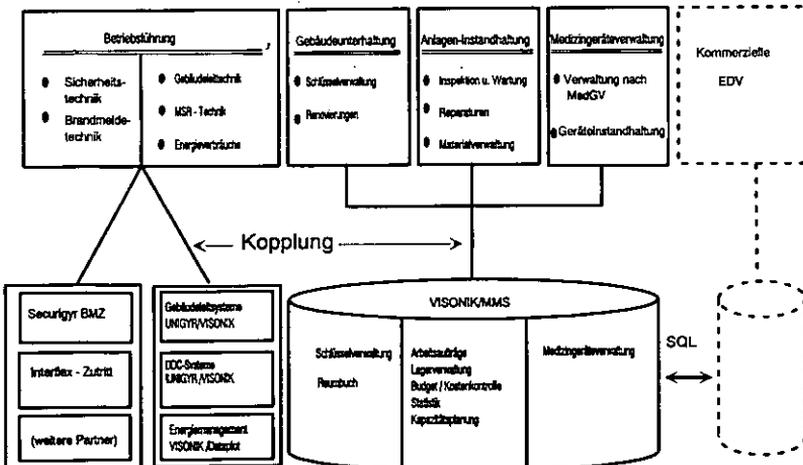
- die Gebäudeleittechnik
- die Sicherheitssysteme (Brandmelde, Zutritt, Einbruch, Überwachung, Aufzüge)
- Abrechnungssysteme (Kantine)
- Wartungssysteme.

#### Integration der Krankenhaus-Leitsysteme

Unter dem Begriff "Infrastruktur -Management" bietet Landis & Gyr ein integriertes System an, das die Brandmeldetechnik (Securigy), die Sicherheitstechnik (Interflex), das Wartungsmanagement-System (VISONIK/MMS) und das Energiestatistik-System (VISONIK/Dataplot) in die Gebäudeleittechnik als gemeinsames Leitsystem integriert.

Die Integration bedeutet nicht, daß ein einziges System alle Aufgaben wahrnimmt, sondern daß ein System die übergeordneten Bedien- und Leitfunktionen übernimmt. Die unterschiedlichen Systeme, die z.T. von Kooperationspartnern stammen, bleiben autark und für sich alleine funktionsfähig (Sicherheitsaspekt).

Abb. 2: Infrastrukturmanagement im Krankenhaus



Der Kundenvorteil liegt darin, daß die Komponenten unterschiedlicher Hersteller aus einer Hand geliefert werden, d. h. die Verantwortung für das Funktionieren der Einzelsysteme und insbesondere für die Integration zum Gesamtsystem liegt nur bei einem Lieferanten.

Die Integration der Leitsysteme ergibt einen wesentlichen Vorteil für den Betreiber durch die einheitliche, komfortable Bedienoberfläche (Farbgrafik) für alle Systeme.

Ein weiterer Vorteil ist, daß Alarmer zentral nur an einer Stelle auflaufen und quittiert werden.

Ein Datenaustausch zwischen den einzelnen Systemen optimiert die Prozesse (z. B. Brandschutzklappen der GLT werden von der BMZ gesteuert) und minimiert die Datenpunkte in den Gewerken. Die Verbindung der Systeme wird dabei über Datenbusleitungen hergestellt, was den Verkabelungsaufwand verringert. Auch das Energiestatistik-System VISONIK/Dataplot benötigt Daten aus der GLT (Verbrauchswerte), die durch die Kopplung automatisch zur Verfügung stehen.

#### **Kopplung des Wartungsmanagement-Systems mit der Gebäudeleittechnik**

Inbesondere die Kopplung des Wartungsmanagement-Systems mit der Gebäudeleittechnik bietet große Vorteile. Als Beispiel sei die präventive Wartung genannt, die auf Grund von Betriebsstunden, die in der Gebäudeleittechnik erfaßt werden, ausgelöst wird. Ebenso wird die Beseitigung von Störungen erleichtert, wenn die präzisen Störmeldungen aus der Gebäudeleittechnik übernommen werden können. Hier ist es sogar möglich, die einzelnen Störungen mit Servicecodes zu versehen, so daß die notwendige Aktion exakt geplant werden kann.

#### **Kopplung des Wartungsmanagement-Systems mit der kommerziellen EDV**

Das Wartungsmanagement-System benötigt außerdem einen Datenaustausch mit der kommerziellen EDV.

Im folgenden sollen beispielhaft einige Aufgabenstellungen genannt werden, die den Austausch zwischen betriebswirtschaftlichen und technischen Daten erfordern. — Bei der Personalplanung und Kapazitätsauslastung des Wartungspersonals sollte Zugriff auf die Personaldaten der EDV bestehen. Die Lagerverwaltung und Logistik ist oft auf der kommerziellen EDV abgelegt (Anlagenbuchhaltung), die Bewegungsdaten werden jedoch vom Wartungsmanagement organisiert. Der Vergleich der Ist- gegen die Sollkosten (Budget) erfordert den Datenaustausch mit der betriebswirtschaftlichen Datenbank.

Das Instandhaltungsprogramm VISONIK/MMS verfügt über die offene Datenbank-Schnittstelle FLEX SQL zur Kopplung der technischen Datenbank mit der kommerziellen EDV.

#### **Kopplungen zwischen Energiemanagement und kommerzieller EDV**

Zur Durchführung des Energiemanagements werden Daten aus der Gebäudeleittechnik, als auch der betriebswirtschaftlichen EDV benötigt. So kann die Gebäudeleittechnik die exakten Verbräuche der einzelnen Energien und deren Träger ermitteln und die Energie optimal einsetzen. Der Vergleich gegenüber dem Budget wird durch den Abgleich mit den betriebswirtschaftlichen Daten (Budget und Controlling) gewährleistet.

### **Einbindung in die Netzwerkstruktur eines Krankenhauses**

Um die einzelnen Systeme in die Netzwerkverkabelung eines Krankenhaus einzubinden, müssen die Systeme selbst netzwerkfähig sein.

Das hier beschriebene Infrastrukturmanagement-System läuft auf IBM-kompatiblen PC-Plattformen und ist netzwerkfähig. Als Netzwerksoftware wird Novell 3.11 eingesetzt, die das ISO/Schichtenmodell (LAN oder WAN) mit allen marktgängigen Standards unterstützt. Somit kann dieses System in jedes moderne Krankenhausinformations-Netz integriert werden.

Dr. Reinhard Frodl  
Leiter Marketing/Produktmanagement  
Landis & Gyr Building Control  
(Deutschland) GmbH  
Friesstraße 20-24  
6000 Frankfurt 60

**Fallbeispiel:  
Gebäudeautomation im Krankenhaus Nürnberg-Süd**

R. Plonka, Nürnberg

---

*Das Klinikum*

Der Neubau des Klinikums Nürnberg Süd umfaßt auf rund 100.000 Quadratmeter insgesamt 13 Kliniken mit 43 Stationen. Mit den insgesamt 1022 Betten ist dieser Neubau eines der größten Krankenhäuser im Ballungsgebiet Nürnberg - Fürth - Erlangen.

Von einer Leitwarte wird die umfangreiche Haustechnik ( 150 Lüftungsanlagen, elektrische Energieversorgung, Wärmeversorgung und Kälteversorgung ) kontrolliert und überwacht . Die ersten Automatisierungseinheiten wurden mit der Leitzentrale im Mai 1993 in Betrieb genommen. Die Fertigstellung der Klinikums ist für April des Jahres 1994 geplant.

Erstmals wurde für die Kommunikation der digitalen Meß-, Steuer- und Regelungstechnik untereinander und mit der Gebäudeleittechnik vom projektverantwortlichen Planungsbüro eine firmenoffene Kommunikation auf Basis des Profibusstandards gemäß DIN 19245 Teil 1 und Teil 2 berücksichtigt.

Auch nach Aufnahme des Klinikbetriebes ist damit jederzeit eine Erweiterung der vorhandenen MSR-Technik ohne Fabrikatsabhängigkeiten möglich.

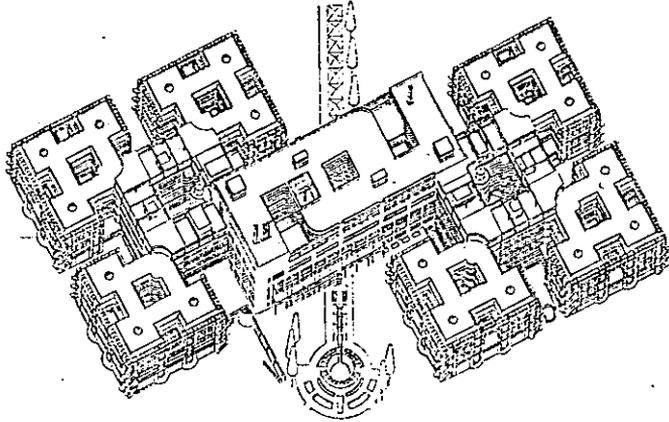


Abb. 1  
Isometric des Klinikums Nürnberg Süd

*Die Kosten*

Der Angebotswert 1990 betrug rund 6 Mio. DM. Bezogen auf eine Datenpunktmenge von 8100 Datenpunkten ergibt sich hieraus ein Preis von rund DM 740,- pro Datenpunkt. Die Kosten der MSR-Technik - gemessen an den geplanten Gesamtkosten von 561 Mio. DM des Neubaus - betragen circa 1 Prozent.

### **Aufbau der Leitzentrale**

Um die Vielzahl der gestellten Aufgaben an die Gebäudeleittechnik bewältigen zu können und gleichzeitig dem Benutzer eine bedienerfreundliche Oberfläche zu bieten, wurde ein Konzept der verteilten Aufgaben umgesetzt.

In diesem werden bereits prozessnahe Funktionen der einzelnen Rechereinheit zugeordnet. Die Bedien- und Auswertefunktionen sind dabei auf einem anderen Rechner installiert, als die Führung des Prozessabbildes für die Profibuslinien.

Aufbauend auf einer leistungsfähigen - dem Projekt individuell anpassbaren - Hardware, verbunden mit dem weit verbreitetem Betriebssystem UNIX wurde die Leitzentrale nach den neuesten Stand der Entwicklung, mit einer vollgraphischen Bedienoberfläche ausgerüstet. Dabei ist besonders die bereits vom Kunden bestätigte "einfache und verständliche Handhabung" hervorzuheben.

Mit dieser, sowie mit einer schnellen Reaktionsfähigkeit des Gesamtsystemes z.B. beim Aufbau von dynamisierten Prozessbildern und drei ergonomisch gestalteten Bedienplätzen ist der Kundenwunsch nach Bedienerfreundlichkeit erfüllt worden.

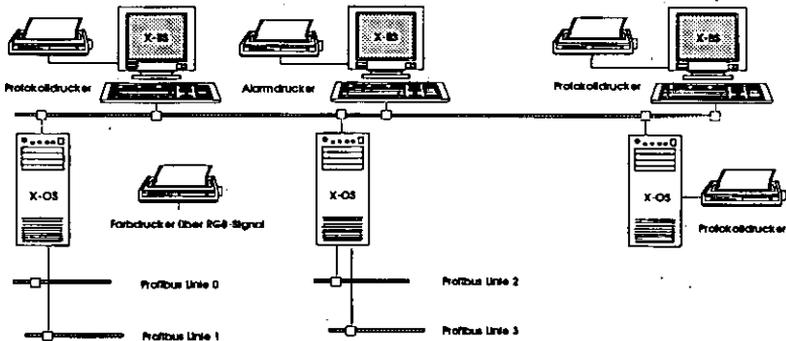


Abb. 2 Blockschaltbild Leitzentrale

### ***Aufbau der Unterstationen***

Entgegen der " klassischen Konzeption " mit der Zuordnung von Rauchabschnitts- und Feuerschutzklappen zu einer Anlage, auf einer DDC-Unterstation zusammen zu führen, wurde bei der Unterstationsebene im Klinikum Nürnberg Süd ein neuer Weg beschritten. Es wurde bei der Planung darauf geachtet, daß die vielen im ganzen Gebäude verteilten Datenpunkte auf möglichst kurzem Weg zu einer Unterstation zu führen. Dabei ist es unerheblich, von welchem Hersteller diese geliefert wird. Der dabei entstehende Vorteil an geringerem Verkabelungsaufwand mit gleichzeitig reduzierter Brandlast steht ein relativ geringer Aufwand für die Parametrierung bei der Querkommunikation entgegen. Die Gesamtkosten dieser Lösung sind verglichen mit der klassischen Methode der Einzelverkabelung geringer.

Ein Beispiel der im KNS verwirklichten Funktionalität ist die Erfassung und Weiterverarbeitung von sogenannten " dezentralen Informationen " in Verbindung mit der Steuerung von Lüftungsanlagen. Im Bereich der Notbehandlung befindet sich eines von ca. 40 MSR-Tableaus. Über dieses Tableau kann der Leitzentrale, von dem Klinikpersonal in der Nacht, der Anflug eines Rettungshubschraubers gemeldet werden. Daraufhin muß im gesamten Klinikum die Hindernisbefehrerung und verschiedene Außenbeleuchtungen eingeschaltet werden. Hierzu ist die Unterstation A1 ( Lieferumfang Siemens AG ) zuständig. Gleichzeitig sind in diesem Tableau ein Sollwertsteller und verschiedene Anforderungstaster für die OP-Lüftungen enthalten. Mit den Tastern zum Betrieb der Lüftungsanlage OP in der entsprechenden Stufe wird in dieser Unterstation ein Eventelegramm an die entsprechende Lüftungsunterstation ( am gleichen Busstrang ) gebildet. Die angeforderte Stufe der Lüftungsanlage wird wiederum nach entsprechender Rückmeldung der Lüftungsstation ( Lieferumfang Landis & Gyr ) mittels eines Leuchtmelders angezeigt. In dieser relativ einfachen Aufgabenstellung wird aber deutlich, welchen Einfluß die Profibuskommunikation nehmen kann. Ein Umdenken zwischen Hersteller "A" und Hersteller "B" ist nicht notwendig. Beide können am gleichen Übertragungsmedium angeschlossen einen Austausch von Informationen vornehmen.

Für den Betreiber eröffnen sich hiermit völlig neue Gesichtspunkte. Bei Nachrüstungen oder Änderungen entfällt der mühsame und kostenintensive Weg der Verkabelung zu der entsprechenden - meist ganz entgegengesetzten Unterstation - fast völlig. Es wird einfach der nächste Weg zu einer Unterstation am gleichen Busstrang gewählt. Über die Profibuskommunikation werden dann die Informationen übertragen.

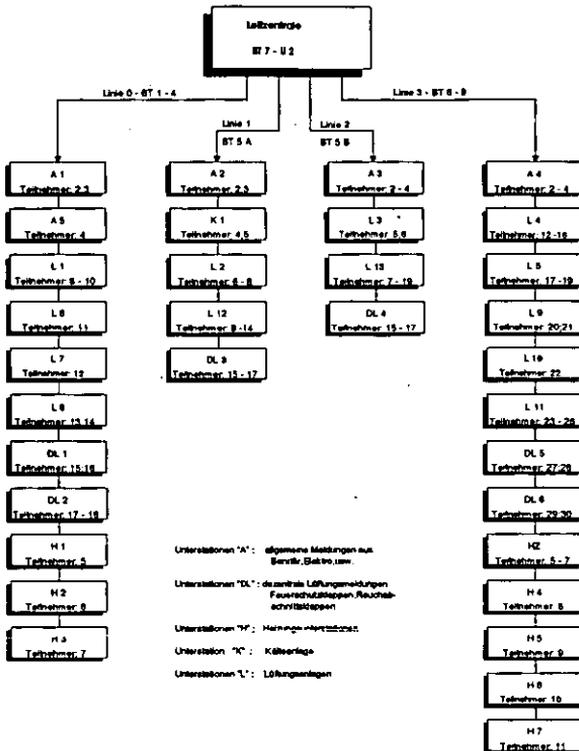


Abb. 3 Übersicht Unterstationen

### Die zu überwachende Technik

Mit einem vorgestellten Aufwand an Unterstationen und Leittechnik wird man sich fragen, ob sich dieser Einsatz lohnt. Welche Informationen werden übertragen und weiter aufbereitet? All diese Fragen sollte und kann man nicht pauschal beantworten. Betrachten wir einmal die eingesetzte Technik in einem Krankenhaus dieser Größenordnung. Es werden eine Anzahl von ca. 150 Lüftungs- und Klimaanlage mit Hilfe von DDC Unterstationen geregelt und überwacht. Darin sind hunderte von Regelkreisen verwirklicht,

die einer gewissen Kontrolle bzw. Optimierung unterzogen werden müssen, damit diese den Anforderungen entsprechend reagieren. Ein optimaler Energieeinsatz sind ebenso wie die optimalen Raumbedingungen in einem Operationsraum gefragt. Bei den gewaltigen Ausdehnungen des KNS ist es deshalb schwer vorstellbar, daß das Betriebspersonal sich ständig vor Ort um diese Belange kümmert ( Personalkosten ! ). Eine Vernetzung über ein Bussystem ist deshalb zwingend erforderlich. In Verbindung mit einer Datenübertragung Profibus und der vorgenannten leistungsfähigen Leitzentrale läßt sich der Personaleinsatz minimieren.

Der an die Leitzentrale über den Profibus zu übertragende Datenumfang beläuft sich auf ca. 8100 Informationspunkte. Diese gliedern sich in ca. 6100 Datenpunkte für die Mess- und Regelungstechnik aus den Lüftungs- und Heizungsstationen, sowie der ca. 2000 nicht eindeutig in Gruppen zu fassenden Informationspunkte.

In diesen befinden sich Sanitärmeldungen für Sumpfpumpen und Wassermeldungen, technische und medizinische Gase, Aufzugsmeldungen, Meldungen der Kleinförderanlage, Rauchmeldungen, Elektromeldungen aus den OP's, Beleuchtungssteuerungen, Meldungen beim Öffnen von Fluchttüren genauso, wie Informationen über einen Springbrunnen. All diese beinhalten Aktualwerte aus dem Prozess mit dem momentanen Betriebszustand.

Alle diese Gefahr-, Störungs- und Wartungsmeldungen laufen in der leistungsfähigen Leitzentrale zusammen. Mit den zur Verfügung stehenden Zusatztexten auf dem Störungsdrucker werden die Betriebsmitarbeiter in die Lage versetzt, möglichst schnell die entsprechende Störung zu beseitigen.

Neben den üblichen Textausgaben kann auch eine vorher eingescannte technische Zeichnung dem Betriebsmitarbeiter zur schnelleren Fehlerbehebung ausgegeben werden.

Sollte nun die Leitzentrale einmal nicht besetzt sein, so wird automatisch durch eine Verbindung zur hauseigenen Personensuchanlage die Möglichkeit geschaffen, entsprechende Personen zu informieren.

### ***Das Wartungs- und Instandhaltungsmanagement***

Eine Vielzahl der in der Leitzentrale einlaufenden Meldungen kommen aus der MSR-Technik. Um diese ohne Umsetzung weiter verarbeiten zu können, ist an das UNIX-System der Leitzentrale ein Instandhaltungsmanagementsystem gekoppelt.

Darin werden die Informationen gesammelt und mit den hinterlegten Wartungs- und Störungsanweisungen verglichen. Trifft eine entsprechende Meldung ein, so wird diese mit zusätzlichen Anweisungen etc. verknüpft und ausgedruckt. Die entsprechende Betriebsabteilung arbeitet nach vorgegebenen Arbeitsablauf die Instandhaltung ab. Ein Rücklauf in das System ermöglicht eine Schwachstellenanalyse. Diese kann - in entsprechend graphisch aufgearbeiteter Form - zu Entscheidungen bei Neuinvestitionen herangezogen werden.

Eine Auswertung über einen längeren Zeitraum ermöglicht über genaueste Statistiken eine Schwachstellenanalyse der entsprechenden Anlageteile.

Mit den im Instandhaltungsmanagementsystem vorhandenen Funktionen ist es nicht nur möglich einen entsprechenden Vergleich der über Eigenwartung oder Fremdwartung zu ziehen. Mit einer vorausschauenden - auf die Wartungsintervalle bezogenen - Planung wird z.B. ein großer Bedarf an Personal rechtzeitig erkannt. Mit geeigneten Maßnahmen, wie Entzerrung der notwendigen Wartungsarbeiten auf mehrere Monate oder Bestellung von zusätzlichen externen Hilfskräften plant der "Wartungsmanager".

Die nicht der MSR zugeordneten Wartungseinheiten aus anderen Gewerken können ebenso erfaßt und analysiert werden. Eine Auftragsverfolgung zeigt offene Aufträge ebenso an, wie in der Gebäudeautomatisierung.

Verfasser : Reiner Plonka  
Firma : Siemens AG  
Bereich Anlagentechnik Gebäudeautomation  
Anschrift : Siemens AG  
Zweigniederlassung Nürnberg  
Abt. ANL-GA  
Von-der-Tann-Str. 30  
90327 Nürnberg  
Telefon : 0911-654-3168  
Fax : 0911-654-7369

## Analog kontra DDC - eine Gegenüberstellung und Abwägung zweier Techniken

Ralf Kottmeier, Hannover

### Einleitung:

Die Microcomputertechnologie, oder die „Technologie der integrierten Schaltkreise“, hat in den letzten Jahren eine erstaunliche Entwicklung vollzogen und einen immensen Aufschwung erlebt. Nach ihrem anfänglichem Erfolg im kaufmännischen (z.B. Kalkulation, Abrechnung, u.ä.) und Dienstleistungsbereich (z.B. Verwaltung, Planung, Konstruktion, etc.) dauerte es nicht lange, bis sie auch die anderen technischen Bereiche eroberte (z.B. technische Gebäudeausrüstung - TGA, Kommunikation) und damit gleichzeitig in den häuslichen Bereich (z.B. Homecomputer, Hausgerätektechnik, Spielzeug) vordrang.

Es ist ein nur allzu menschlicher Wesenszug, den „Anspruch“ an dem „Machbaren“ zu orientieren. Schreitet die Technik voran und vermehren sich die technisch realisierbaren Möglichkeiten, steigt auch der Anspruch. Die Anforderungen an Ästhetik, Behaglichkeit, Sicherheit, Nutzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und - durch zunehmend *spürbare* Verschlechterungen - auch an die Umweltverträglichkeit, wachsen ständig. Infolgedessen ist es auch nicht verwunderlich, daß der Umfang und die Vielfaltigkeit der technischen Anlagen in unseren Gebäuden kontinuierlich zunimmt.

Komplexe technische Anlagen, oder besser gesagt, komplizierte Betriebsfunktionen, bedingen auch eine entsprechende Technik zur Steuerung, Regelung und Bedienung. Dies ist ein Grund, warum die mit Microprozessoren und Software versehene Steuer- und Regelungstechnik (auch DDC-Technik - Direct Digital Control genannt), die konventionelle Steuer- und Regelungstechnik (auch Analogtechnik genannt) in den meisten Bereichen nahezu völlig verdrängt hat. Der für diese Technik zu verzeichnende Preisverfall, bedingt durch die schnelle Weiterentwicklung und verbesserten/kostengünstigeren Herstellungsverfahren, kommt dieser Entwicklung zudem entgegen. Diese allgemeine Feststellung, ist auch für Krankenhäuser gültig.

Verfolgt man die Entwicklung aber genauer, stellt man fest, daß es einen ganz bestimmten Bereich gibt, der immer wieder zu Diskussionen anregt. Und zwar ist dies immer dann der Fall, wenn über den Einsatz von *frei programmierbarer DDC-Technik* oder *Gebäudeleittechnik (GLT)* gesprochen wird. Dabei kann man feststellen, daß vielen der am Gespräch Beteiligten der Unterschied zwischen der Analog- und der Digitaltechnik nur unzureichend bekannt ist. Infolgedessen kann die Leistungsfähigkeit der Digitaltechnik, bzw. kann der, aus dem Einsatz dieser Technik resultierende derzeitige, oder auch zukünftig *mögliche* Nutzen, von vielen nur schwer, oder gar nicht eingeschätzt werden.

Ziel dieses Vortrages soll deshalb sein:

- Dem *Nicht-Regelungstechniker* die grundsätzlichen Unterschiede zwischen Analog- und DDC - Technik zu erläutern.
- Aufzuzeigen, unter welchen Voraussetzungen der Einsatz von DDC- Technik sinnvoll ist.
- Einige wesentliche Begebenheiten zu beschreiben, die einem erfolgreichen Einsatz von *frei programmierbarer DDC-Technik* und *GLT* entgegenwirken.

### Analog/DDC bzw. Analog/Digital

Direct Digital Control (DDC) kann mit *direkte digitale Steuerung und Regelung* übersetzt werden. Der zu erläuternde Unterschied liegt nicht in der „direkten Steuerung und Regelung“, sondern in der Art der Verarbeitung und der daraus resultierenden Folgen. Deshalb müßte die Gegenüberstellung eigentlich nicht „Analog kontra DDC“, sondern „Analog kontra Digital“ heißen.

Die in der Einleitung erwähnte Diskussion entzündet sich immer in Ebene 2 (Bild 3). Die Unterschiede in dieser Ebene können von folgender Gegenüberstellung abgeleitet werden:

Analog	Digital
Feste Funktion	Variable Funktion
Viele Geräte	Ein Gerät
„Online“	Abstrakte
Stetige Erfassung/Ausgabe	Stufige Erfassung /Ausgabe

Tabelle 1: Gegenüberstellung Analog/Digital

### Fest / Variabel:

Bei einem analogen Gerät sind die Funktionen und die Zugriffsmöglichkeiten (Potentiometer, Schalter) durch die Fertigung fest vorgegeben. Ist ein Regelbaustein dieser Art zum Beispiel als PI-Regler angeschafft worden, so kann daraus im nachhinein kein PID-Regler werden. Gleiches kann auch für einen DDC-Regelgerät zutreffen. Und zwar ist das immer dann der Fall, wenn das Gerät nicht frei programmierbar ist. Bei nicht frei programmierbaren Geräten (z.B. digitale Heizungsregler) wird vom Produzenten im vorhinein genau festgelegt, welche Funktionen das Gerät bieten soll. Man kann das auch eine *gerätebezogene Programmierung* nennen. Diese Programmierung kann nicht geändert werden.

Bei einem frei programmierbaren DDC-Regelgerät wird zum Zeitpunkt des Einsatzes festgelegt, welche Funktionen es erfüllen und welche Anzeige- und Zugriffsmöglichkeiten es bieten soll. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von *anlagen- oder anwendungsbezogenen Programmierungen*. Diese Programmierungen sind im nachhinein jederzeit änderbar.

### Viele Geräte / Ein Gerät:

Jeder Analogregler hat seine eigenen Potentiometer und Schalter. Sollen auch Werte angezeigt werden, so werden evtl. zusätzliche Anzeigen benötigt. Je mehr Regelkreise und Verknüpfungen, desto mehr Potentiometer, Schalter und Anzeigen. Allgemein gilt deshalb: viele Aufgaben werden von vielen Geräten erledigt.

Ein DDC-Gerät bzw. Automatisierungsgerät, besteht aus einem Controller, den daran angeschlossenen Ein- und Ausgabebaugruppen (sofern diese nicht schon im Controller integriert sind) und einer Anzeige- und Bedieneinheit (meist LCD und Folientasten). Sämtliche Steuer-, Regel- und sonstigen Aufgaben werden vom Controller bzw. von dem im Controller befindlichem Prozessor (CPU) erledigt. Ist der Prozessor defekt, fallen alle Funktionen und die Anzeige und Bedienung aus. Allgemein gilt deshalb: viele Aufgaben werden von einem Gerät erledigt.

Das hat noch eine weitere Auswirkung. Von der Analogtechnik werden die Regelaufgaben parallel bearbeitet (von Folgefunktionen einmal abgesehen).

Ein Automatisierungsgerät (bzw. dessen Prozessor) hingegen, arbeitet die in ihm programmierten Funktionsabläufe aufeinanderfolgend (sequentiell) ab. Das bedeutet, daß bestimmte Funktionen bzw. Berechnungen (z.B. Ausgabe eines geänderten Stellsignals nach Erfassung einer Zustandsänderung) nur in bestimmten Zeitabständen durchgeführt werden können. In der übrigen Zeit ist der Prozessor mit anderen Aufgaben beschäftigt (z.B. Abtasten der Eingangssignale).

Im Normalfall ist dies kein Problem, da der Prozessor sehr schnell arbeitet. In ganz speziellen Fällen allerdings, können Verzögerungen entstehen, die berücksichtigt werden müssen. Für den erfahrenen Programmierer ist dieses Problem, - wenn es denn einmal auftaucht, jedoch nicht unlösbar, weil viele Systeme die Möglichkeit einräumen, Prioritäten zu vergeben. Das heißt, eine Programmierung kann so durchgeführt werden, daß die kritischen Vorgänge vorrangig bzw. häufiger abgearbeitet werden, als die unkritischen.

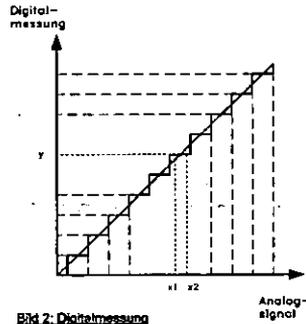
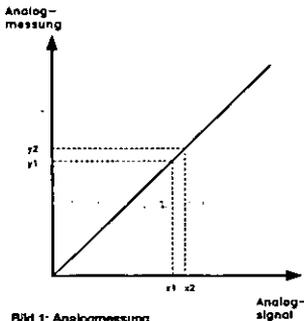
### Online / Abtaste:

Bei einer analogen Meßwertaufnahme ist die Erfassung einer Zustandsänderung unmittelbar an den Prozeß angeschlossen. Außerdem gibt es keinen Zeitpunkt, an dem eine Veränderung nicht „bemerkt“ wird.

Bei der DDC-Regelung, bzw. der digitalen Meßwertaufnahme geht der Digitalisierung (s. u.) eines Analogsignals noch ein Abtasten desselben voraus. Dieses Abtasten erfolgt nur in bestimmten Zeitabständen (Abtastezeit, Abtastimpuls). Eine Veränderung *zwischen* zwei Abtastimpulsen wird nicht wahrgenommen. Der diesem Vorgang folgenden Digitalisierung werden zwar analoge Werte zugeführt; diese Werte stellen aber immer Momentaufnahmen dar, die geringfügig veraltet sind [1]. Da die zeitlichen Verschiebungen sehr klein sind, müssen sie normalerweise nur bei Durchfluß- und Druckregelungen beachtet werden. Bei Temperatur- und Feuchteregelungen zum Beispiel, sind sie vernachlässigbar bzw. unkritisch.

### Stetig / Stufig:

*Digital* heißt soviel wie „ziffernmäßig“. In der Microcomputertechnologie ist damit eine codierte Informationsdarstellung gemeint. Während unsere „normalen“ Berechnungen auf dem Dezimalsystem (Basis 10) beruhen, basiert die digitale Informationsverarbeitung heute ausschließlich auf dem Binärsystem unter Verwendung der Dualzahlen (Basis 2). Ein *Bit* (binary digit) ist eine Binärziffer, die nur den Wert 0 oder 1 annehmen kann.



Das hat zur Folge, daß eine analoge Zustandsänderung von einem Microcomputer nur in Stufen erfaßt/ausgegeben werden kann. Dies geschieht mit Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandlern, auch AD- und DA-Wandler genannt [2].

Bei einer rein analogen Erfassung und Anzeige, kann eine stetige Zustandsänderung unendlich viele Meßwerte annehmen. Das heißt, jedem Eingangswert ( $x_1, x_2$ , Bild 1) kann genau ein Meßwert ( $y_1, y_2$ , Bild 1) zugeordnet werden. Bei einer digitalen Erfassung steht nur eine fest vorgegebene Anzahl Meßwerte zur Verfügung. Das heißt, einer bestimmten Anzahl Eingangswerte ( $x_1, x_2$ , Bild 2) wird genau ein Meßwert ( $y$ , Bild 2) zugeordnet.

Wie groß oder klein die dargestellten Stufen ausfallen bzw. wieviele  $x$ -Werte jeweils einem  $y$ -Wert zugeordnet werden, hängt von der *Auflösung* (8-, 12-, oder 16-Bit) ab. In der nachfolgenden Tabelle ist einmal dargestellt, wie groß die o.g. Stufen bei einigen in der Versorgungstechnik üblichen Analogsignalen mit unterschiedlichen Auflösungen und Meßbereichen jeweils sein können. Die heute üblicherweise verwendeten Auflösungen sind schattiert dargestellt.

	Aktiv	Pt 100 <sup>(1)</sup>	Pt 100 <sup>(1)</sup>	Ni 1000 <sup>(1)</sup>	Ni 1000 <sup>(1)</sup>
Meßbereich	0..10 V DC	15..115 °C	-30..+30 °C	15..115 °C	-30..+30 °C
Widerstandsbereich		250 Ω	250 Ω	2500 Ω	2500 Ω
	Volt/Bit	°C/Bit	°C/Bit	°C/Bit	°C/Bit
8-Bit	0,3922	2,5578	2,5031	1,5343	1,7825
12-Bit	0,0244	0,1593	0,1559	0,0955	0,1110
16-Bit	0,0015	0,0100	0,0097	0,0060	0,0069

Tabelle 2: Auflösung verschiedener Analogsignale

<sup>(1)</sup> Nach DIN 43760 [3]

Das bedeutet, daß eine in einer Lüftungsanlage gemessene Außenlufttemperatur nur in Schritten von ca. 0,1 °C (bzw. Kelvin, in der Tabelle etwas dunkler dargestellt) erfaßt wird. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß diese Auflösung für Temperaturregelstrecken in jedem Fall ausreichend ist.

### Analog kontra DDC:

Eine technische Anlage zu betreiben, heißt, sie zu *steuern*, zu *regeln* und zu *leiten*, oder zu *führen*. Da der Betreiber einer Anlage nicht alle Funktionen selbst und zudem von Hand erledigen möchte, und auch nicht kann, beschränkt er sich auf die *Bedienung* und *Vorgabe* und setzt ansonsten *Steuerungs-* und *Regelungstechnik* sowie *Leit-* oder *Betriebsführungstechnik* zu seiner Entlastung ein. Die prinzipiellen hierarchischen Ebenen einer solchen technischen Struktur sind beispielhaft in Bild 3 dargestellt.

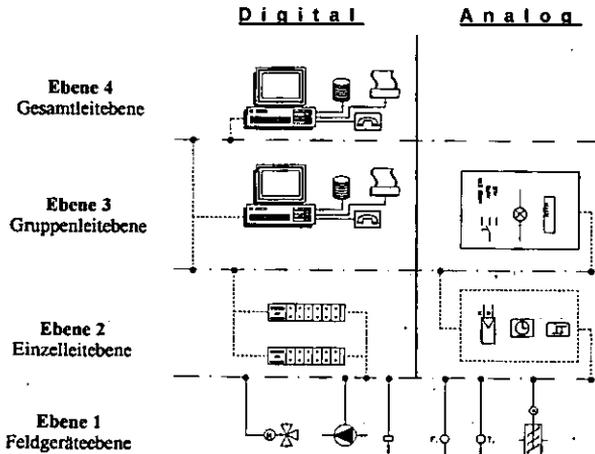


Bild 3: Hierarchiedarstellung einer versorgungstechnischen Betriebsstruktur

#### Ebene 1:

Ebene 1 ist die *Feldgeräteebene*. In dieser Ebene befinden sich die sog. Sensoren und Aktoren bzw. die Meßwertaufnehmer und die Stellglieder der betriebstechnischen Anlage (BTA). Bis heute hat man noch keine Möglichkeit entdeckt, die in un-

serer Umwelt sich stetig verändernden Zustände (Temperatur, Feuchte, Druck, etc.) digital aufzunehmen. Aus diesem Grund ist dieser Bereich auch jetzt noch eine Domäne der Analogtechnik. Gleiches gilt auch für die Übertragung der Signale zum/vom Schaltschrank bzw. zum/vom Steuer- oder Regelgerät. Diese Übertragung geschieht heute noch analog, wird jedoch über kurz oder lang in digitaler Form durchgeführt werden. Die Entwicklungen in diese Richtung haben schon begonnen. Eine digitale Übertragung hat den Vorteil, daß sie ohne Verluste (der gesendete und der empfangene Wert sind identisch) und ohne den Einfluß von Störgrößen (z.B. Temperatur- und Hilfsenergieschwankungen) durchgeführt werden kann.

### Ebene 2:

Ebene 2 hat die Aufgabe, die aus Ebene 1 anfallenden Informationen zu verarbeiten. Diese Ebene steuert und regelt die an sie angeschlossene BTA bzw. deren Anlagenteile. Hier wird dem Betreiber i.a. eine Möglichkeit der Information (Anzeige) und des Eingriffs vor Ort (Bedienung) angeboten.

Der Siegeszug der Digitaltechnik in dieser Ebene ist unbestritten. Die hohe Variabilität, Funktionalität und Leistungsfähigkeit sowie die immer geringer werdenden Herstellungskosten, haben dazu geführt, daß heute kaum noch Analogregelungen eingesetzt werden. Vor allem Kompakt- und Komplettanlagen, wie z.B. Aufzüge, Kompaktklimageräte, Wärmeerzeuger, elektrische Dampfbefeuchter, Kälteaggregate, Kühlräume, etc., werden fast nur noch mit gerätebezogen programmierter DDC-Regeltechnik ausgeliefert.

In die Diskussion geraten die DDC-Regelungen dieser Ebene meist dann, wenn eine Aufschaltung auf die Ebene 3 in Erwägung gezogen wird. Die gerätebezogen programmierten Regelungen sind, bedingt durch die Fabrikatsunterschiede, in fast keinem Fall kompatibel zueinander. Demzufolge ist ein digitaler Datenaustausch fast immer ausgeschlossen, oder nur mit hohem finanziellem Aufwand realisierbar.

Um den Zielen der Ebene 3 dennoch gerecht werden zu können, wird vielfach eine Mischung aus gerätebezogen und anwendungsbezogen programmierter DDC-Regeltechnik eingesetzt.

### Ebene 3:

Ebene 3 kann auch Gruppenleitebene genannt werden. Die Gruppenleitebene dient hauptsächlich der Betriebsführung und -überwachung. An sie sind alle zu einem bestimmten Bereich (z.B. Liegenschaft) gehörenden Ebenen des Typs 2 angeschlossen. Sie stellt im allgemeinen zur Verfügung:

- Eingriffsmöglichkeiten für die Anpassung des Betriebes an die Nutzung (Sollwerte, Zeiten, etc.),
- Bildhafte und/oder tabellarische Darstellung der angeschlossenen Anlagen bzw. deren Informationen,
- Störüberwachung und -analyse sowie -verfolgung,
- Dokumentation,
- Archivierung von Kurz- und Langzeitdaten,
- Übergeordnete Funktionsabläufe (z.B. E-max).

Die Anforderungen dieser Ebene können von der Analogtechnik nur unzureichend erfüllt werden. Alles was über einfache Tableaufunktionen (z.B. Leuchten, Taster, wenige stetige Anzeigen) hinausgeht (z.B. Mosaikschalbilder) kann heute nicht mehr mit Analogtechnik realisiert werden. Der damit verbundene finanzielle Aufwand und der entstehende Platzbedarf wäre nicht mehr vertretbar. An dieser Stelle spätestens wird der Unterschied zwischen Analog- und Digitaltechnik auch für den Laien offensichtlich bzw. machen sich die Stärken der Digitaltechnik bemerkbar.

### Ebene 4:

Die Gesamtleitebene stellt den höchsten Punkt innerhalb der Struktur dar. Sie hat Zugriff auf alle Informationen und Funktionen der untergeordneten Ebenen. Ihre Hauptaufgabe besteht in der Betriebsverwaltung und -auswertung sowie der daraus

resultierenden Maßnahmen. Sie kann je nach Erfordernis Aufgaben übernehmen; wie z. B.:

- Pflege von Bestandsdaten,
- Analyse von Verbräuchen, Kosten,
- Betriebsvergleiche von Gebäuden und Anlagen,
- Auswertung von archivierten Daten,
- Führung der Gebäude- und Anlagenhistorie,
- Erarbeitung von verbesserten Anlagenkonzeptionen und Betriebsstrategien,
- Verwaltung von Verträgen und Gewährleistungszeiträumen,
- Zentraler Stördienst / Notdienst / Bereitschaftsdienst,
- Überwachung der nachgeschalteten Ebenen.

Die Aufgaben dieser Ebene können von der Analogtechnik nicht mehr erfüllt werden.

### Die Hindernisse:

Im nachfolgendem werden die aus der Erfahrung des Verfassers heraus als wesentlich einzustufenden Begebenheiten beschrieben, die einem erfolgreichen Einsatz von *frei programmierbarer DDC-Regeltechnik* und *GLT*, - z.B. auch im Krankenhausbereich - bislang noch vielfach entgegenwirken. Im Rahmen einer solchen Abhandlung ist es natürlich nicht möglich, alle Bereiche detailliert zu diskutieren. Die Überlegungen sollen deshalb mehr zum Nachdenken und auch Nachforschen anregen.

### Investor / Betreiber:

- Gerade im Krankenhausbereich sind Investor und Betreiber oft verschieden. Da Investitionsminimierungen fast automatisch Betriebskostenerhöhungen zur Folge haben, ergeben sich i.a. unterschiedliche Zielsetzungen.
- Die Modalitäten im Zusammenhang mit der Pflegesatzfestlegung bieten dem Betreiber wenig Anreize zu sparen. Einsparerfolge bedeuten für ihn keinen direkten Nutzen (Pflegesatzanpassung für den nächsten Bemessungszeitraum).
- Die technischen Betriebskosten haben an den Krankenhausesamtkosten einen Anteil von ca. 6...10 %. Das ist zwar keine geringe Größe, d.h. aber auch, daß es andere Bereiche (z.B. Personal) gibt, die bei Reduzierung/Rationalisierung größere Einsparungen versprechen.
- Die Betriebsbereitschaft der technischen Anlagen ist zur Versorgung des Hauses und damit der Patienten zwar sicher zu stellen, in vielen Häusern hat die Betriebstechnik aber auch heute noch keine ausgeprägte Organisationsstruktur bzgl. Betrieb, Werterhaltung, Instandhaltung, etc. Die technische Abteilung hat vielfach auch nicht die entsprechende Position, um ihre Interessen durchsetzen zu können.
- In den meisten Fällen gibt es keine Ziel- oder Konzeptplanung für die Ebene 3 u. 4 (Bild 3). Im allgemeinen wird mehr reagiert, denn agiert (Feuerwehrmethode). Erneuerungen in Ebene 2 orientieren sich deshalb meist nur an der konkreten Einzelmaßnahme. Damit folgt die technische Entwicklung der Eigendynamik der eingesetzten Systeme und wächst vielfach nicht entsprechend der Anwenderbedürfnisse. Nicht selten hat dies bereits zu Unüberschaubarkeit und Verwirrung und teilweise sogar zu Ablehnung geführt.
- Es ist nicht generell üblich, die Betriebstechniker bei Entscheidungen für Ebene 3 (u. 4) mit einzubeziehen. D.h., oftmals werden die, die diese Technik anwenden sollen, nicht gefragt, welcher Umfang und welche Ausstattung für das eigene Haus am sinnvollsten wären.
- In den meisten Fällen wird dem Betreiber der Nutzen der Ebenen 3 u. 4 nicht klar, weil die Diskussion über Technik auf diesen Ebenen meist über Ebene 2 entsteht (Einzelmaßnahme). In Ebene 2 werden die Weichen gestellt. Vom Einsatz der Technik in dieser Ebene hängt der Erfolg der übergeordneten Ebenen ab. Oft hat der Betreiber aber gerade von den übergeordneten Ebenen noch keine Vor-

stellungen. Der Einsatz von frei programmierbarer Technik in Ebene 2 geschieht dann oftmals nur deshalb, weil man sich für die Zukunft nichts verbauen möchte. In solch einem Fall erhält der Betreiber nur scheinbar Sicherheit.

Nur auf der Basis einer Bedarfsanalyse und auf der Grundlage einer formal und inhaltlich differenzierten Zieldefinition kann ein für das Unternehmen sinnvoller und wirtschaftlicher Weg besritten werden. Das gilt ganz besonders für Technik, die in Ebene 3 oder 4 eingesetzt werden soll.

- Fabrikatsabhängigkeiten erzeugen vielfach Frustrationen. Hat man Technik in Ebene 3 oder 4 nicht unter klar definierten Vereinbarungen angeschafft, so kann es passieren, daß eine Folgeinvestition in Ebene 2 wesentlich höher ausfällt als die vorherige.
- Unabhängige, neutrale Berater und Sonderfachleute werden oftmals nicht genügend in die Entscheidungsfindung für eine Anschaffung einbezogen.
- Viele die sich die v.g. Technik schon angeschafft haben bemerken das Problem der Gewährleistungszuordnung erst im nachhinein. Programme können nur vom Spezialisten nachvollzogen werden. Ohne klare Abgrenzungen muß der Betreiber bei Problemen häufig Folgekosten tragen, weil die Gewährleistung nicht nachgewiesen werden kann.
- Frei programmierbare DDC-Technik und GLT sind keine Großhandelsware. Die Kostenvorteile einer Großhandelsware (Massenumsatz) gibt es hier deshalb nicht.

#### Fachplaner / Sonderfachleute:

- Die Akzeptanz von alternativen Planungsansätzen, z.B. bzgl. *technischer Betriebsorganisation* und *Minimierung von Ressourcenverbrauch* ist direkt an die marktwirtschaftlichen Maximen gekoppelt. Ist der Ressourcenpreis (Wasser, Energie) niedrig, sinkt auch die Bereitschaft zu Einsparinvestitionen. Gleiches gilt auch für Instandhaltung. Eine geplante Instandhaltung und eine reibungsarme Betriebsstruktur ist so etwas wie eine Versicherung. In der Industrie gibt es deshalb keine Diskussionen, da dort mangelnde Instandhaltung oder Organisation hohe Produktionsausfallkosten zur Folge haben. In einem Krankenhaus gibt es diese Ausfallkosten zwar auch (z.B. OP-Anlagen); sie sind jedoch entweder nicht in der entsprechenden Größenordnung, oder fließen in eine Investitionskalkulation gar nicht ein. Dies behindert die Bestrebungen der Sonderfachleute, die sich auf diese Bereiche konzentrieren.
- Basis der Abrechnung für Sonderfachleute ist i.a. die HOAI [5], die DIN 276 [6] und oftmals die RBBau [7]. Die DDC-Technik wird danach den Anlagengruppen der Gewerke zugeordnet, obwohl sie von der Gesamtstruktur und ihrem Aufgabenprofil her der GLT zugeordnete werden müßte. Wird eine diesbezügliche Planung nicht separat (bzw. als eigene Anlagengruppe) beauftragt, ist es den Ingenieuren nur selten möglich, kostendeckend zu arbeiten. Dieser Umstand führt dazu, daß Sonderfachleute kaum in dieser Richtung spezialisiertes Personal besitzen und sich stark auf die planungsvorbereitenden Leistungen der Regelfirmen stützen müssen.
- Die Kosten für DDC und GLT betragen je nach Ausstattung ca. 25...30 % der gesamten zentralen Betriebstechnik. DDC-Technik und GLT bestimmen jedoch zu 100 %, wie die technischen Anlagen funktionieren und wie sie bedient, überwacht, geführt werden können. Und dennoch ist es eine weit verbreitete (und von der OFD oft auch geforderte) Praxis, DDC-Regelungen und GLT in das Leistungsverzeichnis Heizung oder Lüftung zu integrieren. Gibt es keine Ziel-/Konzeptplanung, ist der Planer oftmals genötigt (siehe auch oben), in der Ausschreibung ein *Fabrikat der Planung* zugrunde zu legen. Das birgt zwei Schwierigkeiten. Zum einen muß sich diese Technik dadurch keinem direktem Wettbewerb stellen, da dieser auf einer anderen Ebene ausgetragen wird; und zum anderen zeichnet sich oft ein anderer, nämlich der Auftragnehmer Heizung/Lüftung, für die Technik eines Dritten verantwortlich. Der Zugriff bzw. die Möglichkeiten des Sonderfachmanns sind dadurch begrenzt.
- DDC-Technik und GLT hat viele Freiheitsgrade. Umso notwendiger ist es, diese Freiheitsgrade durch klare Funktionsbeschreibungen und Definitionen einzugrenzen und an den tatsächlichen Bedarf anzupassen. Da diese Technik starken Veränderungen unterworfen ist, bzw. deren Möglichkeiten ständig ansteigen, bieten die als "allgemein anerkannten Regeln der Technik" zugrundezuliegenden Nor-

- men, Richtlinien und Leistungsbeschreibungen (Standardleistungsbuch) nur geringe Hilfestellung. Sie sind meist veraltet.
- Programme sind außerdem abstrakte Gebilde. Durch Programme realisierte Funktionen sind meist komplex. Komplexe Funktionen lassen sich bei der Abnahme fast nie einfach nachvollziehen. Hierdurch entsteht Unsicherheit bezüglich des Nachweises der geforderten Leistung. Eine weitere Schwierigkeit besteht in der Definition der Gewährleistungsgrenzen.
  - Die für eine Planung/Ausführung zur Verfügung stehenden Zeiträume werden zunehmend geringer. Oft hat der Fachplaner/Ausführende nicht den Zeitrahmen zur Verfügung, der nötig wäre, um eine zu 100 % an Bedarf und Umwelt angepaßte Leistung zu erbringen.

#### Regelungsfirmen:

- Bei der Analogtechnik und einer *gerätebezogenen* DDC-Programmierung sind die Freiheitsgrade genau definiert. Damit ist die Dienstleistung (Programmierung, Dokumentation, Inbetriebnahme, etc.) exakt kalkulierbar. Bei *frei programmierbaren* DDC-Regelungen wird der Aufwand größer. Hier steht man vor der Frage, bis zu welchem Punkt eine Standardisierung nötig und möglich ist, um kostengünstig aber doch flexibel zu sein, - und wo und wie die notwendigen Bibliotheken für standardisierte Funktionen gepflegt werden sollten. Bei den Analogreglern war die Funktion durch die Fertigung vorgegeben. Bei einer Anwendungsprogrammierung wird die Funktion bei jeder Anwendung neu definiert. So kann eine eigentlich einfache Frostschutzschaltung für einen Lufterhitzer z.B. viele Gesichter haben, weil sie vom jedem Programmierer neu entwickelt wird. Das Aussehen einer Programmierung ist damit stark vom Zeitpunkt der Erstellung und von der programmierenden Person abhängig. Der Wiedereinstieg in eine solche Programmierung wird umso kostenträchtiger, je schlechter sie dokumentiert ist.

#### Ausführende Firmen:

- Die meisten ausführenden Firmen haben den Anschluß an die Digitaltechnik bereits verloren. Sie sind heute in der Situation, den größten Anteil von DDC-Technik und GLT durch die Regelfirmen ausführen zu lassen. Nicht selten tragen sie „nur“ die Verantwortung. Häufig ist diese Technik für sie ein durchlaufender Posten.  
Für kleine und mittlere Firmen ist die Know-How-Bildung in diesem Bereich nahezu unmöglich geworden. Spezialisten sind rar und teuer. Schon für einen Jungingenieur (Absolventen) muß heute ein Jahresgehalt von DM 50.000...70.000 einkalkuliert werden. Ein solcher Mitarbeiter kann bei dem herrschendem Wettbewerb von einer kleinen Firma nicht finanziert werden, da er aus dem Deckungsbeitrag der anderen Gewerke finanziert werden muß.

#### Abschließende Bemerkungen:

Ein Krankenhaus ist durch den bestehenden Kostendruck und durch mögliche Folgen/Konsequenzen eines Betriebsausfalls schon heute gefordert, bezüglich Verbrauchsreduzierung und Organisation zukunftsweisende Wege zu beschreiten.

Mit Sicherheit aber, wird die zunehmende Sensibilisierung für Energie-, Umwelt- und Gesundheitsprobleme, die Kosten für fossile Energien und Wasser stetig ansteigen lassen. Spätestens zu dem Zeitpunkt, an dem erreicht wird, daß Kosten nach dem Verursacherprinzip zugeordnet werden, wird sich die Situation grundlegend ändern.

In Zukunft wird „wettbewerbsfähig sein“ zudem heißen, diszipliniert und gut organisiert zu sein. D.h., die internen Strukturen sind so zu gestalten, daß von der Aufgabenstellung bis zur Lösung bzw. Realisation minimale Reibungsverluste auftreten. Mit dem zunehmenden Einsatz der EDV ist die Bewältigung dieser Aufgabenstellung umso dringlicher, aber auch schwieriger geworden.

**Literaturhinweise:**

- [1] Jahrbuch 1985 Kälte-Wärme-Klima, Verlag C. F. Müller Karlsruhe.
- [2] Regelungstechnik in der Versorgungstechnik, Arbeitskreis der Dozenten für Regelungstechnik, Verlag C. F. Müller Karlsruhe.
- [3] DIN 43760, Elektrische Temperaturmeßgeräte, Grundwerte der Meßwiderstände für Widerstandsthermometer.
- [4] VDI 3814, Blatt 1, Gebäudleittechnik - Strukturen, Begriffe, Funktionen.
- [5] HOAI, Honorarordnung für Architekten und Ingenieure.
- [6] DIN 276, Kosten von Hochbauten, Teil 2, Kostengliederung, Ausgabe April 1984.
- [7] RBBau, Richtlinie für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Finanzverwaltungen, Ausgabe Oktober 1990.

Verfasser: Dipl.-Ing. (FH) R. Kottmeier  
c/o GEO-Gebäudeautomation und Energieoptimierung  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Buchholzer Straße 38A  
30629 Hannover

Wie man Netzwerke für Krankenhäuser plant und einführt

M. Wessel-Ellermann / Aachen

---

## 0. Motivation

Im Zuge des stetig steigenden Bedarfs Informationen immer schneller, umfangreicher und aktueller abrufen zu können, findet die verteilte Datenverarbeitung auf der Basis von Local Area Networks (LAN) immer stärkeren Einzug in den Krankenhausbetrieb. Gerade die moderne Medizin partizipiert zunehmend von dem Zugriff auf die unterschiedlichsten Datenbestände wie:

- Krankheitsverlauf eines Patienten
- Laborwerte
- Therapie
- Schnittbilder
- etc.

Aber genauso ist die Ferndiagnose als krankenhausergreifende Zusammenarbeit eine denkbare Anwendung, die eine Kommunikationsinfrastruktur in Form eines LAN's voraussetzt. Nicht zuletzt ermöglicht ein LAN die exakte Dokumentation von allen Behandlungsschritten, die einem Patienten zuteil werden. Das Ergebnis ist ein exakt festgehaltener Therapieverlauf mit einer maximalen Kostentransparenz, die gerade im Hinblick auf das kommende Gesundheitskostenstrukturgesetz unverzichtbar ist.

Neben dem reinen Krankenhausbetrieb profitieren Lehre und Forschung von den Informationen der Medizin, die ihnen via LAN nutzbar gemacht werden.

Infolge des wachsenden Einzugs der Datenkommunikation in die oben genannten Anwendungsbereiche der Medizin ist zu erwarten, daß zukünftig Anforderungen an das LAN hinsichtlich der Datenanschlußpunkte sowie der Datenübertragungskapazität schnell und stetig steigen werden. Ferner wird der einwandfreie organisatorische Ablauf in den Nutzungsbereichen des Krankenhauses immer mehr von der Sicherheit und Verfügbarkeit des Netzes direkt abhängig sein. Das Netzwerk wird zum Betriebsmittel im Krankenhaus. Bevor es aber als echtes Betriebsmittel "zulässig" ist, d.h. nutzbar ist, sind einige grundsätzliche Anforderungen festzulegen, die für die Qualität des Netzes unverzichtbar sind und ohne die ein zuverlässiger Betrieb nicht gewährleistet werden kann.

Als Kriterien spielen dabei nicht nur organisatorische Abläufe eine wesentliche Rolle; vielmehr sind in einer umfassenden Planung dafür die Voraussetzungen zu schaffen.

Die Sicherstellung der DV-gestützten Zusammenarbeit zwischen allen organisatorischen Einheiten dient dabei einem Hauptzweck, nämlich der lokalen und regionalen Kooperation zur Schaffung der notwendigen Randbedingungen zur Erzielung optimaler Ergebnisse in Medizin, Forschung und Lehre. Dabei ist vor allem der Schutz personenbezogener Daten sicherzustellen. Der Schutz soll das unberechtigte Lesen, Zerstörung und Veränderung der Daten verhindern.

## 1. Einführung

Unter einem LAN versteht man ein Netz zur bitseriellen Datenübertragung, das die Verbindung unabhängiger Geräte erlaubt. Es unterliegt vollständig der Zuständigkeit eines Anwenders und ist auf dessen Grundstück beschränkt. Ein lokales Netz kann ein Autonomes Netz sein, das mit anderen öffentlichen oder privaten Netzen über Gateways ein globales Netz bildet.

### 1.1 Zugriffsverfahren

Die Übersendung von Nachrichten setzt ein Regelwerk voraus, nach dem die diversen Netzteilnehmer (Endgeräte), das Übertragungsmedium nutzen können. Hierbei unterscheidet man stochastische und deterministische Zugriffsverfahren, die auch als Netzwerk-Dienstleistungen bezeichnet werden. Zu den unterstützten Dienstleistungen zählen:

- Ethernet (IEEE 802.3) 10 Mbit/s
- Token Ring (IEEE 802.5) 4/16 Mbit/s
- FDDI (ANSI X3T9.5) 100 Mbit/s

#### **Ethernet**

Ethernet auch als CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect) bezeichnet, ist ein stochastisches Zugriffsverfahren. Alle Stationen im Netz hören fortwährend das Medium ab und überwachen den Spannungspegel. Nimmt der Pegel einen bestimmten Wert an, interpretiert die Controllerlogik, daß das Übertragungsmedium frei ist und die Station startet den Sendevorgang. Während dessen überwachen alle Stationen das Medium. Steigt der Spannungspegel an, so bezeichnet man diesen Zustand als Kollision. Eine Kollision resultiert aus zwei aufeinander prallenden Datenpaketen, die von zwei gleichzeitig sendenden Stationen stammen. Daraufhin wird die Übertragung gestoppt und nach einer zufälligen Zeit neu gestartet.

#### **Token Ring**

Das Zugriffsverfahren im Token-Ring ist über ein umlaufendes Token (Staffelstab) definiert. Erhält eine Station ein Frei-Token kann sie das Token in ein Belegt-Token umwandeln und eine Nachricht anhängen. Die Nachricht zirkuliert dann auf dem Ring, an der gewünschten Zielstation (Empfängeradresse) vorbei, bis es wieder bei der Sendestation ankommt. Diese überprüft, ob die Zielstation das Paket ordnungsgemäß empfangen hat und wandelt das Belegt-Token in ein Frei-Token. Das Token wird nun an die nächste, im Ring folgende, Station weitergereicht und erteilt dieser das Senderecht.

#### **FDDI**

FDDI basiert auf den selben Zugriffsmechanismen wie beim Token-Ring erläutert. FDDI kennzeichnet sich vor allem dadurch aus, daß eine Übertragungsrate von 100Mbit/s erreicht wird. Ferner ist es mit FDDI möglich größere Netze als im Token-Ring aufzubauen. Dieser Vorteil gewinnt vor allem bei großen Geländenetzen an Bedeutung.

## 1.2 Netzwerk-Komponenten

Folgende Aktive Netzwerk-Komponenten sind für die Realisierung und Strukturierung des Netzwerkes von entscheidender Bedeutung:

- Repeater
- Brücken
- Router

### Repeater

Repeater sind Koppellelemente auf der ISO-Ebene 1 und nur im Ethernet-Bereich relevant. Sie regenerieren die Signale, bieten aber außer der Auto-Partition-Funktionalität (Abschalten von defekten Segmenten) keine Fehlerbegrenzung für logische Ethernet-Fehler wie CRC-Fehler.

### Brücken

Brücken sind Koppellelemente auf der ISO-Ebene 2 und verbinden zwei oder mehrere logische Netze, z.B. zwei Ethernet. Grundfunktionalität einer Brücke ist eine Lasttrennung auf der Basis von gelernten Hardware-Adressen, die in Adreß-Tabellen in der Brücke gespeichert werden. Für die Transport-Entscheidung werden alle Pakete interpretiert. Ein Paket wird vernichtet, wenn die Zieladresse im gleichen Subnetz wie die Quell-Adresse liegt. Falls eine Brücke nicht entscheiden kann, ob die Ziel-Adresse lokal oder netz-übergreifend ist, wird das Paket übertragen. Insbesondere werden auch Broadcasts und Multicasts von Brücken generell übertragen.

### Router

Router (in der TCP/IP-Welt auch IP-Gateway genannt) verbinden Netze auf der Ebene 3 des ISO-Modells und bieten insbesondere die Möglichkeit einer Wegewahl-Funktionalität auf parallelen bzw. redundanten Leitungen. Die derzeit etablierten Protokolle der ISO-Ebene 3 (OSI, TCP/IP, DECnet, ...) sind unterschiedlich und sehen ebenso unterschiedliche Mechanismen zur Lastverteilung vor. Daher sind Router immer auf den höheren Schichten protokoll-abhängig; d.h. ein Router kann nur die Pakete routen, für die er eingerichtet ist.

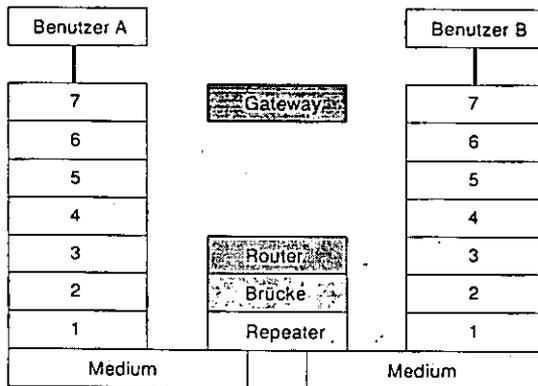


Abb. 1.1: Netzwerk-Komponenten

### 1.3 Vorgehensweise bei der Realisierung von LANs

Die Vorgehensweise bei der Realisierung von LANs lehnt sich an die 9 Leistungsphasen der Honorar- Ordnung für Architekten (HOAI) und Ingenieure an. Die 9 Leistungsphasen sind in der HOAI § 68 ff. beschrieben und gliedern sich wie folgt in:

1. Grundlagenermittlung
  - Ermitteln der Voraussetzungen zur Lösung der technischen Aufgabe
  - Bestandsaufnahme
  - Zielvorstellung
2. Vorplanung (Projekt- und Planungsvorbereitung )
  - Erarbeiten der wesentlichen Bestandteile für die Entwurfsplanung
  - zeitlicher Ablauf der Planungsarbeiten
3. Entwurfsplanung (System- und Integrationsplanung)
  - Vorschlag bezüglich der Festlegung eines endgültigen Planungskonzeptes
4. Genehmigungsplanung
  - Erarbeiten der Vorlagen für die erforderlichen Genehmigungen
5. Ausführungsplanung
  - Erarbeiten und Darstellen der ausführungsreifen Planungslösung
  - Feinspezifikation unter Berücksichtigung der geforderten Nutzungen
6. Vorbereitung der Vergabe
  - Ermitteln der Mengen und Aufstellen von Leistungsverzeichnissen
7. Mitwirkung bei der Vergabe
  - Prüfen der Angebote und Mitwirkung bei der Auftragsvergabe
8. Objektüberwachung (Bauüberwachung )
  - Überwachen der Ausführung des Objektes
9. Objektbetreuung und Dokumentation
  - Überwachen der Beseitigung von Mängeln und Dokumentation des Gesamtergebnisses

Neben den aufgeführten Aufgabenfeldern der 9 Leistungsphasen ist für den sicheren und zuverlässigen Betrieb eines Netzwerkes die frühzeitige Schulung des Personals von entscheidender Bedeutung. Üblicherweise werden die 9 Leistungsphasen bei der Netzwerkplanung folgenden Projektschritten zugeordnet:

- Netzwerk-Konzept
- Ausführungsplanung und Ausschreibungsverfahren
- Bauüberwachung
- Dokumentation und Abnahme

Demnach startet die Einführung einer Kommunikationsinfrastruktur in Form eines LAN mit einem Netzwerk-Konzept. Hier werden die Richtlinien für die spätere Ausführungsplanung beschrieben. Elementarer Bestandteil des Konzeptes ist die Festlegung einer Netzwerk-Struktur.

## **2. Allgemeines Netzwerk-Konzept**

Zur Klärung von Begrifflichkeiten und zum leichteren Verständnis der im weiteren definierten Anforderungen wird zunächst ein allgemeines Netzwerk-Konzept vorgestellt. Grundlage dieses Konzepts ist eine mehrstufige physikalische (s. Abb. 2.1) und logische Netzwerkstruktur (s. Abb. 2.2).

### **2.1 Physikalische Netzwerkstruktur**

Die physikalische Netzwerkstruktur richtet sich nach der Verkabelung, die zum Aufbau des Netzwerkes erforderlich ist. Bei einer Geländeverkabelung wird von einem dreistufigen Konzept ausgegangen.

#### **Gelände-Verkabelung**

Durch die Gelände-Verkabelung werden alle Gebäude auf dem Gelände miteinander verbunden. Je nach Lage können einzelne Gebäude zu Gebäude-Komplexen zusammengefaßt werden. Pro Gebäude (bzw. Gebäude-Komplex) wird mindestens ein Hauptverteiler (HV) zum Anschluß an das Gelände-Backbone-Netz vorgesehen. Bei Bedarf (große Ausdehnung eines Gebäudes oder Komplexes) kann mehr als ein HV erforderlich sein.

#### **Steigebereich-Verkabelung**

Pro Gebäude bzw. Gebäude-Komplex werden in einem bestimmten Rasterabstand Unterverteiler (UV) vorgesehen. UV und HV des jeweiligen Komplexes werden durch die Gebäude-Backbone-Verkabelung miteinander verbunden. Die UV bilden die Anschlußpunkte für die Etagen-Verkabelung.

#### **Etagen-Verkabelung**

Die Etagen-Verkabelung verbindet die Anschlußpunkte der Benutzer-Endgeräte mit dem zugehörigen Unterverteiler

Basis für jede Art der Verkabelung sind Technikräume, deren Verteilungsraster sich an der Struktur des Geländes und der Gebäude, den Entfernungen auf den Etagen und den räumlichen Möglichkeiten, Technikräume herzustellen, orientiert.

### **2.2 Logische Netzwerkstruktur**

Die logische Netzwerk-Struktur wird auf der physikalischen Netzwerk-Struktur (Verkabelung) gebildet. Sie richtet sich nach den Kommunikationsanforderungen. D.h. Daten stehen nicht mehr zwangsläufig netzwerkweit zur Verfügung, sondern können lokal gehalten werden. Strukturierungselemente sind Brücken und Router. Sie trennen ein Netzwerk logisch in ein oder mehrere Subnetze und einen übergreifenden Backbone. Die Strukturierung orientiert sich an den Erfordernissen, Nutzungsbereiche netztechnisch zusammenzuschalten. Infolge dieser Segmentierung bzw. der Subnetzbildung partizipieren die Bereiche von folgenden Vorteilen:

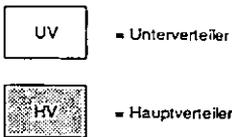
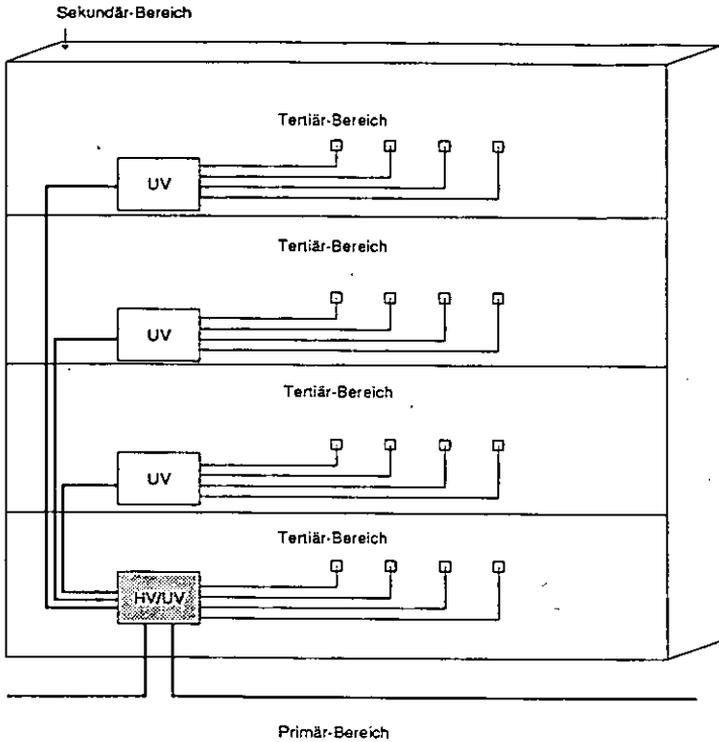


Abb.: 2.1 Physikalische Netzwerkstruktur

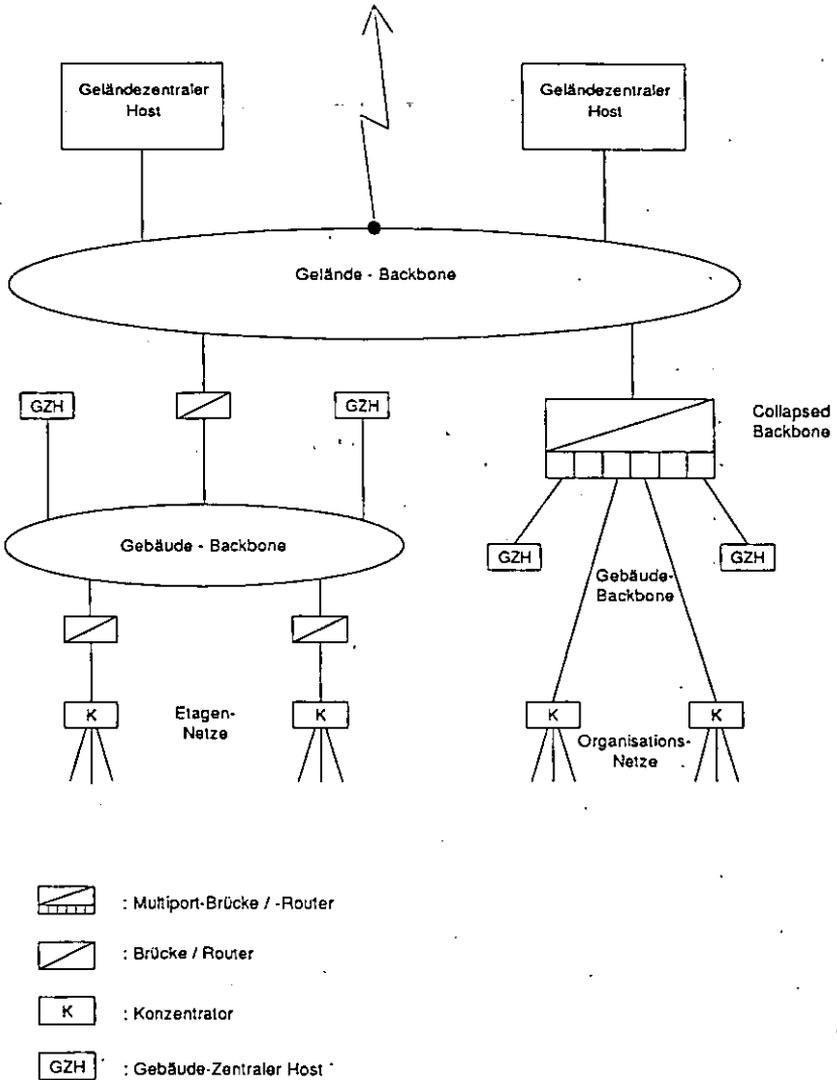


Abb.: 2.2 Logische Netzwerkstruktur

- **Lasttrennung:** Nur der subnetz-übergreifende Datenverkehr wird über das Backbone-Netz übertragen.
- **Fehlerbegrenzung:** Störungen, die in einem Subnetz auftreten, werden nicht auf das Backbone-Netz übertragen.
- **Zugangssicherung:** Die Sicherheit in bezug auf den Schutz von Daten wird wesentlich erhöht. Sicherheitskritische Daten stehen nicht netzwerkweit zur Verfügung.

Auf der Basis des allgemeinen Netzwerk-Konzept werden folgende Anforderungen spezifiziert.

### **2.3 Anforderungen an das Netz**

Diese Anforderungen sind neben den baulichen Randbedingungen wesentliche Grundlage für die Realisierung des Konzepts.

Folgende Anforderungen werden an die Verkabelung gestellt:

- strukturiertes Verkabelungssystem
- flächendeckende Verkabelung
- universelles, dienstneutrales Verkabelungssystem (d.h. auch FDDI auf Kupfer)
- übersichtlich und wartungsfreundlich
- möglichst geringer Platzbedarf der Kabel
- geringe Störempfänglichkeit zur Senkung der Übertragungsfehlerrate
- sehr gute übertragungstechnische Eigenschaften
- Unterstützung von Datenschutzmaßnahmen

#### **2.3.1 Strukturierte Verkabelung**

Wesentlicher Bestandteil einer funktionsfähigen Kommunikationsinfrastruktur ist der Aufbau einer strukturierten Verkabelung. Infrastrukturelle Voraussetzung für den Aufbau einer strukturierten Verkabelung sind Technikräume. Technikräume erfüllen mindestens folgende Funktionen:

- Installationsort der Netzwerk-Komponenten
- Übergabepunkt für alle anzubietenden Kommunikationsdienstleistungen
- Schnittpunkt Backbone- und Etagenverkabelung
- zentrale Rangierung der Endgeräteanschlüsse
- Wartungs- und Meßpunkt

Die Nutzung der Lokalen Netze sowie des Backbones erfordert die sichere, zuverlässige Funktion der in den Technikräumen zusammengefaßten Netzkomponenten. Daraus ergeben sich ähnlich wie bei Rechenzentren bau- und sicherheitstechnische Anforderungen an die Räume:

- Klimatisierung
- Elektroversorgung mit USV
- Telefoneinrichtung
- Zugangskontrolle
- Brandschutz
- Hilfsmittel für Instandhaltungsarbeiten (DIN 31051)

Die erforderliche Größe der Räume ist abhängig von der Zahl der zu versorgenden Endgeräteanschlüsse und damit von der Anzahl aufzustellender 19"- Schränke (Grundfläche 800mm x 800mm). Abbildung 2.3 zeigt beispielhaft die Aufstellung von Verteilerschränken in einem Technikraum.

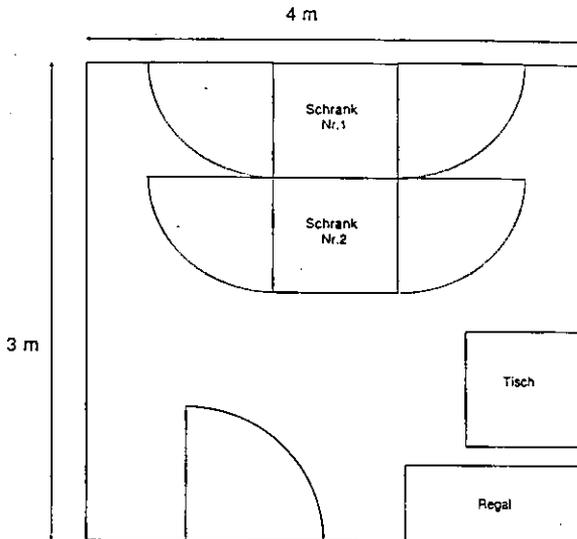


Abb. 2.3: Aufstellung von Verteilerschränken in einem Technikraum

Zur Verbindung der Technikräume untereinander kann ein Hochleistungsübertragungsmedium als Backbone-Netz (Lichtwellenleiter) gemeinsam mit einer hochpaarigen Telefonverkabelung eingesetzt werden.

Ausgehend von einem Technikraum als Etagenverteiler kann ein preisgünstiges, qualitativ hochwertiges, einheitliches Medium zur kostengünstigen Erschließung einer hohen Zahl von Endgeräte-Anschlüssen eingesetzt werden. Als Übertragungsmedium ist ein voll geschirmtes 4-Draht-Kabel zu verlegen. Eine Übertragungsstrecke darf sich maximal über eine Länge von 100m ausdehnen. Kalkuliert man für Rangier- und Anschlußkabel je 5m, ist damit die Reichweite des Verteilers auf 90m begrenzt. Abbildung 2.4 zeigt schematisch eine mögliche Verkabelungsstruktur.

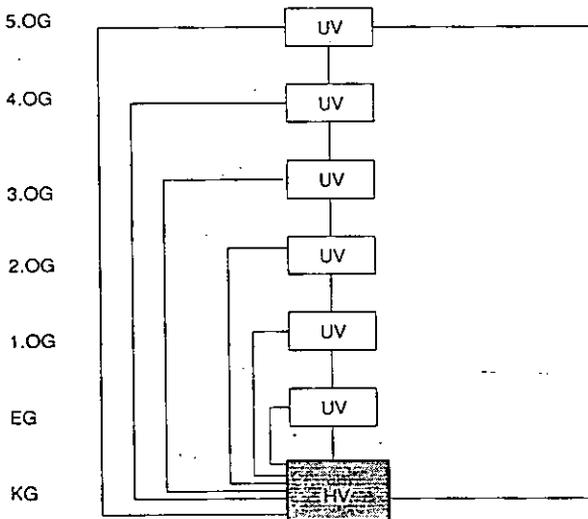


Abb. 2.4: Verkabelungsstruktur

Das Verkabelungssystem sowie alle aktiven Komponenten sind so auszulegen, daß das EMV-Gesetz und damit die gültigen harmonisierten europäischen Normen eingehalten werden.

### 2.3.2 Flächendeckende Infrastruktur

In dem Gebäude sind Nutzungseinheiten festzulegen, die in Abhängigkeit davon mit einer bestimmten Zahl an Anschlüssen flächendeckend versorgt werden. Dabei wird bewußt in Kauf genommen, daß ein bestimmter Prozentsatz der Anschlüsse zeitweilig oder ganz unbenutzt bleibt (nicht aktiviert wird). Unter diesem Blickwinkel ist die Realisierung der Verkabelung unbedingt von der Aktivierung einer Dienstleistung auf dieser Verkabelung zu trennen.

Eine "bedarfsorientierte Nachverkabelung" in Büro- und Krankenhaus-Bereichen ist unter Kostengesichtspunkten nicht zu empfehlen. Die Einsparungen, die sich durch eine in der Planung vorgesehene geringere Anschlußdichte ergeben, stehen erfahrungsgemäß in keinem Verhältnis zu den Material- und Personalkosten, die für eine dann zu erwartende kontinuierliche Nachverkabelung zu erwarten sind.

Stichworte sind hier:

- wiederholtes Öffnen von Flur-, Fensterbank-Kanälen und Decke
- erhöhter Testaufwand mit jeder Erweiterung mit Fehlersuche und Abnahmeproblemen
- Störung der Patienten und Mitarbeiter in den betroffenen Bereichen
- Schmutz- und gegebenenfalls Lärmbelästigung des Krankenhausbetriebs

Diese Punkte gelten besonders für spezielle Krankenhausbereiche wie Operationssäle (OP) und Intensivstationen.

### 2.3.3 Kosten

Im Prinzip bestehen drei Verkabelungsmöglichkeiten, Anschlußpunkte für das Übertragungsverfahren CSMA/CD bereitzustellen:

1. Koaxialkabel -> 10Base2
2. 4-Draht Kabel -> 10BaseT
3. LWL -> 10BaseF

Hierbei kann von folgenden Kostenverhältnissen (Koax:4-Draht:LWL) bei der Realisierung des Übertragungsverfahrens auf den unterschiedlichen Medien ausgegangen werden:

- 100%-igen Aktivierung von etwa 1:2:6
- 50%-igen Aktivierung von etwa 1:1,5:5

Nicht berücksichtigt sind bei diesen Kostenrelationen Aufwendungen für Baumaßnahmen, die bei einer sternförmigen Verkabelung auf der Basis von 4-Draht-Kabel oder LWL-Kabel umfangreicher sind als bei einer busförmigen Verkabelung auf der Basis von Koaxialkabel.

Daraus resultiert, daß die Aktivierung mittels eines busförmigen Übertragungsmediums zunächst hinsichtlich der Investitionssumme die günstigste Lösung ist. Den geringeren Investitionskosten stehen die Nachteile dieser Topologie bzw. dieses Mediums gegenüber, die erfahrungsgemäß mit erhöhten Betriebskosten verbunden sind:

- störanfällig
- Störungen betreffen gesamtes Segment, d.h. mehrere Endgeräte
- nicht dienstneutral (z.B. Terminals können nicht angeschlossen werden; dies gilt z.B. für firmenspezifische Verkabelungen von IBM und Apple)
- keine Anpassung des Netzwerkes an organisatorische Maßgaben
- keine Kontrollmöglichkeit über die Autorisierung angeschlossener Endgeräte
- Datenschutz wird nicht gewährleistet

LWL-Kabel zeichnet sich vor allem durch eine hohe Übertragungskapazität und Unempfindlichkeit gegenüber Elektromagnetischen Einstrahlungen aus.

### 2.3.4 Datenschutz

Um dem Datenschutz gerecht werden zu können sind folgende Punkte bei der Realisierung des Netzes zu beachten:

- der Zugang zu dem Übertragungsmedium Netzwerk ist zu autorisieren
- die Netzbenutzung ist ausschließlich berechtigten Endgeräten zu gewähren
- alle netzbildenden Komponenten sind vor unberechtigtem Zugriff, d.h. Veränderung der Netzstruktur und Netzverschaltung, zu schützen

Zusammenfassend sind diese Forderungen durch folgende Kriterien zu unterstützen:

- sichere Technikräume (Zugangsschutz und Zugangskontrolle)
- autorisierte Personenkreis für den Betrieb des Netzes
- sternförmige Verkabelung
- Autorisierung von Endgeräten anhand der Hardware-Adresse
- Subnetzbildung durch Brücken oder Router; ausschließlich über Dialog mit Paßwortangabe konfigurierbar
- technische Überwachung der Netzkonfiguration durch eine geeignete Management-Software unter Verwendung des SNMP-Protokolls

### 2.3.5 Netzwerkbetrieb

Die einzusetzenden Komponenten zum Aufbau des logischen Netzes sollen als "Baukastensystem" mit möglichst wenig unterschiedlichen Teilen zur Verfügung stehen. Für die im Rahmen des Netzwerkbetriebes durchzuführenden Arbeiten kann so der Umfang der Ersatzteilbevorratung, des erforderlichen Meß- und Kontroll-Equipments wie auch der notwendigen Spezialkenntnisse des dafür eingesetzten Personals in akzeptablen Grenzen gehalten werden.

Trotzdem ist für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb des LAN das Personal frühzeitig im Umgang mit der Netzwerktechnik zu schulen.

Der Betrieb des gesamten Netzwerkes soll durch

- ein leistungsfähiges und komfortables Netzwerk-Management
- eine stets konsistente Dokumentation

unterstützt werden. Die Dokumentation ist möglichst begleitend zur Planung aufzubauen. Sie beschreibt mit einem einheitlichen Nummerierungsschema alle Netzwerk-Komponenten sowie die Kabel zur Verbindung der Komponenten. Als Hilfsmittel stehen auf dem Markt verschiedene EDV-basierte Dokumentationssysteme zur Verfügung.

### **3. Ausführungsplanung, Ausschreibung**

In der Ausführungsplanung ist das Netzwerk-Konzept auf die Gegebenheiten vor Ort anzupassen. In dieser Stufe ist die Basis für eine saubere und praktikable Installation zu schaffen. Folgende Punkte sind im Rahmen der Ausführungsplanung festzulegen:

- Technikräume
- Anbindung an Steigeschächte
- Verlegesysteme
- Anschlußpunkte
- Stromversorgung

Die Planungsergebnisse sind in Form von Zeichnungen festzuhalten und, in der fortschreitenden Planung ggf. zu überarbeiten.

Neben den mehr baulichen Maßnahmen ist die Systemtechnik geeignet auszuwählen und exakt in der Ausschreibungsunterlage zu spezifizieren. Im wesentlichen sind folgende Systemkomponenten auszuwählen:

- Verteilerschrank
- Rangiertechnik
- Dosentechnik
- Verkabelung im Steigebereich
- Verkabelung im Endgerätebereich
- aktive netzbildende Komponenten wie Sternkoppler, Ringleitungsverteiler, Brücken, Router, Gateways, Controllerkarten etc.

### **4. Bauüberwachung**

Die Bauüberwachung überprüft die ordnungsgemäße, fachgerechte Installation der Anlage. Sie dient damit der Qualitätssicherung der in der Ausschreibungsunterlage spezifizierten Leistung. Beispielsweise können mögliche Fehler bei nicht korrektem Umgang mit Anschlußtechnik und Verkabelung frühzeitig erkannt und behoben werden. Weitaus schwerer ließen sich derartige Mängel zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme bzw. betriebsbereiten Übergabe beseitigen. Sollten sich Abweichung von der Ausführungsplanung ergeben, sind diese als Revisionsanmerkungen in den Plänen zu dokumentieren. Alle Pläne sind daraufhin zu überarbeiten und ständig auf dem aktuellen Ausführungsstand zu halten.

## 5. Dokumentation und Abnahme

Vor der Abnahme des Gewerks ist der Anlagenzustand genauestens zu dokumentieren. Es sind nochmals alle Planungsdokumente zu überarbeiten und mit dem Istzustand auf der Baustelle abzugleichen. Letztendlich umfaßt die Dokumentation eine Darstellung

- des Verteilerschranksaufbaus mit
  - \* Anschlußtechnik
  - \* Aktiven Komponenten
  
- der Kabel mit
  - \* exakter Lage
  - \* Anzahl
  - \* Kabeltyp
  - \* Verlegesystem (Steigebereich, Pritsche, Kanal, etc.)
  
- der Dosen als Netzübergabepunkte mit
  - \* Einbauort
  - \* Dosentyp
  - \* Belegung der Dosen
  - \* Einbautyp (AP/UP, KEB)
  
- Belegung aller Rangier- und Anschlußkabel mit
  - \* Angabe der Farbzurordnung

Das System ist nach einer Meßvorschrift einzumessen. Die Meßwerte für alle Kabeltypen sind zu dokumentieren, und Zwecks zukünftiger Qualitätsüberprüfungen des Netz als Referenz zu nutzen. Auf der Basis der Dokumentationsunterlagen und Meßergebnisse wird während der Abnahme die Güte der installierten Anlage überprüft. Das festgehaltene Ergebnis ist von entscheidender Bedeutung, wenn während der späteren Servicearbeiten Veränderungen im Netz frühzeitig erkannt werden sollen.

Serviceleistungen sind durch die ausführende Firma oder einen Netzwerkspezialisten mit dem Ziel anzubieten, den Kunden bei Fragen, Problemen und Störungen effizient zu unterstützen sowie mögliche Fehlerquellen frühzeitig zu erkennen. Der gewünschte Rahmen für einen derartigen Dienst ist in Form eines Wartungsvertrages zu spezifizieren.

Der oben beschriebene Planungsablauf zeigt, daß bei klassischer Vorgehensweise nach der HOAI ab der 5.-ten Leistungsphase Pläne, Detailzeichnungen und Listen benötigt werden, die in den fortlaufenden Projektarbeiten mehrfach geändert und neuangelegt werden müssen. Dies erfordert einen hohen Arbeitsaufwand. Dieser Arbeitsaufwand resultiert vor allem daraus, daß nicht nur die geänderten Informationen bearbeitet werden müssen, sondern auch alle ordnungsgemäßen Informationen zu übertragen sind. Ferner bewirkt die relativ hohe Bearbeitungszeit der Revisionsunterlagen eine ständige zeitliche Phasenverschiebung zwischen Bauzustand und Dokumentation. Je größer dieser durch Einarbeitungszyklen gewählt wird, desto größer ist auch die Inkonsistenz. Aus diesem Grund ist es sinnvoll schon während der Planung das Gewerk in einem EDV-basierten Dokumentationssystem zu erfassen und Planungsänderungen "Online" im System mitzuführen. Wünschenswert wäre das System zum frühest möglichen Projektzeitpunkt einzusetzen. So könnten schon in der Konzeptionie-

rungsphase notwendige Detailinformationen eingepflegt werden und für eine erste Abschätzung der Systemparameter wie z.B. Kabellängen, Schrankkapazität, Raumnutzung genutzt werden.

Autor:  
Michael Wessel-Ellermann  
ComConsult Kommunikationstechnik GmbH  
Pascalstr. 25  
52076 Aachen  
Tel.: 02408/149-01

# **LAN - Klinik: ein "papierloser" Arbeitsplatz für Anästhesie und Intensivmedizin**

**O. Möllenberg**

**Abt. f. Anästhesiologie, Universitäts - Krankenhaus Eppendorf, Hamburg**

Als ein Beispiel einer LAN - gestützten klinischen EDV - Anwendung soll hier die Implementation eines "papierlosen" anästhesiologischen Arbeitsplatzes im Operationssaal und auf der Intensivstation vorgestellt werden.

Während der Versorgung eines Patienten auf einer Intensivstation als auch während der anästhesiologischen Betreuung im Rahmen eines operativen Eingriffs fallen viele medizinischen Daten an, die aus medizinischen und gesetzlichen Gründen aufgezeichnet und verfügbar gehalten werden müssen. Nahezu überall werden heute diese Daten von Hand auf Narkoseprotokollen oder Kurvenblättern aus Papier festgehalten. Diese Art der Dokumentation weist erhebliche Nachteile auf:

- die Darstellung der Daten ist uneinheitlich, unflexibel und teilweise unleserlich
- die Daten sind nur für eine Person und nur an einem Ort verfügbar
- eine weitergehende Verarbeitung der Daten ist wirtschaftlich nicht akzeptabel

Mit einem computergestützten Informationssystem, das an jedem Arbeitsplatz Bildschirm und Tastatur bietet, lassen sich die beschriebenen Nachteile der herkömmlichen Dokumentationsform umgehen.

## **Projekt - Grundlagen**

Die Errichtung eines neuen Operativen Zentrums am Universitäts - Krankenhaus Eppendorf (Hamburg) wurde zum Anlaß genommen, im Bereich der Abt. f. Anästhesiologie ein solches Klinisches Informationssystem einzusetzen. Um eine ausreichende Akzeptanz bei allen Benutzern zu ermöglichen, wurde gefordert, daß das zu implementierende System sowohl im OP als auch auf der Intensivstation ein vollständig "papierloses" Arbeiten am Patienten erlaubt. Bereits zu diesem Zeitpunkt war deutlich, daß die Kommunikation von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz und zu zentralen Diensten ein leistungsfähiges lokales Netzwerk (LAN) erfordern würde. Die weitere Planung des Netzwerks wurde jedoch von der Produktentscheidung bezüglich des Klinischen Informationssystem abhängig gemacht, um dieses optimal unterstützen zu können.

Da weder innerhalb der Abt. f. Anästhesiologie noch durch das Rechenzentrum des Krankenhauses die Ressourcen für die extrem aufwendige Entwicklung und Unterstützung eines solchen Informationssystems gegeben waren, suchte man die Zusammenarbeit mit einem leistungsfähigen kommerziellen Anbieter.

Die Entscheidung fiel auf das "Clinical Information System" (CIS) der Fa. CliniComp (San Diego, USA), das durch die Fa. Marquette (Milwaukee, USA) weltweit vertrieben wird. Ausschlaggebend für die Produktentscheidung waren u. a. positive Betriebserfahrungen an zwei amerikanischen Krankenhäusern mit 70 bzw. 250 elektronischen Arbeitsplätzen über einen Zeitraum von mehreren Jahren.

Das CIS verfügt über zwei zentrale Computer, auf denen sämtliche Daten gehalten und alle Transaktionen ausgeführt werden. Sie stellen im Notfall eine gegenseitige Redundanz dar.

Über ein LAN nach Ethernet - Standard werden alle Bildschirmarbeitsplätze und übrigen Geräte wie z. B. Drucker oder Laborschnittstellen angeschlossen.

## **LAN - Planung**

### **Funktionsbereiche**

Im Rahmen dieses Projekts waren 4 getrennte Funktionsbereiche in das Netzwerk einzubeziehen:

- OP - Trakt "Allgemeinchirurgie / Urologie"
- OP - Trakt "Herzchirurgie"
- neue Anästhesiologische Intensivstation
- bestehende Anästhesiologische Intensivstation (in einem ca. 200 m entfernten Gebäudeteil)

In jedem Funktionsbereich wird zwischen Administrations - und Patienten - Arbeitsplätzen unterschieden. Die administrativen Arbeitsplätze sind zentral im Funktionsbereich angeordnet und erlauben z. B. den Ausdruck von Kurven und Protokollen, wenn die Patienten in andere Abteilungen verlegt werden. Unter dem Patienten - Arbeitsplatz wird auf der Intensivstation das einzelne Intensivbett, im OP - Trakt der einzelne OP - Tisch bzw. das Bett im Aufwachraum verstanden.

### **Struktur der Arbeitsplätze**

Die Netzwerk - Anforderungen der einzelnen Arbeitsplatzformen ergaben sich aus jeweiligen Gerätekonfigurationen. Während an den administrativen Arbeitsplätzen 1 - 2 Bildschirmgeräte und ein Drucker zu versorgen sind, ist die Situation an den Patienten - Arbeitsplätzen komplexer:

Jeder Patient ist an einem sog. hämodynamischen Monitor angeschlossen, mit Hilfe dessen kontinuierlich EKG, Blutdruck und andere physiologische Parameter des Patienten aktuell dargestellt und überwacht werden. Die von uns an diesen Arbeitsplätzen eingesetzten Monitore (TRAMSCOPE 12, Fa. Marquette) verfügen neben der mittlerweile üblichen seriellen Schnittstelle auch über einen Ethernet - Anschluß, über den aufgrund der weitaus höheren Datenübertragungsrate auch kontinuierliche EKG - oder Blutdruck - Kurven in Echtzeit weitergeleitet werden können. Die Rolle des Narkoseprotokolls oder des Kurvenblatts übernimmt eine Anzeigestation, die aus einem hochauflösenden Monitor (1280 x 1024 Bildpunkte) und einer handelsüblichen Tastatur besteht und über das LAN mit den Zentral - Computern verbunden ist. Darüberhinaus befinden sich je nach Funktionsbereich und medizinischer Situation des Patienten weitere medizinische Geräte am Arbeitsplatz wie z. B. Narkosegerät oder Beatmungsgerät und Medikamenten - Pumpen. Die meisten dieser Geräte verfügen über eine serielle Schnittstelle nach RS 232 - Standard und sind daher prinzipiell in der Lage, bestimmte Einstellungen - und Meßwerte an das Klinische Informationssystem weiterzugeben. Zu diesem Zweck wurde an jedem Patientenplatz ein "Daten - Akquisitions - System" (DAS) vorgesehen, an das bis zu 8 medizinische Geräte über RS 232 angeschlossen werden können. Das DAS wickelt lokal das gerätespezifische Datenübertragungsprotokoll mit dem jeweiligen peripheren Gerät ab, puffert bei Bedarf die Daten und leitet sie schließlich über das LAN an die Zentralcomputer weiter.

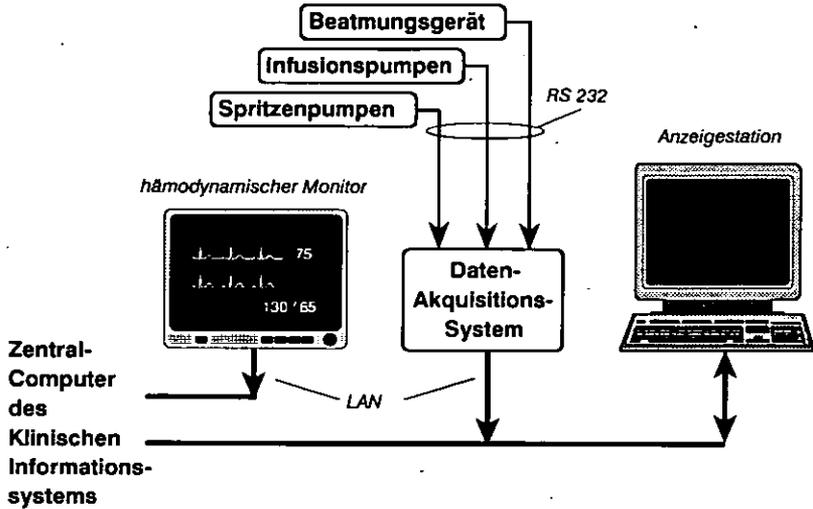


Abb. 1: Struktur des Patienten - Arbeitsplatzes (z. B. auf der Intensivstation)

### Allgemeine Planungsgrundsätze

Über die Berücksichtigung der quantitativen und qualitativen Bedarfe hinaus wurden weitere Planungsgrundsätze aufgestellt, die so weit wie möglich beachtet werden sollten, um eine hohe Betriebssicherheit, einfache Wartbarkeit und Anpassungsfähigkeit an zukünftige Anforderungen sicherzustellen:

- **Flexibilität:** einzelne Netzwerksegmente und -leitungen sollen bei Bedarf auch anderen Netzwerkdiensten zugeordnet werden können
- **Standards:** verwendete passive und aktive Komponenten sollen allgemein akzeptierten Standards entsprechen
- **Einheitlichkeit:** vergleichbare Netzwerkbestandteile wie z. B. die Wandsteckdosen oder Kabelmaterial sollen im gesamten Gebäude (auch über das Informationssystem hinaus) einheitlich sein

### Anforderungen an die Ausfallsicherheit

Es gibt bislang nur sehr wenige Erfahrungen mit Klinischen Informationssystemen, die die patientenseitige Dokumentation vollständig übernehmen. Dementsprechend wurden hohe Anforderungen an die Ausfallsicherheit der Anlage und damit auch der Netzwerktechnik gestellt. Da auf der anderen Seite eine vollständig redundante Ausführung des gesamten Informationssystems die verfügbaren Finanzmittel überstiegen hätte, wurde ein Kompromiß gefunden:

- Ein Fehler oder eine Störung soll hingenommen werden, wenn nur ein einzelner Arbeitsplatz betroffen ist und die Integrität der jeweiligen Patienten - Daten auf den Zentral - Computern erhalten bleibt. In diesem Fall kann nämlich über ein benachbartes Terminal weiter dokumentiert werden.

- Dagegen können Fehler, die gleichzeitig die Arbeit an mehreren Arbeitsplätzen erheblich beeinträchtigen oder gar unmöglich machen, nicht akzeptiert werden, da in dem jeweiligen Funktionsbereich ein Chaos entstehen würde. Für diese Fälle sind z. B. Redundanzen vorzusehen.
- Funktionalitäten wie die automatische Übermittlung von Labordaten oder die automatische Übernahme von Monitoring - Daten, die zwar mehrere Arbeitsplätze betreffen, aber mehr der Arbeitserleichterung dienen und vorübergehend gut durch das Personal übernommen werden können, sollen nicht besonders abgesichert werden.

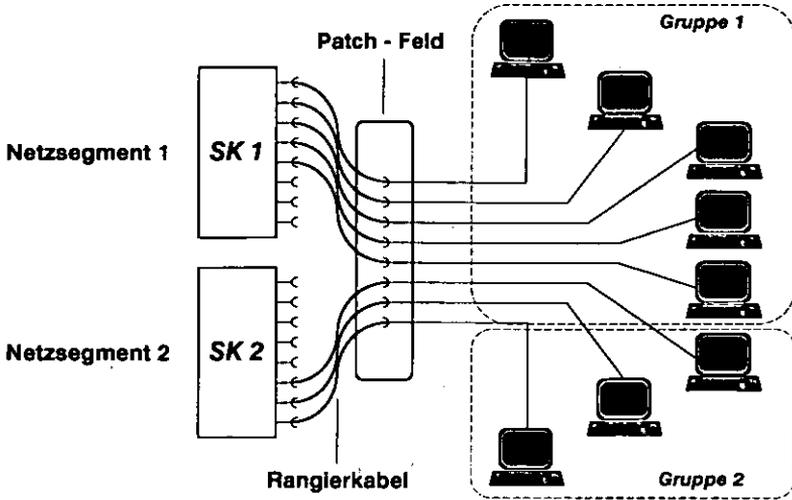
## LAN - Implementation

### Verkabelungs - Topologie

Obwohl gerade bei Ethernet - Netzwerken häufig mehrere Netzanschlüsse auf einen Kabelstrang gelegt werden (sog. Bus - Verkabelung) [2], entschied man sich hier für eine Stern - Verkabelung, bei der von einem zentralen Punkt wie z. B. einem Verteilerschrank zu jedem Netzanschluß ein eigenes Kabel führt. Bei Anwendung dieser Topologie wird zwar wesentlich mehr Kabel verlegt und auch die Anforderungen an aktive Netzwerkkomponenten und Verteilerschränke sind erheblich größer, da die einzelnen Netzwerk - Anschlüsse erst über aktive Komponenten wie z. B. einen Sternkoppler zu einem Netz zusammengeschlossen werden. Insbesondere in Verbindung mit einem Patch - Feld (Verteiler - Feld), das ein freies Rangieren von einzelnen Kabelstrecken auf verschiedene aktive Netzwerkkomponenten erlaubt, erzielt man dafür deutliche Vorteile sowohl für den aktuellen Betrieb als auch die Zukunftssicherheit der Investition:

- Bei der Bus - Topologie sind die Anschlüsse einer Kabelstrecke fest zu einem Netzsegment zusammengeschlossen, eine Aufteilung des Segments oder flexible Zuordnung einzelner Anschlüsse zu anderen Netzsegmenten ist nicht möglich. Bei Verwendung der Stern - Topologie entsteht ein Netzsegment erst dadurch, daß mehrere Kabelstrecken durch entsprechende Verbindungen im Patch - Feld an einen gemeinsamen Sternkoppler angeschlossen werden. Die Zuordnung einer Kabelstrecke und damit eines einzelnen Netzanschlusses zu einem bestimmten Sternkoppler und damit einem bestimmten Netzsegment erfolgt durch Stecken eines Rangierkabels im Patch - Feld. Durch einfaches Umstecken ("umpatchen") läßt sich diese Zuordnung mit sehr geringen Aufwand jederzeit einem veränderten Bedarf anpassen. Durch Einbau eines zusätzlichen Sternkopplers lassen sich auch vorhandene Netzsegmente jederzeit weiter aufteilen.
- Moderne Sternkoppler können auf der Grundlage, daß jede Kabelstrecke über einen separaten Anschluß mit dem Sternkoppler verbunden ist, fehlerhafte oder störende Netzteilnehmer erkennen und isolieren. Über bestimmte Fernsteuerungs - Befehle (SNMP) können Sternkoppler auch gezielt veranlaßt werden, z. B. bei Überlastung des Netzwerks einzelne unwichtigere Kabelstrecken abzuschalten. Bei Beschädigungen der Kabelstrecke oder der Wandsteckdose ist im Gegensatz zur Bus - Verkabelung nur ein einzelner Anschluß betroffen, für den sich durch "Hinzu - Patchen" einer Reserve - Kabelstrecke (mit Wandanschluß im gleichem Raum) jederzeit kurzfristig Ersatz schaffen läßt. Die Betriebsfähigkeit der einzelnen Netzsegmente wird durch diese Maßnahmen deutlich besser aufrechterhalten.

Alle Schaltschränke für Patch - Felder und aktive Netzwerkkomponenten des Informationssystems konnten in einem Technikraum zusammengefaßt werden, von dem aus alle Netzwerkanschlüsse innerhalb des Operativen Zentrums versorgt werden.



**Abb. 2: Prinzip der Stern - Verkabelung mit Patch - Feld**

Alle Kabel eines Bereichs werden auf ein zentrales Patch - Feld geführt. Durch Rangierkabel werden die einzelnen Netzanschlüsse mit einem Sternkoppler (SK 1 bzw. SK 2) verbunden, so entstehen zwei getrennte Netzsegmente. Die Zuordnung einzelner Kabelstrecken zu einem bestimmten Netzsegment läßt sich im zentralen Patch - Feld bequem ändern.

### **Einheitliche Netzwerktechnik**

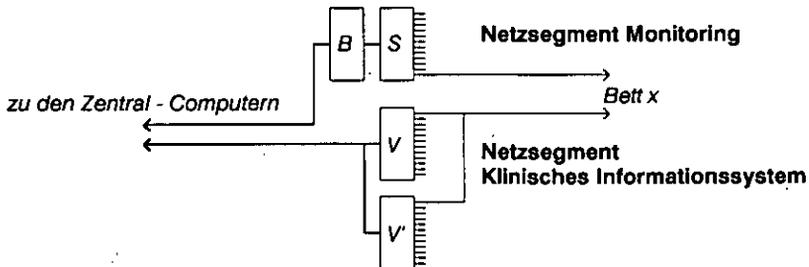
Die hier beschriebene Flexibilität setzt voraus, daß durch einheitliche Kabel, Verbindungs- und Anschlußtechnik eine Kompatibilität zwischen allen in einem Gebäude verlegten LAN - Strecken geschaffen wird. Im vorliegenden Fall war dieses LAN - Projekt nur ein (wenn auch gewichtiger) Bestandteil einer größeren Vernetzungsmaßnahme, im Zuge derer sowohl für die Abt. f. Anästhesiologie als auch für die anderen im Operativen Zentrum vertretenen Abteilungen weitere Netzwerkstrecken errichtet wurden. Bei dem Kabelmaterial entschied man sich für abgeschirmtes 2-paariges Kabel (STP level 5), das gegenüber dem sonst häufig verwendeten Koaxialkabel Störeinflüsse besser abschirmt und die Möglichkeit bietet, übergangsweise auch die vom Krankenhaus - Rechenzentrum derzeit als serielle 4 - Draht - Kommunikation angebotenen Dienste zu übertragen. Die Anschlüsse in den Patch - Feldern wurden als geschirmte FKS - Steckverbindungen (Fa. Ackermann) ausgeführt. Diese Steckverbindungen erlauben eine hohe Packungsdichte, verriegeln automatisch und bieten so eine hohe Stecksicherheit. Als Wandsteckdosen in den Nutzerräumen wählte man CAG - Dosen (Fa. Ackermann). Vom Aufbau her ähnelt die CAG - Verbindung einer vergrößerten Version der aktuellen Telefon - Anschlußtechnik (TAE), sie läßt sich trotz vollständig geschirmter Ausführung einfach stecken und ist bequem kodierbar. Durch die Kodierung lassen sich in Räumen mit gehäuften Netzwerkanschlüssen trotz der beschriebenen Einheitlichkeit Verwechslungen zwischen verschiedenen Netzwerksegmenten sicher vermeiden.

### Segmentierung des Netzwerks

In den 4 Funktionsbereichen sind ca. 50 Arbeitsplätze mit meistens 3 Netzwerkanschlüssen (hämodynamischer Monitor, Anzeigestation und Daten - Akquisitionssystem) zu versorgen, insgesamt ergeben sich somit ca. 150 Netzwerkanschlüsse. Da die Anschlüsse verschiedenen Funktionsbereichen angehören und unterschiedliche Geräte mit unterschiedlichen betrieblichen und Sicherheitsanforderungen versorgen sollen, war es sinnvoll, die 150 Anschlüsse auf verschiedene Netzsegmente aufzuteilen [1].

Dabei waren folgende Anforderungen und Gegebenheiten zu berücksichtigen:

- Die Monitore eines Funktionsbereichs sollen an ein gemeinsames Netzsegment angeschlossen werden, um Informationen untereinander austauschen zu können. Diese Funktion ermöglicht es z. B. einer Schwester, an ihrem aktuellen Arbeitsplatz die EKG - Kurve eines anderen Patienten mitüberwachen zu können.
- Bestimmte Meßwerte sollen von den Monitoren an das Klinische Informationssystem weitergegeben werden. Diese Funktion dient der Arbeitserleichterung des Personals, im Notfall können die hämodynamischen Daten auch vom Monitor abgelesen und durch das Personal manuell in das Klinische Informationssystem eingegeben werden.
- Die Anzeigestationen tauschen Daten ausschließlich mit den beiden Zentralrechnern des Klinischen Informationssystems aus. Die zum Anschluß notwendigen aktiven Komponenten (s. o.) müssen z. B. durch Redundanzen so abgesichert werden, daß bei einer Störung nicht plötzlich alle angeschlossenen Anzeigestationen ausfallen.
- Die Daten - Akquisitionssysteme sollen Daten an die Zentralrechner des Klinischen Informationssystems weiterleiten. Diese Funktion vermeidet unnötige Eingaben des Personals, im Notfall können aber die Meß- und Einstellwerte auch durch das Personal von den medizinischen Geräten abgelesen und in die Anzeigestation manuell eingegeben werden.
- Unter dem Aspekt des Datenschutzes sollte eine Entkopplung der verschiedenen Funktionsbereiche vorgenommen werden, um so zu verhindern, daß der Netzverkehr zwischen einem bestimmten Funktionsbereich und den Zentralrechnern an jedem anderen Anschluß mitverfolgt werden kann.



**Abb. 3: Aufteilung des Netzwerks in Segmente (am Beispiel eines Funktionsbereichs)**  
B = Brücke, S = Sternkoppler, V = 24 - Port - Verteiler, V' = Reserve - Verteiler. Die Netzsegmente aller Funktionsbereiche werden an den Zentral - Computern zusammengeführt.

Um optimale Leistungs- und Sicherheitsmerkmale bei vertretbaren Kosten zu erzielen, entschloß man sich, die Anschlüsse jedes Patienten - Arbeitsplatzes auf zwei getrennte Netzsegmente zu verteilen, um so die hämodynamischen Monitore zunächst von den übrigen Komponenten des Klinischen Informationssystems abzutrennen. Darüberhinaus werden die beiden Netzsegmente jedes Funktionsbereichs durch einen eigenen Sternkoppler mit nachgeschalteter Brücke versorgt. Die Brücke filtert den Datenverkehr auf beiden Seiten und läßt nur die Datenpakete passieren, die von außen kommend für einen Empfänger im jeweiligen Segment bestimmt bzw. von innen kommend für einen Empfänger außerhalb des Segments vorgesehen sind. Durch diese Auftrennung werden in jedem Funktionsbereich für jede Netzart eigene Kollisions - Segmente eingerichtet. Die für Ethernet - Netze typischen Kollisionsereignisse (wenn zwei Netzteilnehmer zufällig zur gleichen Zeit senden wollen) beeinträchtigen den Durchsatz des Gesamtnetzwerks nur noch dann, wenn die kollidierenden Netzteilnehmer aus verschiedenen Funktionsbereichen stammen. Bei drohender Überlastung des Netzwerks können über die Brücken die Monitoring - Netzsegmente abgetrennt werden, ohne den Informationsaustausch der Monitore untereinander zu behindern. Die Brücken im Bereich der Netzsegmente des Klinischen Informationssystems sorgen neben der Bildung separater Kollisionssegmente auch dafür, daß an den Anschlüssen eines Funktionsbereichs nur die diesen Funktionsbereich betreffenden Datenpakete mitverfolgt werden können.

#### **Ausfallsicherheit durch redundante Netzkomponenten**

Die Sicherheitsanforderungen an die aktiven Komponenten des Klinischen Informationssystems sind sehr hoch (s. o.). Daher entschied man sich für einen 24 - Port - Verteiler (Fa. NRC) der die Brückenfunktion bereits enthält. Um im Fall einer (unwahrscheinlichen) Störung des Verteilers nicht alle daran angeschlossenen Anzeigestationen eines Funktionsbereichs ausfallen zu lassen, wurde jedem Funktionsbereich ein zweiter Verteiler zugeordnet, auf den bei Ausfall des ersten Verteilers automatisch umgeschaltet wird. Der durch diese Redundanz entstandene Mehraufwand ist erheblich (ca. 30 000 DM für jeden Funktionsbereich), er ist aber nach unserer Ansicht gerechtfertigt, um zu verhindern, daß im Fehlerfall an allen Arbeitsplätzen eines Funktionsbereichs plötzlich keine medizinischen Daten mehr eingesehen und dokumentiert werden können, bis der defekte Verteiler gefunden und ausgetauscht wird.

Die beiden Netzsegmente der bestehenden Anästhesiologischen Intensivstation mußten aufgrund der Entfernung von ca. 200 m zum Verteilerraum im Operativen Zentrum über eine Glasfaserstrecke angebunden werden. Auch diese wurde redundant mit automatischer Umschaltung ausgelegt, um die Gefahr eines Totalausfalls des Klinischen Informationssystems auf dieser Station so gering wie möglich zu halten.

#### **Literatur:**

1. **Borowka P:** Brücken und Router: Wege zum strukturierten Netzwerk. Bergheim: DATACOM-Verlag Lipinski, 1992, 46 f.
2. **Derfler FJ:** PC Magazine Guide to Connectivity. Emeryville, California: Ziff-Davis Press, 1991, 126

#### **Anschrift des Verfassers:**

Oliver Möllenberg  
Universitäts - Krankenhaus Eppendorf  
Abt. f. Anästhesiologie  
Martinistr. 52  
20246 Hamburg

## LAN - Betriebstechnik: vernetzt instandhalten

### 1.) Vorbemerkungen

Das Kreis Krankenhaus Bad Homburg v.d.H. ist ein Krankenhaus der Schwerpunktversorgung mit 520 Planbetten, 10 Fachabteilungen mit Betten und 10 Fachabteilungen ohne Betten. Die Entwicklung des Hauses, gegründet 1904, vollzog sich am alten Standort. Der Hauptteil der Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen datiert aus den 60iger Jahren, wobei 1985 der Neubau eines Zentral-OP Traktes mit 6 OP-Sälen hinzu kam. Der überwiegende Teil der Haus- und Betriebstechnik ist ebenfalls diesen Zeiträumen zuzuordnen. Durch den räumlichen Standort unseres Hauses sind Erweiterungen der Kapazität und damit weit-rangige Verbesserungen der medizinischen Leistungen nur innerhalb der vorhandenen Gebäudestruktur möglich. Eine Standortverlagerung ist nicht geplant.

Durch die äußeren und inneren objektiven Gegebenheiten fällt der Instandhaltung der vorhandenen Haus- und Betriebstechnik eine entscheidende Bedeutung zu, um so ständig eine qualitativ hochwertige Funktion aller Anlagen, letztlich zur Sicherstellung der medizinischen Leistungen, zu gewährleisten. Es wäre falsch, die Instandhaltung grundsätzlich von der Sanierung vorhandener Anlagen zu trennen. Es ist meines Erachtens unbedingt erforderlich, wesentliche Sanierungsmomente in die Instandhaltungsprozesse einzubinden.

Voraussetzung dafür ist jedoch, eine klare perspektivische Ausrichtung aller Fachgebiete des Hauses, um Fehlentscheidungen und Fehlentwicklungen zu vermeiden bzw. auf ein Mindestmaß einzugrenzen. Leitung von Instandhaltungsprozessen bedeutet, die vielschichtigen Prozesse der technischen Arbeit im Krankenhaus sichtbar darzustellen, also eine ständige Analyse aller Teilprozesse durchzuführen, um daraus die notwendigen Schlußfolgerungen für das technische Management abzuleiten. Es ist heute nicht mehr nur Aufgabe der Technischen Abteilung, Reparaturen zur Aufrechterhaltung des Krankenhausbetriebes (Reparaturfeuerwehr) oder kleinere Aufgaben im Rahmen der planmäßigen Instandhaltung zu erledigen, sondern auch eine hohe Transparenz der Kosten, des Verschleißes der Maschinen und Anlagen sowie dessen Entwicklung, der erbrachten Fremdleistungen und Eigenleistungen in Quantität und Qualität, der Abfallentsorgung des Energie-trägereinsatzes, die Erfüllung gesetzlicher Eigenkontrollen und vorgeschriebener Eich-, Prüf- und Wartungspflichten (Hessen = Hessische Hausprüfverordnung) u.v.m., zu gewährleisten und in der erforderlichen Qualität in relativ kurzen Zeiträumen der Betriebsleitung zur Entscheidungsfindung vorzulegen. Das im Verantwortungsbereich der Technischen Abteilung durchzusetzende Managementkonzept resultiert heute u.a. auch aus dem enormen Kostendruck, der direkt und konsequent zum wirtschaftlichen Handeln führt.

Die Einführung oder Änderung eines Instandhaltungsmanagement ist nicht von heute auf morgen durchzuführen. Dazu ist diese Aufgabe zu komplex. Schrittweise Einführung und Anpassung, unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten und Möglichkeiten, ist dabei die richtige Methode.

Mit Einführung der Medizingeräteverordnung (MedGV) war eine starke Entwicklung unterschiedlicher Anbieter bei der Entwicklung spezieller Software zur Bewältigung der Anforderungen, welche aus der MedGV resultierten, zu beobachten. Leider erfolgte diese Entwicklung sehr oft getrennt von den schon wesentlich länger, ebenso auf gesetzlicher Basis, bestehenden Anforderungen der Haus- und Betriebstechnik eines Krankenhauses, so daß heute mitunter große Probleme bei der Überführung von Daten auf eine andere oder gemeinsame Software bestehen. Gegenwärtig besteht bei vielen Anwendern die Situation des Nebeneinanderexistierens einer Software für den medizintechnischen und für den haustechnischen Teil in einer Technischen Abteilung. Die verstärkte Durchsetzung des technischen Managements verlangt jedoch auf lange Sicht die Zusammenführung von getrennt existierenden Systemen mit dem Ziel einer noch besseren Übersichtlichkeit und Effektivität.

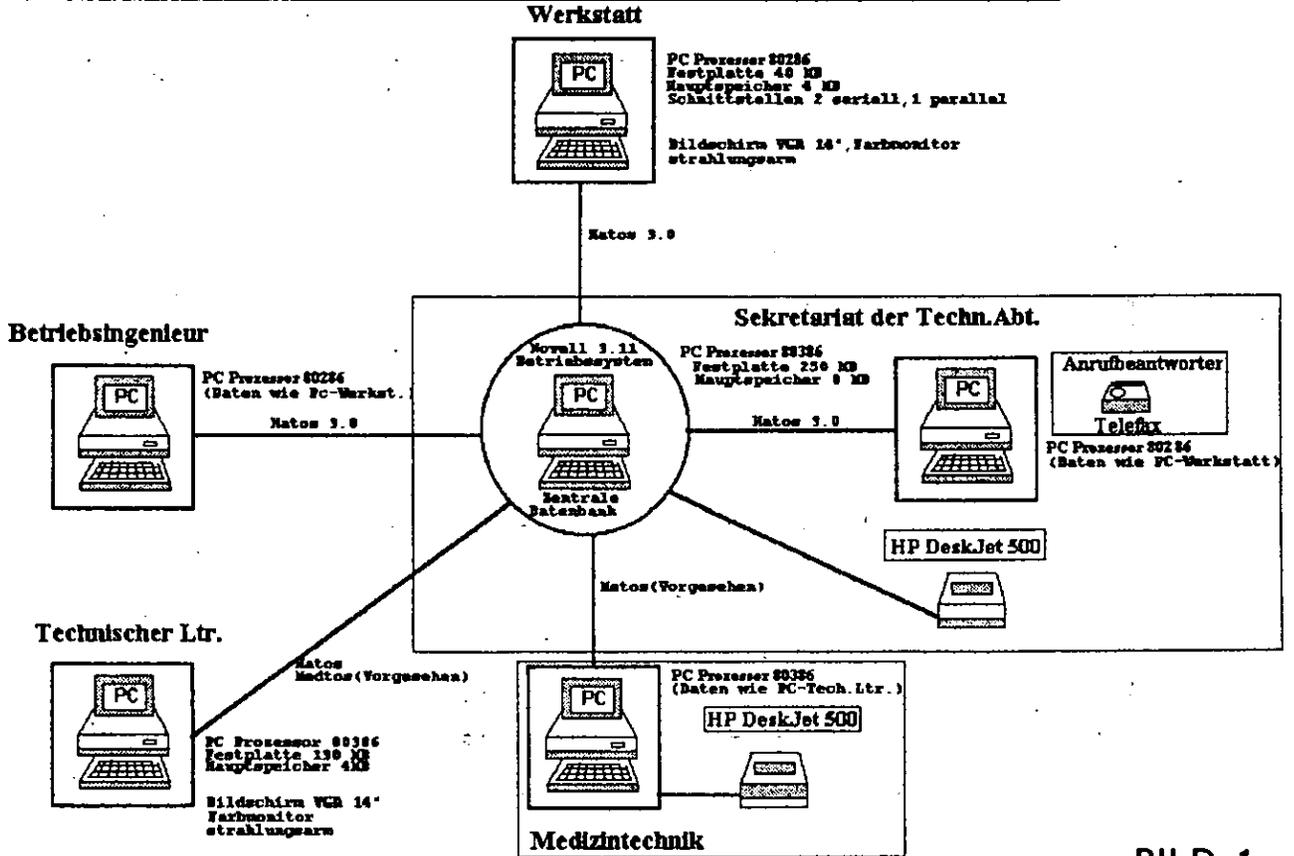
## 2.) EDV und Netzwerkeinführung

Eine gründliche Analyse der Instandhaltungspolitik und der bisherigen Durchsetzung des Instandhaltungsmanagements im Kreiskrankenhaus Bad Homburg v.d.H. ergab die Notwendigkeit einer schnellen aber grundsätzlichen Veränderung, da die Bewältigung der zu erfüllenden Aufgaben in ihrer ganzen Komplexität nicht mehr in der erforderlichen Qualität und Quantität beherrschbar waren. Bei der Entscheidungsfindung konnten wir u.a. auch ausgehen von einer im Vorfeld durchgeführten Analyse der Anwendung von PC in anderen deutschen Krankenhäusern. Die Anwendungsbreite begegnet uns in einem Spektrum vielfältiger Software, Hardware als Insel-, aber auch als Netzwerklösung.

### Auf folgende wichtige Kriterien war unser Augenmerk gerichtet:

1. Flexibilität des Systems, hohe Anpassungsfähigkeit bei auftretenden inneren und äußeren Veränderungen.
2. Bedienerfreundlichkeit durch leichte Erlernbarkeit und überschaubares Handling (Alterstruktur und Qualifikation der zukünftigen Nutzer war zu beachten).
3. Weitere Ausbaufähigkeit des Systems.
4. Netzwerkfähigkeit und die Möglichkeit der Kompatibilität zu anderen Programmen (Datentransfer).
5. Umfassende Erfassung, Analyse und Darstellung aller in der Technischen Abteilung anfallenden Datenmengen.
6. Verwendung des Betriebssystems MS DOS 5.0 einschließlich der Einbindung in Windows 3.1.

**Arbeitsplätze im Netzwerk-Abt. Technik Klirruken des HTK Bad Homburg v.d.H.**



- 131 -

**BILD 1**

Unsere Entscheidung fiel auf die Einführung einer Netzwerk-  
lösung. Eine Übersicht über den Aufbau des Netzwerkes gibt  
Bild 1. Es ist zu vermerken, daß der Aufbau und die  
Installation des Netzwerkes überwiegend in eigener Regie  
gemeinsam mit unserer EDV-Abteilung erfolgte. Die Auswahl  
der Hardware erfolgte unter Beachtung der Anforderungen der  
verwendeten Software für die Haus- und Betriebstechnik und  
weiterer Software, welche die zusätzlichen Forderungen aus  
der Sicht des technischen Managements berücksichtigte:

- z.B.:       - Zeichenprogramm  
              - Organisationsprogramm  
              - Tabellen- und Kalkulationsprogramm  
              - Auswerteprogramme z.B. Klimatechnik.

Aus diesen Gründen wurden Anwenderspezifisch an den einzelnen  
Standorten unterschiedliche PC installiert. Das Netzwerk wird  
z.Zt. an 4 Anwendungsstellen betrieben, wobei die  
5. Anwendungsstelle (Medizintechnik) bereits vorbereitet ist und  
ab Juli 93 im Netzwerk betrieben werden wird. Hier vollzieht  
sich z.Zt. die Umstellung der bisher installierten Software auf  
ein einheitliches System, jedoch unter Berücksichtigung der  
spezifischen Anforderungen der Med. Technik. Im Netzwerk wird  
das Betriebssystem Novell 3.11 verwendet. Die Einbindung an  
den Zentralrechner des Hauses sowie an die z.Zt. in  
Vorbereitung befindliche schrittweise Einführung der  
Gebäudeleittechnik im Rahmen geplanter Umbau- und  
Sanierungsmaßnahmen ist vorgesehen.  
Dabei ist z.Zt. nur an eine Informationserweiterung aus diesen  
Systemen gedacht. Die Übernahme von physikalischen Daten wäre  
wünschenswert und sollte nach Klärung der damit in Zusammen-  
hang stehenden spezifischen Probleme nicht aus den Augen  
verloren werden, zumal hier eine weitere wesentliche Komponente  
des technischen Managements besteht, die durch Verknüpfung  
aller Teilinformationen des Gesamtprozesses eine noch  
effektivere Arbeitsweise und Entscheidungsfindung ermöglicht.  
Mit Einführung der EDV war eine umfassende Information der  
Mitarbeiter erforderlich, um die teilweise bestehende Vorein-  
genommenheit zu beseitigen, aber auch gleichzeitig den Sinn,  
Zweck und die Zielstellung der Einführung zu erklären. Heute,  
nach einer Laufzeit von ca. 2 Jahren, können wir konstatieren,  
daß die EDV angenommen wurde und Ergebnisse sichtbar sind.  
Ein sehr wesentliches Moment bei der Realisierung  
stellen die räumlichen Voraussetzungen (Arbeitsplatzge-  
staltung) und erforderliche organisatorische Veränderungen  
dar. Im Bild 2 wird als Systemdarstellung die Auftragser-  
teilung und Bearbeitung für hausinterne und externe Aufträge  
(Fremdfirmen) dargestellt. Zielstellung war hier, ein durch-  
gängiges System von der Erfassung der Störung und der plan-  
mäßigen Instandhaltung über die Realisierung bis zur Fertig-  
meldung (Abrechnung Intern, Rechnung Extern) zu schaffen.

Systemdarstellung des Auftragsdurchlaufes in der Technischen Abteilung der Kliniken des Hochtaunuskreises

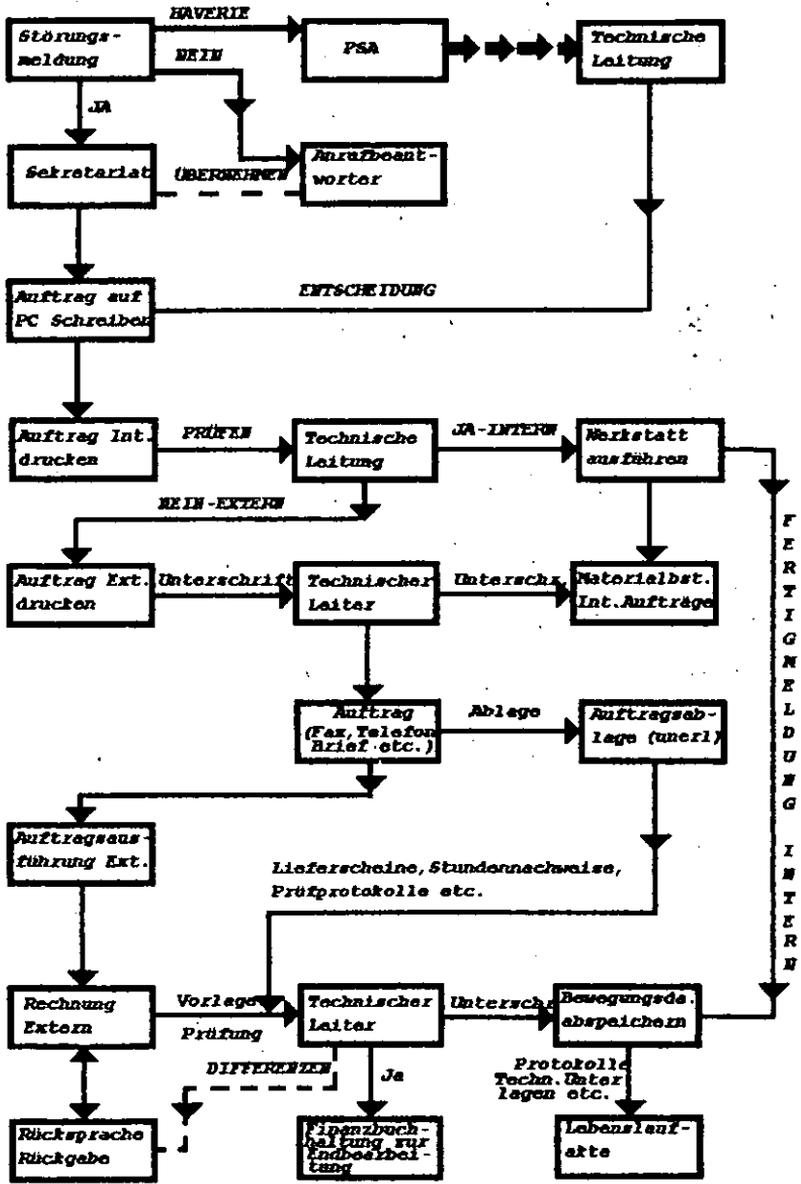


BILD 2

Die Installation des Netzwerkes erfolgte parallel zu den Vorbereitungsarbeiten, von denen einige genannt wurden. Daß wir uns für die Netzwerklösung entschlossen haben, ist u.a. auch in der schnellen Zugriffszeit zu Datenbanken von jedem PC-Arbeitsplatz aus, sowie die Eingabe und Bearbeitung von Daten z.B. Auftragseingaben, Bewegungsdaten, Raumbuch usw.ebenfalls von jeder PC-Station zu begründen. Es liegt ein einheitlich zu verwendendes Instrumentarium vor, welches für alle Nutzer gleichermaßen Informationen bietet und entgegennimmt. Es liegt auf der Hand, daß für jede auszuführende Funktion die entsprechenden Benutzerrechte unterschiedlich für jeden Nutzer definiert wurden.

### 3.) Darstellung der Software

Die verwendete Software (Hatos 3.0) ist netzwerkfähig, Benutzergeführt und arbeitet mit der Fenstertechnik. Insofern ist das zu erlernende Handling unkompliziert.

Die Software verwendet in allen Arbeitsbereichen (so auch später in der Medizintechnik -Medtos) eine einheitliche Kopfmaske. Bei der Erstellung der Stammdaten, welche die unmittelbare Voraussetzung zur eigentlichen Arbeit sind, waren einige Gesichtspunkte zu beachten:

- a) Die Stammdaten lagen in der geforderten Vielfalt nicht aufbereitet vor, es mußte jederzeit eine Ergänzung möglich sein.
- b) Eine Gliederung der Haustechnik mußte erarbeitet werden, welche jedoch bei Bedarf Erweiterungs-möglichkeiten zuläßt.(Baugruppen oder Bauteil bezogen)
- c) Einheitliche Definitionen für die Aufnahme in die verschiedenen Kataloge mußten erarbeitet werden.

Dreh- und Angelpunkt war dabei die Erarbeitung einer sogenannten Identnummer (ID-Nr.)Die von uns entwickelte ID-Nr. benutzt in den ersten 4 Stellen die Kostenstellen-Nr. des Hauses, in weiteren 4 Stellen eine verbale Kurzbezeichnung der Bezugsgruppe z.B. Klimaanlage = KLIM und in weiteren 5 Stellen die laufende Nr. jedoch hier geteilt in 2 Gruppen mit je 100 Stellen. Durch Einfügen von Leerstellen besteht eine große Variationsbreite, auch bei nachträglich aufzunehmenden neuen Stammdatensätzen (weitere Untergliederung oder neue Sätze).

Gleichzeitig wurde darauf geachtet, daß gleiche Stammdatensätze unterschiedlicher Kostenstellen in der 3. Gruppe gleiche Bezeichnungen besitzen.

Z.B. Schieberspüle Station A 1  
ID-Nr. 9820-STA1-01/00

Station B3  
ID-Nr. 9843-STB3-01/00

Einige Beispiele in loser Folge zeigen die Bilder

- Bild 3 - Katalogauswahl - Beispiele
- Bild 4 - Arbeitsauftrag - Intern/Extern
- Bild 5 - Bewegungsdaten - Intern  
(mit Fenstereinblendung)
- Bild 6
- Bild 7 - Bewegungsdaten - Intern/Extern
- Bild 8
- Bild 9 - Raumbuch
- Bild 10 - Reparaturauftrag - Extern  
(Fax- oder Briefvorlage)
- Bild 11 - Wartungsauftrag - Intern

Es ist bereits bei dieser Auswahl ersichtlich, welche vielfältigen Möglichkeiten geboten werden. Eine vollständige Darstellung würde den vorgegebenen Rahmen sprengen. Gegenwärtig werden im Netzwerk ca. 4.500 Stammdatensätze, 5.900 Bewegungsdatensätze, 453 Adressensätze, 250 Raumdatensätze, alle Kostenstellen und Konten, um nur einige wenige zu nennen, verwaltet. Der Datenumfang beträgt z.Zt. 35 MByte bei den Hatosdaten und alle in der Abteilung Technik laufende Programme haben einen Umfang von 72 MByte. Zielstellung ist, mit einer maximalen Datenmenge von 3 Jahren zugriffsbereit zu arbeiten und dann mit der jährlichen Archivierung zu beginnen.

HaTos 3.0  
Hibsch

Mi, 2. Jun 1993  
13:53:18 Uhr

Datei Stammdaten Bewegungsdaten Aufträge Termine Statistiken Extras		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kataloge...</li> <li>Passwörter</li> <li>Benutzer</li> <li>Konfiguration...</li> <li>Drucker</li> <li>Daten-Optimierung</li> <li>Info...</li> <li>Beenden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kataloge</li> <li>Stammdaten...</li> <li>Bewegungsdaten...</li> <li>Aufträge...</li> <li>Termine...</li> <li>Raum...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stammdaten</li> <li>Adresse</li> <li>Besitzstatus</li> <li>Gerätebezeichnung</li> <li>Gerätetestatus</li> <li>Gerätetyp</li> <li>Gerätezuordnung</li> <li>Konto</li> <li>Kostenstelle</li> <li>Raum-Nr.</li> <li>Standort</li> <li>Vertragsart</li> </ul>

NUM

F1-Hilfe  
F2-Kalender F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Hibsch

Mi, 2. Jun 1993  
13:54:03 Uhr

Datei Stammdaten Bewegungsdaten Aufträge Termine Statistiken Extras																																																															
<ul style="list-style-type: none"> <li>Katalog</li> <li>Passwör</li> <li>Benutze</li> <li>Konfigu</li> <li>Drucker</li> <li>Daten-O</li> <li>Info...</li> <li>Beenden</li> </ul>	<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Adresse</td> </tr> <tr> <td>Firmenname</td> <td>Land</td> <td>PLZ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A E G</td> <td>D</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A+E Grimmeisen</td> <td>D</td> <td>6110</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ADE-Maschinen</td> <td>D</td> <td>2000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Advanced Technology</td> <td>D</td> <td>5650</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aesculap-Werke</td> <td>D</td> <td>7200</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AGA GAS</td> <td>D</td> <td>3490</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alfred Kaut GmbH</td> <td>D</td> <td>5600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alldos Eichler GmbH</td> <td>D</td> <td>7507</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Allianz-Versicherungs AG</td> <td>D</td> <td>6000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alphamed-Medizintechnik</td> <td>D</td> <td>2085</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ambratec</td> <td>D</td> <td>6500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ampercell GmbH</td> <td>D</td> <td>6242</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ANDERKO-Schweißtechnik GmbH</td> <td>D</td> <td>6000</td> <td></td> </tr> </table>			Adresse				Firmenname	Land	PLZ		A E G	D			A+E Grimmeisen	D	6110		ADE-Maschinen	D	2000		Advanced Technology	D	5650		Aesculap-Werke	D	7200		AGA GAS	D	3490		Alfred Kaut GmbH	D	5600		Alldos Eichler GmbH	D	7507		Allianz-Versicherungs AG	D	6000		Alphamed-Medizintechnik	D	2085		Ambratec	D	6500		Ampercell GmbH	D	6242		ANDERKO-Schweißtechnik GmbH	D	6000	
Adresse																																																															
Firmenname	Land	PLZ																																																													
A E G	D																																																														
A+E Grimmeisen	D	6110																																																													
ADE-Maschinen	D	2000																																																													
Advanced Technology	D	5650																																																													
Aesculap-Werke	D	7200																																																													
AGA GAS	D	3490																																																													
Alfred Kaut GmbH	D	5600																																																													
Alldos Eichler GmbH	D	7507																																																													
Allianz-Versicherungs AG	D	6000																																																													
Alphamed-Medizintechnik	D	2085																																																													
Ambratec	D	6500																																																													
Ampercell GmbH	D	6242																																																													
ANDERKO-Schweißtechnik GmbH	D	6000																																																													

NUM

F1-Hilfe F2-Kalender F4-Textverarb. F5-Zoom F6-Erfassen F7-Sortieren F8-Selektieren

HaTos 3.0  
Hibsch

Mi, 2. Jun 1993  
14:06:27 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Hersteller-	Noch nicht benannt		ID-Nr.	9403-STC4-02/00		
Gerätetyp-	Noch nicht benannt		Ser.-Nr.	.....		
Gerätebez.-	Kaffeemaschine		Inv.-Nr.	.....		
Gehört zu-	Stationen		Raum-Nr.-	.....		
Standort-	Station C4		Baujahr	.....		
						Seite 1/2-
Störung gemeldet von	Station		Auftr.-Nr.	R 93 - 001966		
			Datum der Störung	10.05.93		
			Uhrzeit	.....		
Meldung	Kaffeemaschine ist defekt					
.....						
.....						
Int./Ext.	Techniker/Firma-					
Extern	Melitta System Service GmbH					
.....						
.....						

NUM

F1-Hilfe  
F2-Kalender F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Hibsch

Mi, 2. Jun 1993  
14:07:20 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Hersteller-	Noch nicht benannt		ID-Nr.	9403-STC4-02/00		
Gerätetyp-	Noch nicht benannt		Ser.-Nr.	.....		
Gerätebez.-	Kaffeemaschine		Inv.-Nr.	.....		
Gehört zu-	Stationen		Raum-Nr.-	.....		
Standort-	Station C4		Baujahr	.....		
						Seite 2/2-
Geschätzte Reparaturkosten		DM	Ausführungsdatum			
.....						
.....						
Anz. Material	.....					
.. x	.....					
.. x	.....					
.. x	.....					
.....						
.....						
.....						

NUM

F1-Hilfe  
F2-Kalender F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Kell

Mi, 2. Jun 1993  
16:55:02 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Hersteller-	Noch nicht benannt.....	ID-Nr.	9714-KRSC-12/00			
Gerätetyp-	Noch nicht benannt.....	Schadensart				
Gerätebez.-	Sanitäranlagen.....					
Gehört zu-	Krankenpflegeschule.....					
Standort-	Haus Ostpreußen.....	Schadensart				
		Bauteil verzogen				4
Berichtart-	»Reparaturbericht.....	Bauwerkschaden				«
Bericht-Nr.	B 93 - 00190	Behindertenwagen defekt				«
Inst.Art-	Reparatur.....	Beinschiene defekt				
Schadensart-		Beleuchtung flackert				
Ursache-		Beleuchtung zu grell				
		Beleuchtungsausfall				
Garantiefall (J/N)	Nein	Rechnungsdatum				
Versicherungsfall (J/N)	Nein	Rechnungs-Nr.				
Erledigt (J/N)	....	Konto-Nr.-				

F1-Hilfe F5-Zoom  
F2-Kalender F4-Textverarb. F6-Erfassen

HaTos 3.0  
Kell

Mi, 2. Jun 1993  
16:55:45 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Hersteller-	Noch nicht benannt.....	ID-Nr.	9714-KRSC-12/00			
G		Reparaturmaßnahme				
G						
S		» Reparaturmaßnahme				
		Anlage geprüft und Programm neu eingestellt				4
I		Anlage geprüft,keine Mängel feststellbar				
I		Anlagenregelung neu eingestellt				
		Anschlußschlauch an die Kaffeemaschine legen.				
		Arbeitsplatzleuchte montieren einschließlich Zuleitungen				
		Armatur für med.Gase auf Dichtheit geprüft				
M		Armaturen für med.Gase im Krankenzimmer gewechselt				)

1/50  
F1-Hilfe F5-Zoom  
F2-Kalender F4-Textverarb. F6-Erfassen

Bild 5

HaTos 3.0  
Kell

Sa, 5. Jun 1993  
09:16:37 Uhr

Hersteller-	BE--WE	ID-Nr.	9610-SC7I-03/00
Gerätetyp-	Typ 5.50 H; Serie 2001	Ser.-Nr.	21346/11168800
Gerätebez.-	Schieberspüle	Inv.-Nr.	Noch Serie 8/91
Gehört zu-	Stationen	Raum-Nr.-	Spüle C7I
Standort-	Station C7I	Baujahr	1992
Seite 1/4-			
Berichtart-	»Reparaturbericht	Auftr.-Nr.-	»R 93 - 001885
Bericht-Nr.	B 93 - 001906	Status (O/G)	»Geschlossen
Inst.Art-	Reparatur	Ausführungsdatum	12.05.93
Schadensart-	Schieberspüle ausgefallen	Wiederinbetriebnahme	12.05.93
Ursache-	Turbolader defekt		
Garantiefall (J/N)	Nein	Rechnungsdatum	21.05.93
Versicherungsfall (J/N)	Nein	Rechnungs-Nr.	366/93
Erledigt (J/N)	.....	Konto-Nr.-	0720208(Inst:TA
NUM			

F1-Hilfe  
F2-Kalender F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Kell

Sa, 5. Jun 1993  
09:17:25 Uhr

Hersteller-	BE--WE	ID-Nr.	9610-SC7I-03/00
Gerätetyp-	Typ 5.50 H; Serie 2001	Ser.-Nr.	21346/11168800
Gerätebez.-	Schieberspüle	Inv.-Nr.	Noch Serie 8/91
Gehört zu-	Stationen	Raum-Nr.-	Spüle C7I
Standort-	Station C7I	Baujahr	1992
Seite 2/4-			
Int./Ext.	Techniker/Firma-	Arbeitszeit	
Extern	Rafart (Schieberspülen Be+WE)	Std.	
		Std.	
		Std.	
Maßnahmen/Ausführungsschritte			OK (J/N)
Schieberspüle-Turbolader erneuert			
Schieberspüle-Temperaturfühler erneuert			
Schieberspüle-Schlauch für Schlauchpumpe erneuert			
Schieberspüle-Spülflügel erneuert			
NUM			

F1-Hilfe  
F2-Kalender F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Kell

Sa, 5. Jun 1993  
09:18:21 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Hersteller-	BE.-WE.....			ID-Nr.		9610-SC7I-03/00
Gerätetyp-	Typ.5.50.H;Serie.2001.....			Ser.-Nr.		21346/11168800
Gerätebez.-	Schieberspüle.....			Inv.-Nr.		Noch.Serie.8/91
Gehört zu-	Stationen.....			Raum-Nr.-		Spüle.C7I.....
Standort-	Station.C7I.....			Baujahr		1992

Seite 3/4-

Anz. Material

- ..1 x Turbo.kw.für.Schieberspüle.BEWE.....
- ..1 x Schlauch.für.Schlauchpumpe.....
- ..1x Temperaturfühler.....

Bemerkungen

Nach der Reparatur wurden 2 Reklamationen erforderlich im Abstand von 2 Tagen.....

- 1.Temperaturfühler.....
- 2.Energieteil.....

NUM

F1-Hilfe  
F2-Kalender F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Kell

Sa, 5. Jun 1993  
09:19:08 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Hersteller-	BE.-WE.....			ID-Nr.		9610-SC7I-03/00
Gerätetyp-	Typ.5.50.H;Serie.2001.....			Ser.-Nr.		21346/11168800
Gerätebez.-	Schieberspüle.....			Inv.-Nr.		Noch.Serie.8/91
Gehört zu-	Stationen.....			Raum-Nr.-		Spüle.C7I.....
Standort-	Station.C7I.....			Baujahr		1992

Seite 4/4-

	Intern	Extern	
Lohnkosten	0.01 DM	595.00 DM	
Materialkosten	DM	985.50 DM	
Fahrtkosten	DM	40.00 DM	
Transportkosten/Porto	DM	DM	
Sonstige Kosten	DM	DM	
<b>Kosten Netto</b>	<b>0.01 DM</b>	<b>1620.50 DM</b>	
+ MwSt.	DM	243.08 DM	
- Skonto		DM	
<b>Gesamtkosten Brutto</b>	<b>0.01 DM +</b>	<b>1863.58 DM =</b>	<b>1863.59 DM</b>

NUM

F1-Hilfe  
F2-Kalender F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Hibsch

Mi, 2. Jun 1993  
14:08:52 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Raumbez.-	»B.628	.....	«	Raum-Nr.-	»B6-628	.....
Raumnutzung-	Patientenzimmer	.....				
Gebäudeteil-	B-Bau	.....		Ebene-	6..Etage	.....
Standort-	»Station.B6	.....	«			
Seite 1/3-						
Kostenstelle-		KST-Nr.-		Deckung		
.....		.....		...%		
.....		.....		...%		
.....		.....		...%		
Lichte Raumhöhe	..2.98	m				
Abgehangenes Deckenmaß	.....	m		Rauminhalt Brutto		cbm
Boden-/Deckenfläche	..15.00	qm		Rauminhalt Netto	44.70	cbm
Tür-/Nebenfläche	..4.80	qm		Wandfläche Brutto	45.50	qm
Fensterfläche	..2.10	qm		Wandfläche Netto	38.60	qm
Heizleistung	..2.3	kw				

NUM

F1-Hilfe  
F2-Kalender      F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Hibsch

Mi, 2. Jun 1993  
14:09:43 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Raumbez.-	»B.628	.....	«	Raum-Nr.-	»B6-628	.....
Raumnutzung-	Patientenzimmer	.....				
Gebäudeteil-	B-Bau	.....		Ebene-	6..Etage	.....
Standort-	»Station.B6	.....	«			
Seite 2/3-						
Technische Anschlüsse			Medien-Anschlüsse			
..4 x	Steckdose 220 V		.. x	Druckluft		
.. x	Steckdose 380 V		..1 x	Sauerstoff		
..1 x	Telefon		..1 x	Vakuum		
..1 x	Fernseher		.. x	Lachgas		
.. x	Radio		.. x	Kohlendioxid		
.. x	EDV		.. x	Narkosegasabsaugung		
.. x	Wasser					

NUM

F1-Hilfe  
F2-Kalender      F4-Textverarb.

HaTos 3.0  
Hibsch

Mi, 2. Jun 1993  
14:10:25 Uhr

Datei	Stammdaten	Bewegungsdaten	Aufträge	Termine	Statistiken	Extras
Raumbez.-	»B.628.....«			Raum-Nr.-	»B6-628.....«	
Raumnutzung-	Patientenzimmer.....					
Gebäudeteil-	B-Bau.....			Ebene-	6..Etage.....	
Standort-	»Station.B6.....«					
-Seite 3/3-						
Deckenart-	Beton.....				Einrichtung	
Wandart-	Mauerwerk.....					
Bodenart-	PVC.....				.1 x Bett	
					.1 x Telefon	
Lampenart-					.1 x Fernseher	
.2 x	Leuchtstoffröhre.....				.x Toilette	
.x	.....				.x Dusche	
.x	.....				.x Waschbecken	
Bemerkungen						
Decke im Eingangsbereich 2,05m.....						
Heizkörper: Rippe 25 x 600 x 110.....						
.....						
NUM						

F1-Hilfe

F2-Kalender

F4-Textverarb.

Kliniken des Hochtaunuskreises  
Urseler Straße 33  
D -6380 Bad Homburg v.d.H.

City-Auto(Mitsubishi)  
Dorotheenstr.30

D -6380 Bad Homburg v.d.H.

**Reparaturauftrag**

Auftr. Datum: 05.06.93

Auftrag-Nr: R 93 - 002086

Ausf.Datum:

**Gerät/Anlage:**

Gerätebezeichnung: LKW (geschlossener Kasten)  
Gerätetyp: L 300  
Hersteller: MITSUBISHI  
Gerätezuordnung: Innerbetrieblicher Transport  
Standort: Schleppdach gegenüber A-Bau

ID-Nr.: 9140-TRAN-03/00  
Ser.-Nr.: JMBGZP02VMA-  
Baujahr: 1991

Raum-Nr.:

Sehr geehrte Damen und Herren,

Wir bitten um Reparatur der Vorderachse  
(linker Reifen stark abgefahren) einschließlich  
Reifenwechsel.

Mit freundlichen Grüßen

-----  
Kell (Tel.06172/14-0 ; 14 2133  
Technischer Leiter

W a r t u n g s a u f t r a g

Seite 1/2

für:

Auftrag-Nr.: W 92 - 001079  
Ausführungsdatum: 04.12.92

**Gerät/Anlage:**

Gerätebezeichnung: Klimaanlage  
Gerätetyp: Noch nicht benannt  
Hersteller: Weiß-Klimatechnik  
Gerätezuordnung: Klima und Lüftungsanlagen  
Standort: Septischer OP

ID-Nr.: 9025-KLIM-02/00  
Ser.-Nr.:  
Baujahr: 1980  
Raum-Nr.: Ambulanz-Dach

**Wartungsart:**  
Vollwartung

**Wartungsschritte:**

Filter EU 4 900\*700 Druck und Saugseite erneuert  
Fein und Frischluft filter EU 7 geprüft  
Verdampfer gereinigt  
Stromaufnahmen gemessen  
Thermostat justiert  
Verdampfer gereinigt  
Signallampen kontrolliert  
Schaltschütze gereinigt  
Regelanlage geprüft  
Lager kontrolliert  
Kondensator gereinigt  
Kondensatablauf gereinigt  
Keilriemen SPZ 1060 lp (linke Seite OP 2) geprüft  
Keilriemen SPZ 1000 LP (rechte Seite OP 1) geprüft  
Keilriemen für Luftkondensatoren SPA 1782 LX  
Kältekreislauf einschließlich aller Parameter geprüft  
Heizregister und Nachheizregister geprüft  
Grenzwertmeldeanlage geprüft  
Funktionskontrolle Motorklappen und Feuerschutzklappen  
Filter EU 4 900\*700 Druck und Saugseite erneuert  
Dampfbefeuchtung geprüft  
Anschlußklemmen gespannt  
Anschlußklemmen gespannt

-----  
-----  
-----

#### 4.) Auswertung von Daten

Die tägliche Praxis sowie die Vorbereitung von planmäßigen Instandhaltungs, Sanierungs- und Investitionsmaßnahmen erfordern eine Vielzahl von Entscheidungen, Auskünften und auch Rückfragen.

Durch die Anwendung der PC-Technik und der Vernetzung der Arbeitsplätze ist es möglich, daß durch die technische Leitung zu jeder Zeit der aktuelle Bezug gegeben werden kann.

Voraussetzung ist jedoch eine gut organisierte Datenpflege.

Einige Möglichkeiten der Auswertung zeigen in loser Reihenfolge die Bilder

Bild 12	-	Auswertungsmaske
Bild 13	-	ID-Nr. bezogene Materialauswertung
Bild 14	-	Gerätebezogene Auswertung
Bild 15	-	Schwachstellenanalyse Schadensursache
Bild 16	-	Kostenstellenvergleich

In der weiteren Arbeit können die Auswertungen direkt oder in Verknüpfung mit anderen Programmen verwendet werden.

#### 5. Ergebnisse

Die Einführung der PC-Arbeitsplätze in der Technischen Abteilung unseres Hauses hat sich bewährt. Wie bereits dargelegt, wurden und werden die gewonnenen Daten vielfältig im Arbeitsprozess

- bei der Auftragsauswertung
- bei der Verhandlung mit Herstellern und Lieferanten
- bei der Ursachenbekämpfung von Störungen
- bei der Entscheidungsfindung usw.

genutzt.

Die zielgerichtete Auswertung trug u.a. auch dazu bei, z.B. solche schwerwiegenden Entscheidungen, wie das Schließen unserer Wäscherei, Umbauten in der Heizzentrale, Technikeinsatz und Konzipierung der Gebäudetechnik bei einer geplanten größeren Umbau- und Sanierungsmaßnahme, vorzubereiten. Wichtige Vertragsverhandlungen für bestimmte im Einsatz befindliche Maschinen und Anlagen wurden vorbereitet und führten letztlich zu erfolgreichen und konkreten Veränderungen. Diese Palette ließe sich weiter fortsetzen. Die konkrete Kostenersparnis durch Einführung der PC-Arbeitsplätze ist heute aus statistischen Gründen noch nicht darzustellen, jedoch bereits wirksam, da eine hohe Ordnungsstufe in alle Prozesse eingezogen ist, die haus- und betriebstechnischen Prozesse transparenter wurden und bei auftretenden Problemen schnell reagiert werden kann.

HaTos 3.0  
Kell

Sa, 5. Jun 1993  
09:22:44 Uhr

Datei Stammdaten Bewegungsdaten Aufträge Termine Statistiken Extras			
Auswahlkriterien			
Seite 1/2-			
Hersteller-		Weiß-Klimatechnik.....	
Gerätetyp-		Verschiedene.....	
Gerätebez.-		Klimaanlage.....	
Gehört zu-		Zentral-OP.....	
Standort-		Technikgeschoß-Zentral-OP.....	
Raum-Nr.-	von	.....	bis .....
ID-Nr.	von	.....	bis .....
Ser-Nr.	von	.....	bis .....
Inv.Nr.	von	.....	bis .....
Baujahr	von	....	bis ....
Lieferant-		.....	
Kundendienst-		.....	
Gerätstatus-		In-Betrieb.....	
Besitzstatus-		.....	
Tats.Anschaffungsk.	von	..... DM	bis ..... DM
NUM			

F1-Hilfe

F2-Kalender

F4-Textverarb.

F6-Katalog

F10-Auswerten

HaTos 3.0  
Kell

Sa, 5. Jun 1993  
09:23:33 Uhr

Datei Stammdaten Bewegungsdaten Aufträge Termine Statistiken Extras			
Auswahlkriterien			
Seite 2/2-			
Berichtart-		.....	
Bericht-Nr.	von	.....	bis .....
Auftr.-Nr.-	von	.....	bis .....
Konto-Nr.-	von	.....	bis .....
Status (O/G)		.....	
Inst.Art-		.....	
Schadensart-		.....	
Schadensursache-		.....	
Techniker-		.....	
Ausführungsdatum	von	.....	bis .....
Wiederinbetriebl.	von	.....	bis .....
Rechnungsdatum	von	.....	bis .....
Garantiefall (J/N)		.....	
Versicherungsfall (J/N)		.....	
Gesamtkosten Intern	von	..... DM	bis ..... DM
Gesamtkosten Extern	von	..... DM	bis ..... DM
Gesamtkosten I.+ R.	von	..... DM	bis ..... DM
NUM			

F1-Hilfe

F2-Kalender

F4-Textverarb.

F6-Katalog

F10-Auswerten

**M a t e r i a l l i s t e**

<b>ID-Nr.:</b> 9353-STC1-01/00	<b>Gerätebezeichnung:</b> Schwesternrufanlage.	
<b>Ausführungsdatum:</b> 06.03.92		
<b>Materialien:</b> Lampe 24 V	<b>Menge:</b>	1
<b>Ausführungsdatum:</b> 26.05.92		
<b>Materialien:</b> Bandkabeladapter 02987082 Bettenanschlusseinheit FC 005332 563 B	<b>Menge:</b>	1 1
<b>Ausführungsdatum:</b> 02.09.92		
<b>Materialien:</b> Klingelschnur	<b>Menge:</b>	1
<b>Ausführungsdatum:</b> 23.10.92		
<b>Materialien:</b> Feinsicherung 2A	<b>Menge:</b>	1
<b>Ausführungsdatum:</b> 11.09.92		
<b>Materialien:</b> Monotaster MT 2	<b>Menge:</b>	12
<b>Ausführungsdatum:</b> 18.01.93		
<b>Materialien:</b> Zimmerterminal ZT2-D (8-Stell.Display) Art.-Nr.: FC005182/R Zimmerterminal Mini TRTS Berker 2-fach Art.-Nr.:FC 005135/R	<b>Menge:</b>	1 1
<b>Ausführungsdatum:</b> 09.03.93		
<b>Materialien:</b> Schwesternrufgerät	<b>Menge:</b>	1
<b>Ausführungsdatum:</b> 27.04.93		
<b>Materialien:</b> Handbediengerät BG 2 von Schrack	<b>Menge:</b>	1
<b>Ausführungsdatum:</b> 11.02.93		
<b>Materialien:</b> Zimmerterminal ZT2-D (8-Stell.Display) Art.-Nr.: FC005182/R Bettenanschlusseinheit BAE 2 - KB mit Bandkabel und Klinkenbuchse	<b>Menge:</b>	1 2
<b>Ausführungsdatum:</b> 12.02.93		
<b>Materialien:</b> Zimmerterminal Mini TRTS Berker 2-fach Art.-Nr.:FC 005135/R	<b>Menge:</b>	1

## Auswahlkriterien:

Hersteller: Schrack - Telekom GmbH, Gerätestatus: In Betrieb

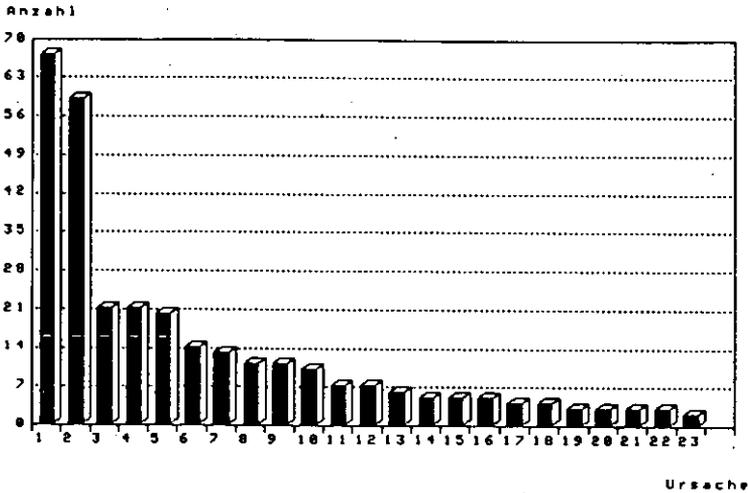
## Bewegungsdaten

Seite 6/7

Datensätze 49/5806

Hersteller Geräteanzuordnung Standort	Gerätebezeichnung Id.-Nr. Techniker(1)	Baujahr Instandhaltungsart Gerätetyp	Kosten Intern Raum-Nr.	Kosten Extern Rechnung	Kosten Gesamt Rechnung-Nr.	Auftrag-Nr. Schadensart	Ausführ. Datum	Berichtart Schadensursache
Schrack - Telekom GmbH Stationen Station C1	Schwesternrufanlage 9353-STC1-01/00 Bruggler	Reparatur Visocall MP 2	0 0.00	0.00	0.00	R 93 - 001129 Klingel geht nicht abzustellen	09.03.93	Reparaturbericht Klingelschnur defekt
Schrack - Telekom GmbH Stationen Station C1	Schwesternrufanlage 9353-STC1-01/00 Prionas	Reparatur Visocall MP 2	0 0.00	0.00	0.00	R 93 - 001232 Klingel defekt	16.03.93	Reparaturbericht Wackelkontakt
Schrack - Telekom GmbH Stationen Station C6	Schwesternrufanlage 9313-STC6-01/00 Bruggler	Reparatur Visocall MP 2	0 0.00	0.00	0.00	R 93 - 001532 Schwesternrufanlage defekt	19.04.93	Reparaturbericht Fehlmeldung
Schrack - Telekom GmbH Stationen Station C5	Schwesternrufanlage 9323-STC5-01/00 Prionas	Reparatur Visocall MP 2	0 0.00	0.00	0.00	R 93 - 001509 Schwesternrufanlage defekt	08.04.93	Reparaturbericht Fehlmeldung
Schrack - Telekom GmbH Stationen Station C1	Schwesternrufanlage 9353-STC1-01/00 Feubner	Reparatur Visocall MP 2	0 0.00	0.00	0.00	R 93 - 001762 Schwesternrufanlage defekt	27.04.93	Reparaturbericht Bandbedienteil defekt
Schrack - Telekom GmbH Stationen Station C6	Schwesternrufanlage 9313-STC6-01/00 Feubner	Reparatur Visocall MP 2	0 0.00	0.00	0.00	R 93 - 001743 Schwesternrufanlage defekt	04.05.93	Reparaturbericht Klingelschnur defekt
Schrack - Telekom GmbH Stationen Station C1	Schwesternrufanlage 9353-STC1-01/00	Reparatur Visocall MP 2	0 0.01	445.74 16.03.93	445.75 51469182	R 93 - 001778 Totalausfall	11.02.93	Reparaturbericht Elektronikstörung
Schrack - Telekom GmbH Stationen Station C1	Schwesternrufanlage 9353-STC1-01/00	Reparatur Visocall MP 2	0 0.01	109.94 21.04.93	109.95 51493403	R 93 - 001793 Schwesternrufanlage defekt	20.04.93	Reparaturbericht Bettdienegerät defekt

Schwachstellenanalyse  
Schadensursache (Seite 1/3)

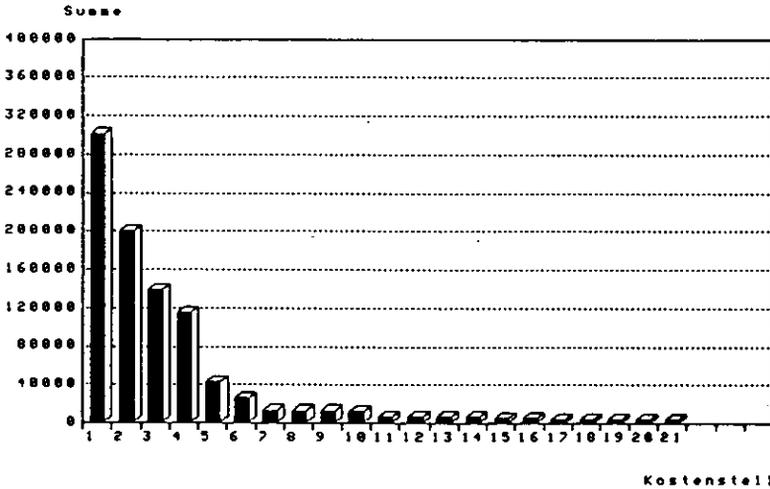


Schrankenanlage

<u>Legende:</u>	<u>Position</u>	<u>Ursachenbeschreibung</u>	<u>Anzahl</u>
	1	Äußere Gewalteinwirkung	67
	2	Geldklemmer	59
	3	Normaler Verschleiß	21
	4	Sturmschaden	21
	5	Nicht bekannt	20
	6	Kartenklemmer	14
	7	Karte dekodiert	13
	8	Elektronikstörung	11
	9	Kartenmangel	11
	10	Bauteilverschleiß	10
	11	Münzklemmer	7
	12	Sensitivdrucker defekt	7
	13	Papierstau	6
	usw.		

Kostenstellenvergleich  
Auswertungsjahr: 1993

(Seite 1/7)



MST - Medizin System Technik GmbH

02.06.93

15:53:38

<u>Legende:</u>	<u>Pos.</u>	<u>Kst.-Nr.</u>	<u>Bezeichnung</u>	<u>Wert in DM</u>
	1	9018000	Wirtschaftsabtlg.	300.000,--
	2	9001000	Krankengebäude	198.825,99
	3	9025006	Klima - Lüftung	137.836,54
	4	9017003	Pforte - Telefon	115.038,85
	5	9180001	Zentrale Sterilis.	41.601,97
	6	9100008	Hauptküche	25.344,08
			USW.	

Da weitere Module im Hatos 3.0 Programm, wie

- Lagerhaltung
- Energieverwaltung
- Schlüsselverwaltung (Zentralschließenanlagen)

z.Zt. vorbereitet werden bzw. schon in Erprobung sind, erweitert sich die Anwendungspalette.

Wir betrachten die Einführung der PC-Netzwerktechnik in der Technischen Abteilung unseres Hauses als einen gewaltigen Schritt nach vorn.

Da wir erst am Fuße des Berges (PC-Arbeitsplatz) stehen, ist es bis zum Gipfel noch weit. Auf dem Weg dahin hoffen wir, viele neue positive Erfahrungen zu sammeln, um so immer besser und kostengünstiger unseren Versorgungsauftrag erfüllen zu können.

( Peter Kell )  
Technischer Leiter

Kliniken des Hochtaunuskreises  
Kreiskrankenhaus

Urseler Straße 33  
61348 Bad Homburg v.d.H.

## **Kostenvorteil mit dem Kommunikationssystem HOS durch Nutzung vorhandener Infrastrukturen bis in das Patientenzimmer**

Dr. rer. nat. Martin Kemper

Mit Hilfe des Kommunikationssystems HOS läßt sich unter Nutzung der vorhandenen Infrastruktur ein kostengünstiges und effektives Organisationsmittel für den Krankenhausbetrieb aufbauen. Auf der Basis von Patientenmedien (Patientenfernseher und -telefon) können Daten direkt vom Patientenzimmer in andere Krankenhausbereiche übertragen werden. Das TV-Gerät dient als Textmonitor mit bidirektionaler Datenübertragung über das Antennennetz. Das Gesamtsystem ist als Ergänzung bestehender Datennetze und EDV-Systeme zu verstehen und bietet enorme Kostenvorteile beim Einstieg in die computergestützte Krankenhausorganisation.

### **Ausgangssituation**

Der Zwang zur Straffung der administrativen Tätigkeiten im Krankenhaus steht nicht in Frage. Die Krankenhausfinanzierung wird daher zukünftig ganz wesentlich von der Suche nach Rationalisierungspotentialen geprägt.

Der Übergang von pauschalen zu leistungsbezogenen Vergütungsformen und andere Randbedingungen des Gesundheitsstrukturgesetzes erzwingen zudem den Einsatz neuer, effektiverer Organisationsmittel. Unter effektiven Organisationsmitteln versteht man in der Regel den Einsatz computergestützter Informationstechnik, welche mit zunehmender Leistungstransparenz in Medizin und Pflege immer höheren Ansprüchen genügen muß.

Auch im Wettbewerb zwischen Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen wird mehr und mehr um die Gunst des Patienten geworben. Der Trend geht daher hin zu einem verstärkten Wahlleistungsangebot vor allem im Bereich der komfortablen Kommunikationsmedien wie Telefon und TV.

### **Ansprüche an ein effektives Kommunikationssystem**

Bisher endeten Kommunikationssysteme oft im Stationszimmer. Eine moderne EDV-Kommunikationslösung erfordert jedoch zusätzliche Komponenten, z. B. mobile Datenerfassungseinheiten, die vor Ort im Krankenzimmer einsetzbar sind.

An dieser Stelle sollen zunächst die Ansprüche an ein effektives Kommunikationssystem definiert werden:

1. *Daten müssen dort erfaßt werden, wo sie entstehen.* Vor allem pflegerische Informationen werden in steigendem Maße per Gesetz gefordert, d. h. Entstehungsort der meisten Daten ist das Krankenzimmer.
2. *Daten müssen von dort übertragen werden, wo sie entstehen.* Der On-Line-Zugriff auf Maßnahmenkataloge und Pflegedaten sollte Grundlage effektiver Kommunikationsmittel sein.
3. *Keinesfalls darf ein Medienbruch erfolgen.* Die Forderung nach einem durchgängigen elektronischen Medium ist eine Grundvoraussetzung computergestützter Informationssysteme.
4. *Einfachste Bedienbarkeit* ist eine Notwendigkeit, die sich aus der strukturellen Zusammensetzung des Pflegepersonals ergibt. Die zusätzliche Belastung durch neue Technik muß daher auf ein Minimum reduziert werden.
5. Ein weiterer Anspruch ist die *"sanfte" Einführung neuer Medien.* Der schlagartige Umbruch bestehender Organisationsstrukturen muß vermieden werden.
6. *Benutzerführung und Plausibilitätskontrollen* bei Systemeingaben sind selbstverständliche Zusatzleistungen, die den Schulungsaufwand reduzieren und Fehleingaben vermeiden helfen.

### **Realisierung des Kommunikationssystems HOS**

Mobile Datenerfassungseinheiten, die die Daten einer ganzen Station zunächst sammeln und später per Verbindung mit dem Stationsterminal an eine zentrale Stelle weiterleiten, können obige Ansprüche bisher nur teilweise erfüllen. Sicherlich lassen sich alle Forderungen durch den Einsatz modernster Technologie realisieren, jedoch werden in Zukunft hohe Investitionskosten und hoher Schulungsaufwand maßgeblich die Entscheidungen über den Einsatz solcher Systeme prägen.

Wie kann nun ein leistungsfähiges Kommunikationssystem mit minimalen Kosten und dennoch zukunftssicherer Datenverarbeitung aufgebaut werden?

Ansatzpunkt bietet die Idee, vor Ort im Krankenzimmer die bestehenden Kommunikationsmittel mitzuverwenden. Als Kommunikationsmittel werden dabei jene Geräte genutzt, die die bisher ausschließlich dem "Hotelkomfort" des Patienten dienen, das sind Telefon und TV-Gerät.

Telefone und Fernseher im Krankenzimmer werden bisher kaum für organisatorische Aufgaben eingesetzt. Unter Nutzung dieser bereits vorhandenen Geräte lassen sich jedoch erstaunliche Kostenvorteile erzielen, mit völlig neuen Perspektiven für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus. Auf Basis dieser "Konsummedien" entstehen so neue, leistungsfähige Organisationselemente für den Pflegedienst.

In Verbindung mit einem mobilen Barcodeleser, der unterschiedlichste Daten aufnehmen kann, besitzt der Patientenfernseher ein erstaunliches Kommunikationspotential. Im System HOS werden Barcodedaten drahtlos per Infrarot zum Fernseher übertragen und können dort im Klartext zur Kontrolle aufgelistet werden. Ein einfaches Beispiel ist die Menübestellung für den Patienten: Der Menüwunsch wird in den Barcodestift eingelesen und anschließend per Knopfdruck an den Fernseher abgesendet.



Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die Textdarstellung auf dem Fernsehbildschirm. Texte und Farbzusammenstellung können beliebig definiert werden. Buchstaben und andere Zeichen werden in Sekundenbruchteilen von einem Videotextprozessor generiert.

Abb. 1: Beispiel einer Videotext-Maske

Ebenso könnte die Telefontastatur als Eingabeterminal Verwendung finden, da im System "HOS" Fernseher und Telefon mikroprozessorgesteuert und durch eine Datenschnittstelle miteinander verbunden sind.

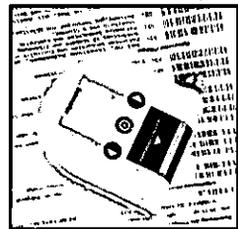
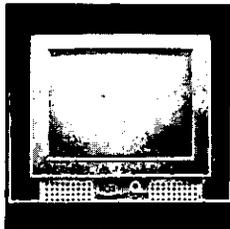
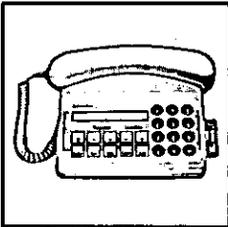
# Schmelter

Krankenhaus-Kommunikation



## Bestehende Strukturen nutzen:

- ➔ Antennennetz zur Datenübertragung
- ➔ mobile Datenerfassung per Barcode
- ➔ Mehrfachnutzen der Kommunikationsendgeräte
- ➔ integriertes Medienabrechnungssystem
- ➔ Kombination mit bestehenden Patientenrufsystemen



**AVA**  
**Schmelter**

Krankenhaus-Kommunikation

Orkotten 37 D-48291 Telgte  
Postfach 267 D-48284 Telgte  
Tel. (02504) 707-0 Fax (02504) 707-109

Abbildung 2 zeigt die Gesamtübersicht über die Installation im Krankenzimmer und deren Verbindung zur EDV:

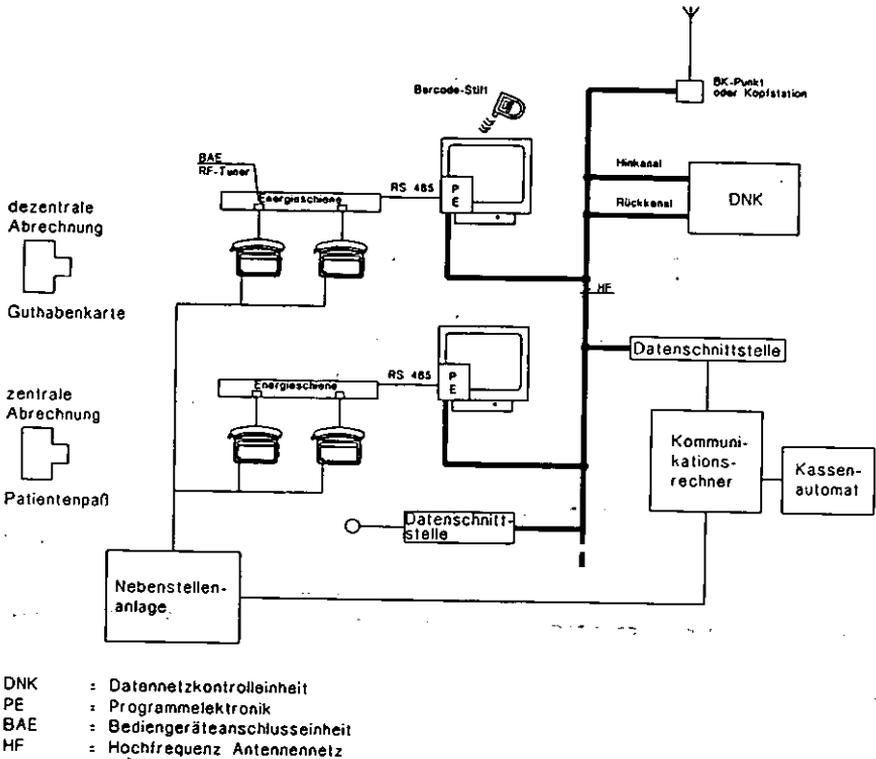


Abb. 2: Übersicht über das Kommunikationssystem HOS

Die gesamte Datenübertragung erfolgt über das Antennennetz, d. h. auch hier wird eine vorhandene Infrastruktur mitverwendet. Ähnlich wie bei der Übertragung von TV-Kanälen werden für diese Datenkommunikation Frequenzbänder benutzt, wobei für die bidirektionale Verbindung zwei unterschiedliche Frequenzen benötigt werden. Die Übertragung in Rückwärtsrichtung, d. h. von den Endeinrichtungen hin zur Kopfstation erfolgt im sogenannten Rückkanalbereich, der vor allem in älteren Kabelnetzen noch nicht integriert ist und unter

Umständen Umrüstkosten erfordern kann. Die Kostenanteile für derartige Patientenmedien verteilen sich ähnlich dem Diagramm in Abbildung 3:

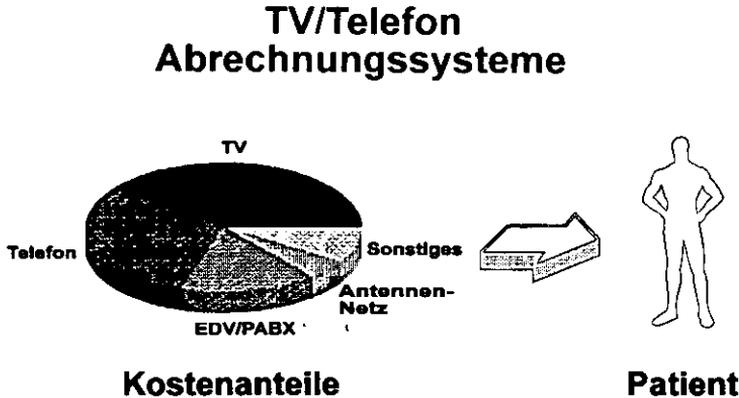


Abb. 3: Kostenverteilung für die Patienten-Kommunikationsmedien

Die Kosten für die Umrüstung des gesamten Antennennetzes, im Extremfall eine Neuinstallation, machen maximal 5% der Gesamtkosten pro Patient aus.

Auf der Basis des Antennennetzes läßt sich die gesamte Datenübertragung zwischen Krankenzimmer und anderen zentralen Einrichtungen abwickeln. Ähnlich einem LAN, bietet es ein leistungsfähiges Datennetz, das bis ins Krankenzimmer reicht. Das Kommunikationssystem HOS versteht sich als "offenes System", das den EDV-Fachabteilungen der Krankenhäuser sowie den EDV-Herstellern die Möglichkeit zur Anbindung an bestehende Systeme gibt.

Der HOS-Kommunikationsrechner dient dabei als Bindeglied zwischen dem Antennennetz und den vorhandenen EDV-Systemen. Wo es sinnvoll ist, wird die Aufbereitung der im Krankenzimmer erfaßten Daten übernommen und anderen Systemen über wohldefinierte Schnittstellen zur Verfügung gestellt. Der Datentransfer erfolgt z. B. zum überregionalen Rechenzentrum, zum vorhandenen Verwaltungsrechner oder direkt zum weiterverarbeitenden System, der Küchen-EDV oder dem Pflegeplanungssystem.

### Kostenvorteil für die Organisation

Auf der Basis vorhandener (und vom Patienten mit-finanzierter) Kommunikationsendgeräte sowie durch Nutzung der vorhandenen Infrastruktur "Antennennetz" läßt sich der preiswerte Einstieg in die computergestützte Organisation realisieren. Mit Hilfe des relativ einfachen und daher bedienungsfreundlichen Barcode-Stifts können auf heutigem Technologiestand sehr viele Kommunikationsvorgänge definiert und in kürzester Zeit realisiert werden. Durch interaktive Kommunikationsmöglichkeiten sowie Textdarstellungen auf dem TV-Gerät bleibt der Schulungsaufwand gering und Fehlbedienungen werden weitestgehend vermieden.

**SKT-Krankenhaus**

Zuordnung der Pflegestufen von Erwachsenen  vorlegt  
 entlassen

am 30.11.82 um \_\_\_\_\_ Uhr von \_\_\_\_\_ für \_\_\_\_\_

**S200207 SCHUMANN, WOLFGANG** **23.11.1943 C2 C**

9999 2

**Allgemeine Pflege**

**Übergepflegung**

A3: Überlegendes oder vollständige Übernahme der Körperpflege  
A2: Hilfe bei Überlegend selbständiger Körperpflege

**Ernährung**

A3: Hilfe bei der Nahrungsaufnahme  
A2: Nahrungsaufbereitung (Essen handgerecht zerkleinern)  
A2: Sondenernährung

**Ausscheidung**

A3: Versorgen bei unkontrollierter Blasen- oder Darmentleerung  
A2: Unterstützung zur kontrollierten Blasen- oder Darmentleerung  
A2: Versorgen bei häufigem Erbrechen  
A2: Entfernen oder Wechseln von Katheter oder Stomabeutel

**Bewegung und Lagerung**

A3: häufiges Körperlagern oder Mobilisieren  
A2: Hilfe beim Aufstehen und Gehen  
A2: Einfaches Lagern und Mobilisieren

**Spezielle Pflege**

S3: Bei OP, Extremem Bluthochdruck, akuten Krankheitsph. Patienten beobachten und Kontrolle von 3 Parametern über mindestens 12 Stunden zur Erkennung einer akuten Bedrohung  
S2: Patienten beobachten und Kontrolle von 2 Parametern 4-6 h innerhalb von 8 Stunden.  
S2: Aufwendiger Versorgen von Ableitungs- oder Absaugsystemen

S3: Injektionen im Bus. mit medikamentöser Versorgung fortlaufendes Beobachten und Betreuen des Patienten bei schwerem liegenden Arzneimitteleitungen  
S2: kontinuierliche oder intermittierende Infusionstherapie oder bei mehreren Transfusionen  
S2: intravenöse Verabreichung von Zytostatika

S3: Wund- und Wundbehandlung  
S2: normale tägliche Behandlung großflächiger od. tiefer Wunden oder großer Hautareale  
S2: aufwendiger Verbände

S2: Behandlung großflächiger oder tiefer Wunden oder großer Hautareale

Dieses Formular ist täglich mit dem Patientenstand von 14 Uhr auszufüllen und bis 21 Uhr an der Krankenhaus-Pforte abzugeben.

Abb. 4: Pflegestufenerfassung per Barcode

Ansätze zur computergestützten Organisation bietet das Gesundheitsstrukturgesetz zuhauf, wie Abbildung 4 als Beispiel demonstriert:

Vor allem dem Pflegebereich erschließt das Kommunikationssystem HOS viele neue Organisationswege. Die komplexe Tätigkeit des Pflegepersonals wird entscheidend erleichtert. Im Sinne des GSG werden viele Rationalisierungspotentiale eröffnet und Kosten eingespart.

Als "Mailing"-System erfährt dieses Kommunikationssystem noch eine zusätzliche Bedeutung: Reparaturaufträge an den technischen Dienst können über Barcode > TV-Gerät > Antennennetz übertragen werden - "Krankhaustechnik vor Ort" einmal anders verstanden.

Autor

Dr. rer. nat. Martin Kemper, SKT SCHMELTER GmbH & Co. KG

MEDKOM-Technik und Erfahrungen der ärztlichen Kooperation  
mittels Videokonferenz

Einleitung

In einem zentralen Feld unseres Lebens, nämlich der Gesundheit, spielt Information eine besonders große Rolle. Bedingt durch den enormen Zuwachs an Wissen und den damit verbesserten Behandlungsmöglichkeiten kommt der Verbreitung des neuen Wissens ein sehr hoher Stellenwert zu, der leider von vielen Ärzten noch nicht erkannt wird. Denn was nützt das Wissen, wenn es sich auf wenige Zentren in Deutschland beschränkt, aber in regionalen Krankenhäusern und Praxen nicht zur Verfügung steht. Es gilt daher, dieses Wissen zu verbreiten.

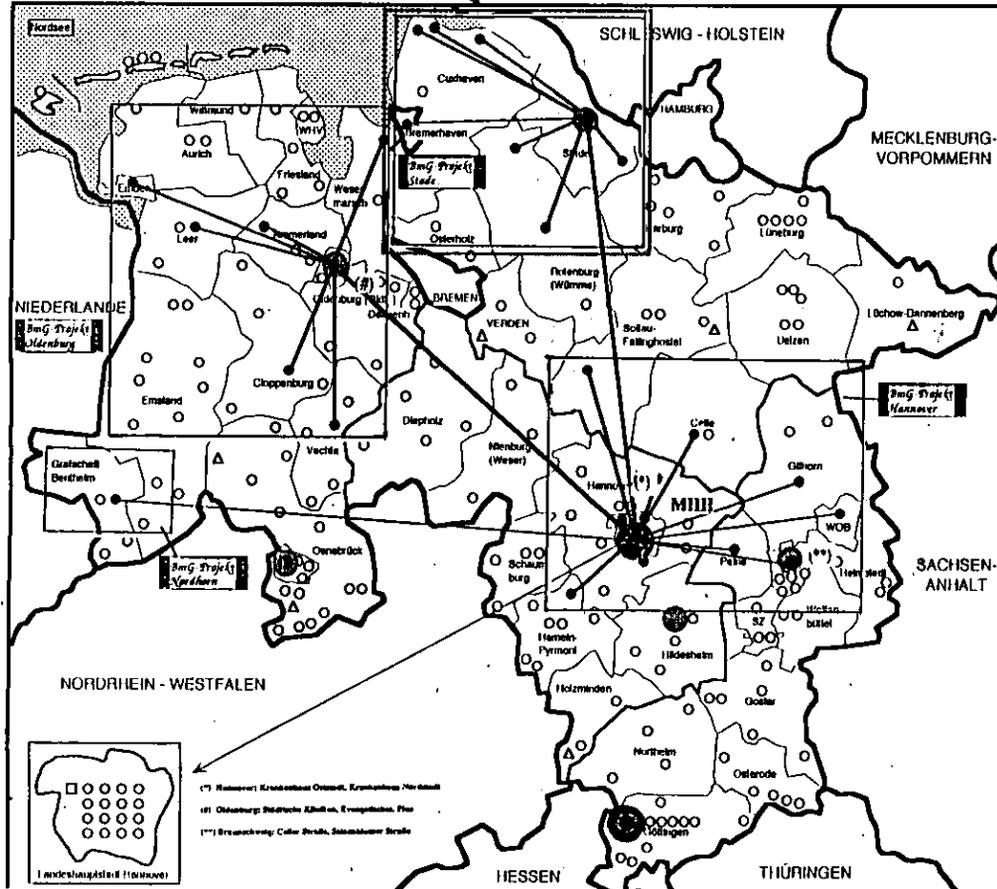
I Die hämato-onkologische Kooperation des Tumorzentrums  
der MHH mit regionalen Krankenhäusern in Niedersachsen  
(vgl. Abb. 1a + 1b)

In der inneren Medizin und hier speziell der Hämatologie und Onkologie, also der Diagnostik und Behandlung bösartiger Blut- und Lymphknotenerkrankungen sowie solider Tumoren wie Magenkarzinom, Dickdarmkarzinom u.a.m., beträgt die Halbwertszeit des Wissens knapp 2 1/2 Jahre. Dies bedeutet, daß ein Arzt der sich ab heute nicht weiterhin fortbildet, nach spätestens zweieinhalb Jahren seine Patienten nur noch mit 50 % des verfügbaren Fachwissens behandelt. Wie aber soll ein ganz-tätig beschäftigter Arzt die Zeit finden, die Flut der neuen Informationen zu bewältigen und diese auch in gezielte Handlungen am Patienten umzusetzen?

Gesicherte neue Erkenntnisse bei Diagnostik und Thera-

# MEDKOM - Videokonferenznetz in Niedersachsen

Neuer Antrag in Vorbereitung



- Hochschulklinik
- Plankrankenhaus
- Krankenhaus m. o.a. Ab
- △ Vertragskrankenhaus

● Überregionale Tumorzentren  
Hannover  
Göttingen

● Regionale Tumorzentren  
Oldenburg  
Osnabrück  
Braunschweig  
Stade  
Niklesheim

● Tumor-Nachsorge-Leitstelle  
Hannover  
Göttingen  
Oldenburg  
Osnabrück  
Braunschweig  
Stade

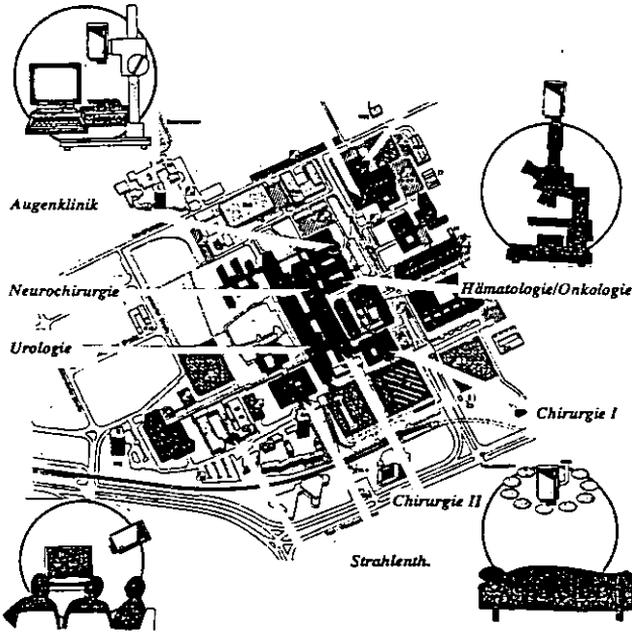
● Krankenhaus mit  
MEDKOM-Anschluß  
— MEDKOM  
Videokonferenznetz

(\*) Hannover) Krankenhaus Osnabrück, Krankenhaus Niklesheim

(\*\*) Oldenburg) Städtische Klinik, Evangelisches Plm

(\*\*\*) Braunschweig) Celle Straße, Seelhauser Straße

# MEDIZINISCHE HOCHSCHULE HANNOVER - TUMORZENTRUM



- Innere Medizin-Oststadt
- Gynäkologie-Oststadt
- Strahlenth.-Oststadt

**MEDKOM**

Abb. 1b

pie von bösartigen Krankheiten, die in renommierten Instituten wie dem National Cancer Institute oder in großen Tumorzentren vorhanden sind, benötigen in der Regel 8 - 10 Jahre, bis sie auch in der Peripherie angewendet werden.

Es gehört damit zu den vordringlichsten Aufgaben eines Tumorzentrums, den Wissenstransfer zu beschleunigen. Das Tumorzentrum Hannover tat dies über viele Jahre durch sogenannte kooperative Visiten in den Krankenhäusern seiner Region. So fuhren Ärzte des Tumorzentrums alle drei bis vier Wochen nach Wolfsburg oder Helmstedt oder Gifhorn u.a.m. und führten mit den dortigen Ärzten Visiten durch, um gemeinsam für die dortigen Tumorpatienten die optimale, individuelle Behandlungsstrategie festzulegen.

Dieses Verfahren hatte drei große Nachteile:

1. Großer Zeitaufwand
2. Relativ niedrige Konsilfrequenz
3. Keine akuten Anfragen.

Andere Kooperationsinstrumente, wie der Postversand von Patientenbefunden oder das Telephonkonsilium, weisen gleichermaßen deutliche Nachteile auf, die an dieser Stelle nicht ausgeführt werden müssen.

Das MEDKOM-Pilotprojekt der TELEKOM hat in der Zeit von 1986 bis 1989, begrenzt auf hannoversche Krankenhäuser, erste Erkenntnisse über die Nutzung der Telekommunikation in der Medizin erbracht. Prof. Poliwoda, Leiter der Abt. Hämato-Onkologie sowie des Tumorzentrums, sah in dem zweiten MEDKOM-Förderprojekt der TELEKOM, die

einzigartige Chance, mittels der Glasfasertechnologie den unerläßlichen Wissenstransfer zu leisten und derart die Beratungsqualität und -quantität seitens des Tumorzentrums zu verbessern.

Die bis zu jenem Zeitpunkt an den MEDKOM-Endstellen überwiegend eingesetzte Consumertechnik konnte allerdings den medizinischen Anforderungen nicht genügen. Gefördert durch das niedersächsische Wirtschaftsministerium, wurde in engster Kooperation zwischen dem Tumorzentrum Hannover und einem industriellen Partner ein technologisch hochwertiger VK-Arbeitsplatz für die Medizin entwickelt.

## II Die MEDKOM-Technik

### II 1. Das VBN-Netz der TELEKOM

Die DBP TELEKOM hat im Februar 1989 das vermittelnde Breitband-Netz (VBN) in Betrieb genommen. Mit der innovativen Glasfasertechnologie (140 MB/s), digitaler Übertragungstechnik und rechnergesteuerten Vermittlungseinrichtungen verbindet dieses Netz die angeschlossenen Videokonferenzstudios.

Auf nationaler Ebene werden über das VBN Bewegtbilder in Farbe, Sprache und Daten in Echtzeit in höchster Qualität übertragen, wobei der spontane Verbindungsaufbau durch Selbstwahl gewährleistet ist. In peripheren Regionen, im MEDKOM-Projekt beispielsweise Bad Münde und Walsrode, erfolgt der Verbindungsaufbau allerdings im 2 MB/s-Reservierungsverkehr.

Internationale Verbindungen sind in fast alle europäischen Länder, in die USA, nach Kanada, Asien und

Australien im Reservierungsverkehr in der für diesen Bereich international festgelegten Übertragungsrate möglich.

Für einen VBN-Anschluß sind monatlich Grundgebühren in Höhe von DM 1.500 zu entrichten. Die Verkehrsentgelte pro Minute werden nach drei Tarifzonen berechnet, von DM 2,50, über DM 8,00 bis DM 10 (vgl. Abb. 9), beispielsweise Laatzen, Wolfsburg und Nordhorn (an der holländische Grenze).

Die MEDKOM-Förderung befreite alle Teilnehmer von den Verkehrsentgelten, und war unabhängig von der jeweiligen Inbetriebnahme der jeweiligen Endstelle, bis Februar 1993. Später ans Netz gegangene Krankenhäuser profitieren zum Teil noch bis Ende 1994 von dieser Förderung.

## II 2. Die MEDKOM-Endstelle (Abb. 2)

Der Einsatz der Bewegtbildkommunikation in der Medizin erfordert spezielle, auf diesen besonderen Bereich zugeschnittene Geräte, die MEDKOM-Endstellen, deren Basis Komponenten wie Videokameras, Monitore, Kreuzschienen, Audioanlagen u.a.m. bilden.

Bei dem in der MHH eingesetzten Computer-Video-Arbeitsplatz werden Bewegtbildkommunikation und Computerleistung vereinigt. Dabei ist die Nutzung des breitbandigen VBN (140 MB/s) genauso möglich, wie die Übertragung über das kostengünstigere weltweite ISDN-Netz (diensteintegrierendes digitales Netz).

Ein Monitor wird für die Darstellung des Empfangsbildes oder zur Vorbereitung etwa eines Röntgenbildes benutzt,

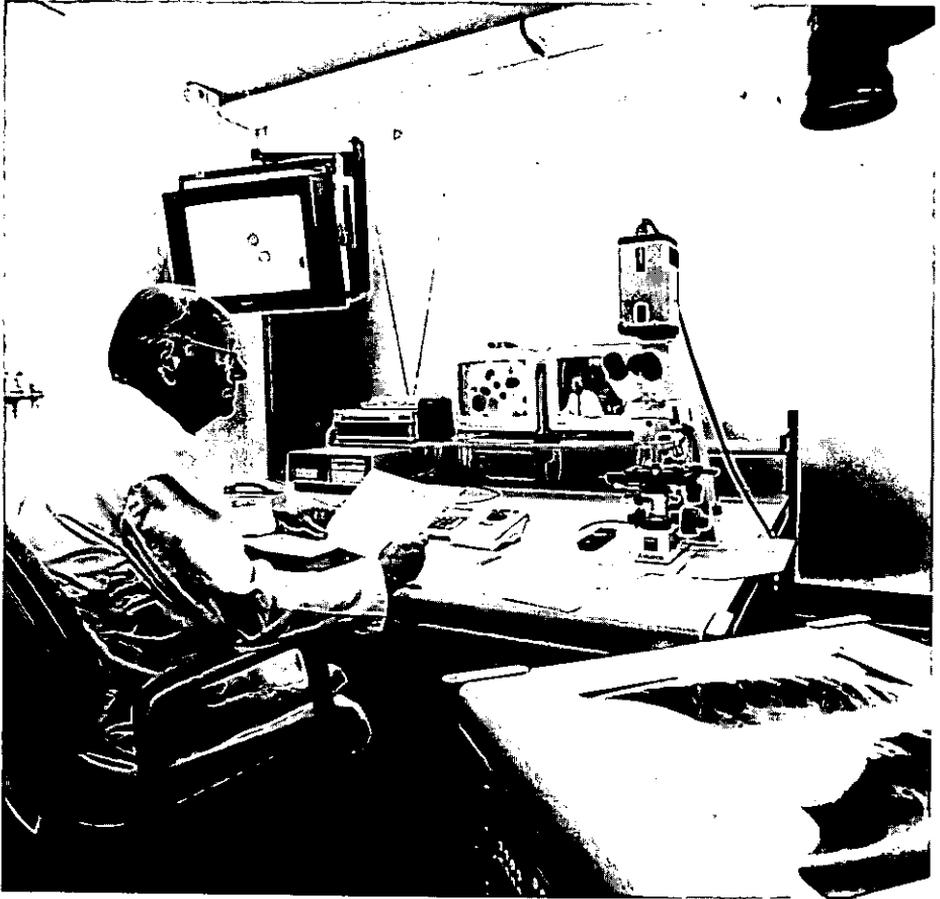


Abb. 2 Die MEDKOM- Endstelle

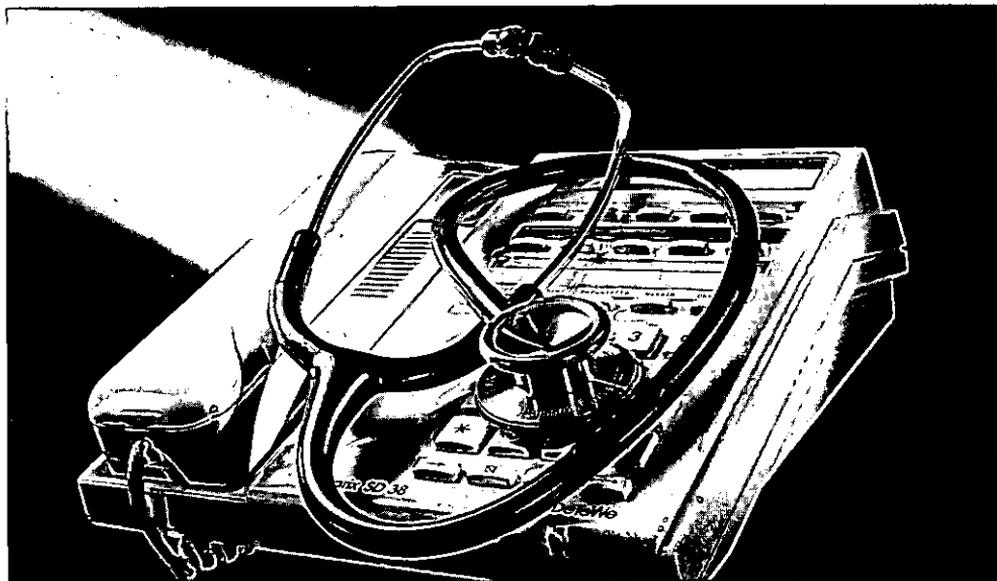
während auf dem zweiten Monitor das momentan gesendete Bild oder aber auch, bei Bedarf, die Verwaltung abgespeicherter Bilder dargestellt wird. Direkter Blickkontakt zu dem jeweiligen Gesprächspartner ist dank der unmittelbar mittig oberhalb des Empfangsbildschirmes angebrachten Personenkamera gewährleistet.

Die Tonaufnahme erfolgt über eine breitbandige Audioanlage mit 15 kHz Bandbreite. Freisprechen wird durch den Einsatz eines Grenzflächenmikrophones auf der Tischplatte sowie mittels des seitlich angebrachten Lautsprechers ermöglicht.

Die vielfältigen Möglichkeiten des CVA 20 AT zur Steuerung einer Videokonferenz sind in übersichtlicher Form auf den Funktionstasten der PC-Tastatur zusammengefaßt. So können zur Konferenzvorbereitung medizinische Bilder über die Mikroskop- oder Dokumentenkamera abgespeichert und sodann während der Videokonferenz eingespielt werden. Gleichsam können empfangene Bilder ohne Unterbrechung der laufenden Videokonferenz digitalisiert und binnen drei Sekunden abgespeichert werden (Speicherkapazität bis zu über 100 Bilder). Freie Steckplätze im PC eröffnen die Möglichkeit weiterer PC-Anwendungen, z.B. Vernetzung mit einer Großrechenanlage oder einem PACS-System.

Für die Übertragung medizinischer Bilder werden in der Regel 3-Chip-Kameras verwendet. Die Dokumentenkamera mit 15-fachem Zoomobjektiv ist an einem Rollwagen mit integriertem Beleuchtungsfeld für Durchlichtbilder angebracht. Die hochauflösende Mikroskopkamera ist direkt an das Mikroskop angeschlossen.

# Warum immer mehr Krankenhäuser mit DeTeWe operieren.



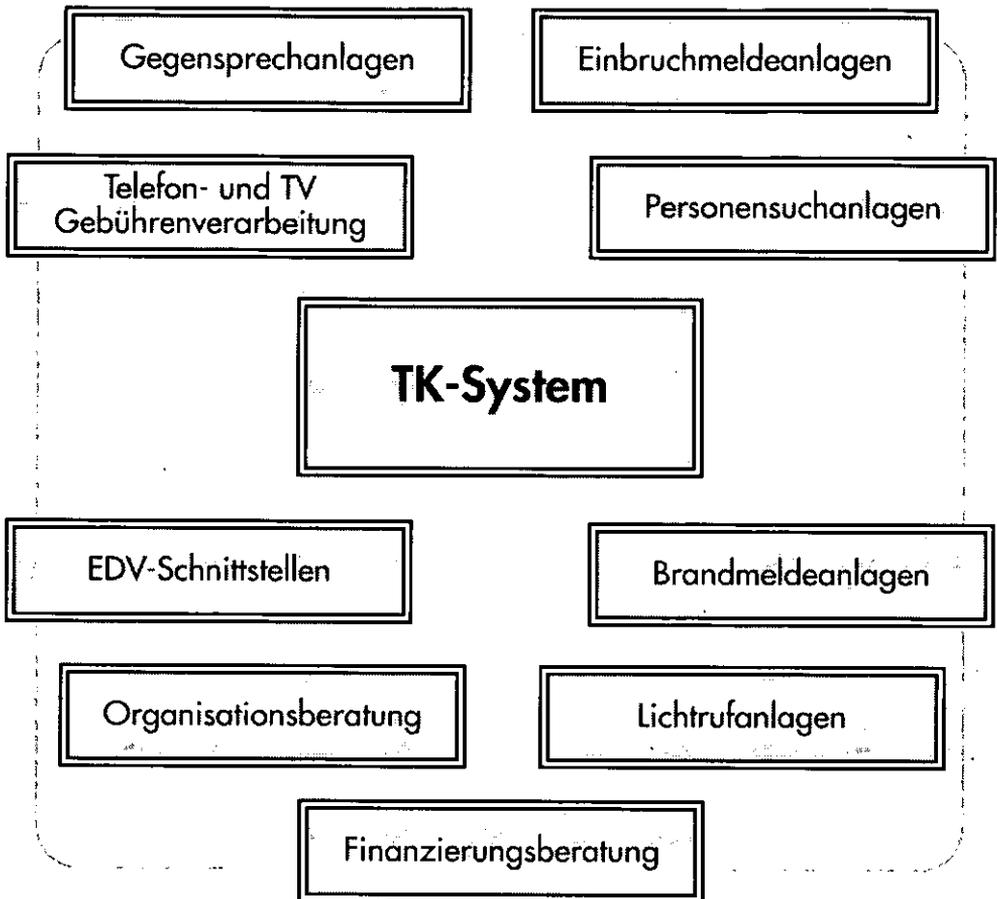
Unsere speziell auf Krankenhäuser abgestimmten Telekommunikationsanlagen verfügen über angeschlossene Serversysteme, Sicherungs- und Schwachstromsysteme, Patiententelefon und Patientenfernsehen. Dadurch sparen Sie zum einen Kosten, weil der Pflege- und Verwaltungsbereich entlastet wird und zum anderen erhöhen Sie den Komfort für

Ihre Patienten. Wenn auch Sie in Zukunft mit uns operieren wollen, rufen Sie uns bitte unter 030/6104-2310 an.

**DeTeWe**  
KOMMUNIKATIONSSYSTEME

DeTeWe - Deutsche Telephonwerke AG & Co.,  
Zeughofstraße 1, 10997 Berlin.

# Systemübersicht varix med



Der hervorragende Service von DeTeWe taucht zwar nicht in dieser Systemübersicht auf, aber immer dann, wenn Sie ihn brauchen. Ein flächendeckendes Service Netz mit über 70 Standorten stellt sicher, daß einer der über 400 Service-Mitarbeiter in der Regel nicht weiter als eine Stunde von Ihnen entfernt ist. Service ist ein Teil unserer

Produkte und hat von daher bei DeTeWe einen besonders hohen Stellenwert.

**DeTeWe**  
KOMMUNIKATIONSSYSTEME

Für Dokumentationszwecke können medizinische Bilder, neben der Speicherung auf dem PC, auch über einen Schwarz-Weiß- oder Farb-Videodrucker festgehalten werden.

### II 3. Die Breitbandnebenstellenanlage

Eine wirtschaftliche Betriebsweise der In-house-Kommunikation in einem Zentralklinikum mit sehr langen Wegen und mehreren Videokonferenzstudios (MHH: 7) ist in der Regel nur über eine Breitband-Nebenstellenanlage bei einer oder zwei Amtsleitungen (TAE) gegeben. Derart kann die Bewegtbild-Kommunikation auch intern, noch zumal kostenlos, für interdisziplinäre Zwecke genutzt werden.

### III Die Erfahrungen der Ärztlichen Kooperation mit MEDKOM

#### III 1 Die Anzahl der VK-Konsile und der vorgestellten Patienten (Abb.3)

Zwischen der Abt. Hämatologie/Onkologie und inzwischen 11 Krankenhäusern sowie einem niedergelassenen Onkologen in Walsrode finden in vierzehntägigem Abstand zu festen Zeiten routinemäßige Videokonferenz-Konsile statt. Hinzu kommen akute Anfragen, die etwa 7 Prozent ausmachen. In der Abt. Neurochirurgie hingegen beträgt der Anteil zeitkritischer Konferenzen per MEDKOM nahezu 100 Prozent.

Die auf der Grundlage von sieben Monaten für das vierte Jahr der Kooperationstätigkeit hochgerechnete Gesamtzahl der MEDKOM-Konsile weist im Vergleich zu dem vorausgegangenen Jahr eine erneute Steigerung um ein Viertel auf 292 VK-Konsile in der Abt. Häm./Onk. auf. In der Gegenüberstellung zu den ersten beiden Jahren nahm die Konsilfrequenz jeweils um das Dreifache zu.

# MEDKOM-Konsile und vorgest. Patienten Hämatologie Onkologie 1./2./3. und 4.Jahr (seit Nov. 1989)

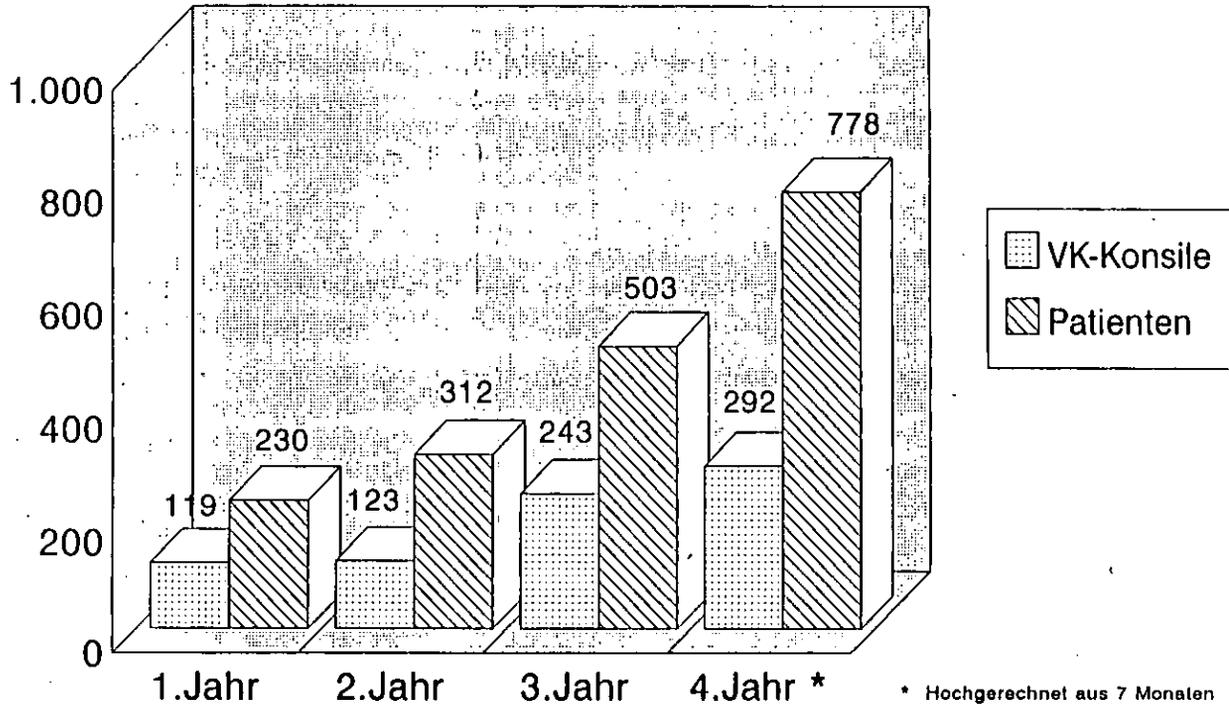


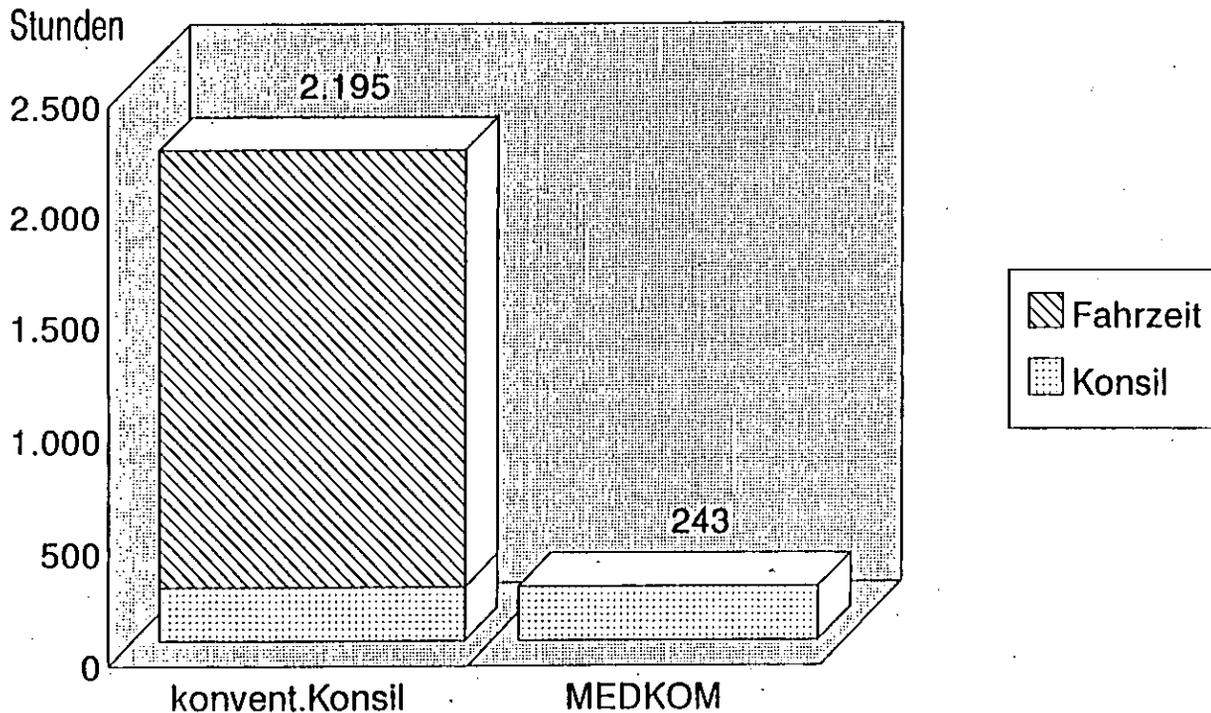
Abb. 3

\* Hochgerechnet aus 7 Monaten

Stand April '93

# Zeitlicher Personalaufwand

Vergleich konvent. Konsil / MEDKOM



Das überaus beeindruckende Gesamtergebnis für die Anzahl der dabei vorgestellten Patienten besagt, daß im Verlaufe von vier Jahren 1.823 Patienten im Rahmen kooperativer Visiten mittels Videokonferenz konsiliarisch besprochen wurden. Im Durchschnitt wurden pro Konferenz bei einer Dauer von knapp 30 Minuten 3 Fälle vorgestellt.

III 2. Der zeitliche Personalaufwand - die konventionelle Kooperationsform im Vergleich zur kooperativen Visite über das MEDKOM-System (Abb. 4)

Die vergleichende Gegenüberstellung des zeitlichen Personalaufwandes beider Kooperationsformen stellt ein fiktives Rechenexempel dar, da realiter bei der kooperativen Visite vor Ort aus vielfältigen Gründen mitnichten eine vergleichbar hohe Konsilfrequenz zu erzielen wäre.

Die Visite vor Ort dauert erfahrungsgemäß erheblich länger. Legt man dennoch für die konventionelle Visite den gleichen Wert der Gesamtdauer der MEDKOM-Konsile zugrunde, ergibt sich für die Fahrtzeit zweier Ärzte ein zusätzlicher Zeitaufwand von 1.952 Stunden (vgl. Kostenanalyse - Abb. 8).

III 3. Der Anteil der bildgebenden Verfahren im Verhältnis zur Anzahl der Konsile (Abb. 5)

Die während eines MEDKOM-Konsils übermittelten visuellen Informationen, mit Ausnahme der Personenbilder, rechnen zu den bildgebenden Verfahren. Dokumentationsbögen (Konsilbögen und Patientenbefunde) werden in der Regel eine Stunde, von einigen Krankenhäusern bis zu einem Tag, vor Beginn der routinemäßigen Videokonferenz per Fax übermittelt.

# Anteil bildgebender Verfahren

## Aufgeschlüsselte Darstellung

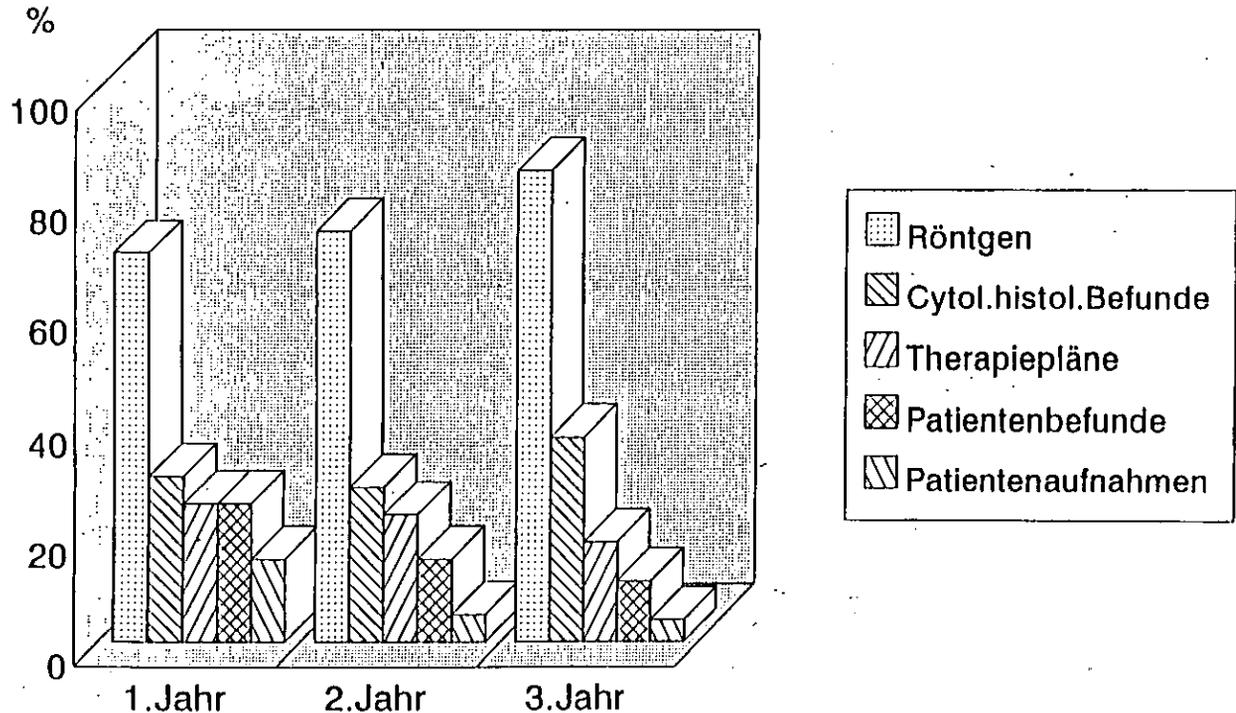


Abb. 5

# Diagnostisch-therapeutische Korrekturen

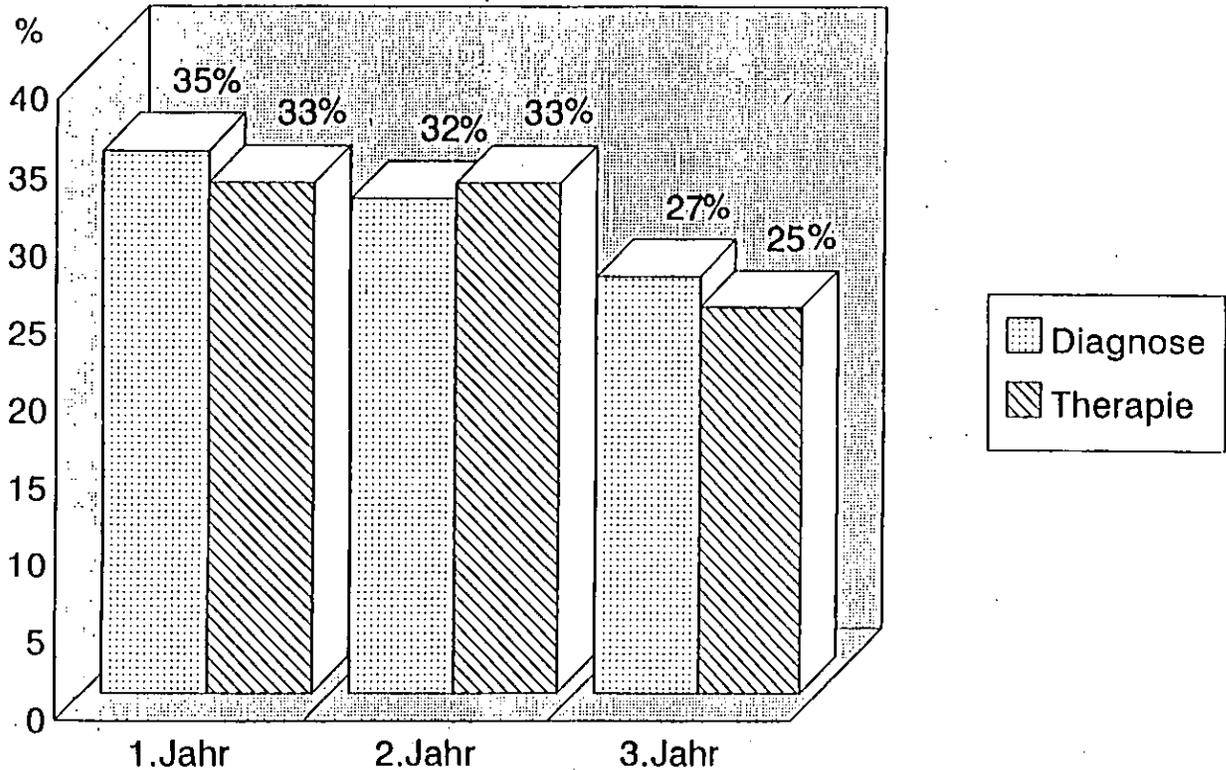


Abb. 6

# Patientenverlegung in die MHH

Vergleich konvent. Konsil / MEDKOM

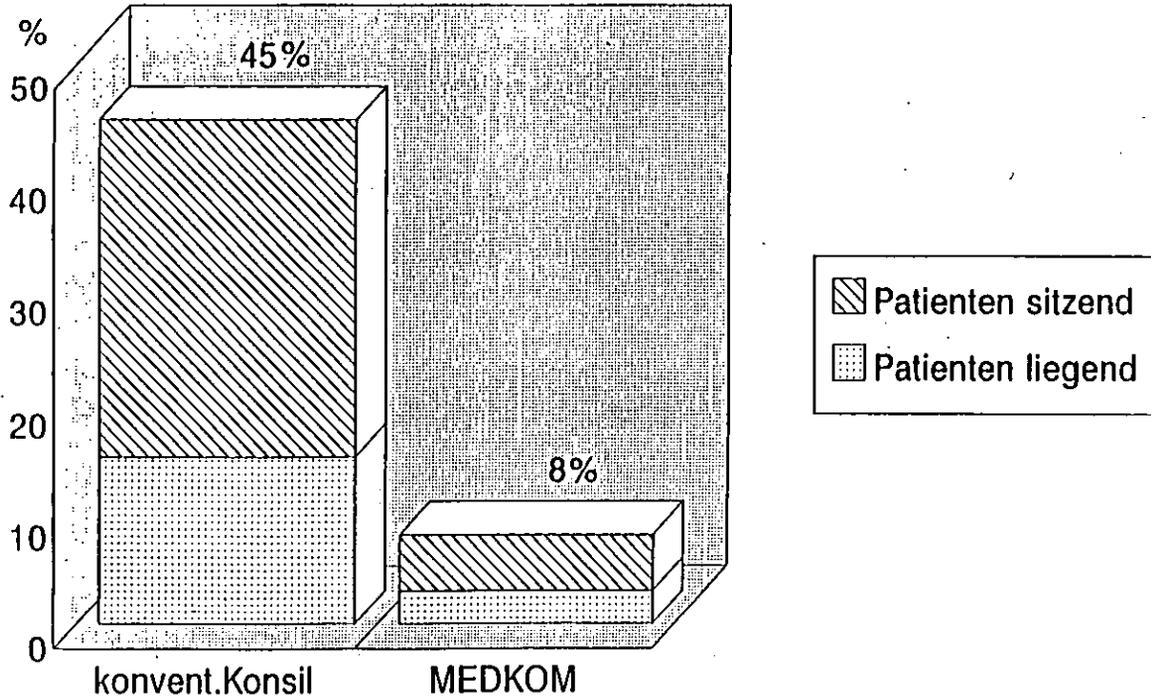


Abb. 7

Die nach Art der bildgebenden Verfahren aufgeschlüsselte Darstellung verdeutlicht die herausragende Einbeziehung röntgenologischer Befunde, wobei die Zunahme der Kooperation im dritten Jahr mit der insgesamt gestiegenen Zahl einbezogener visueller Informationen korreliert.

Die Qualität der übermittelten medizinischen Bilder reicht nach Aussagen der beteiligten Ärzte, aber auch der bei Konsilien und Demonstrationen anwesenden externen Fachärzte, wie Pathologen und Radiodiagnostiker, in der Regel aus (d.h. bei 95 % der Bilder), um zu einer gesicherten Befundung zu gelangen. Somit ergänzt der subjektive Erfahrungshintergrund des Experten die aufgrund der begrenzten Zeilenauflösung (625) nicht zu übermittelnde Bildinformation.

III 4. Diagnostisch-therapeutische Korrekturen im Verlaufe der MEDKOM-Kooperation und Auswirkungen auf die Patientenverlegung in die MHH (Abb. 6 u. 7)

Bei den diagnostisch-therapeutischen Korrekturen zeigt die Abbildung 6 eine fallende Tendenz. Dies darf im Sinne eines Lerneffektes auf Seiten der beteiligten Krankenhäuser interpretiert werden.

Was nicht aus dem Säulendiagramm hervorgeht, ist die Tatsache, daß wir bei einigen Krankenhäusern eine Korrekturhäufigkeit von gerade 10% antreffen, wie z.B. im Krankenhaus Wolfsburg, das aber auch schon am längsten mit uns per MEDKOM kooperiert. Hingegen liegt der Korrekturkoeffizient bei anderen Häusern gerade umgekehrt bislang noch bei 90%.

Bei der kooperativen Visite über das MEDKOM-System muß-

ten im Verlaufe von drei Jahren 8% aller vorgestellten Patienten, entweder sitzend oder liegend in die Medizinische Hochschule Hannover transportiert werden. In absoluten Zahlen bedeutet dies, daß 84 von 1045 Patienten verlegt worden sind.

Die auf Erfahrungswerten beruhende Einschätzung hinsichtlich der Patientenverlegung bei konventionellen Kooperationsmethoden seitens des Leiters des Tumorzentrums sähe für die sitzend zu transportierenden Patienten einen Anteil von 30%, für liegend zu transportierende Patienten von 15% vor. Insgesamt 472 der besprochenen 1045 Patienten, somit 45%, hätten verlegt werden müssen. Der Anteil an lebensrettenden Hubschraubertransportflügen zur MHH kann für die Abt. Häm./Onkologie nicht genau eingeschätzt werden. Mit Sicherheit dürfte dieser in der Neurochirurgie der MHH bei der allein für 1993 extrapolierten Zahl von 220 Konsilien sehr hoch liegen.

#### IV Kostenvergleich und perspektivische Überlegungen (Abb. 8 u. 9)

Bei der vorliegenden Kostenanalyse handelt es sich um eine vereinfachende Gegenüberstellung der beiden Kooperationsformen. In dieser 1992 erstellten Analyse sind die Verkehrsentgelte ungeachtet der Förderung berücksichtigt worden. Bei derzeit noch fehlenden Erfahrungswerten (Wartungskosten) und nicht vorliegenden Abrechnungsvorgaben (z.B. VK-Honorare) ergibt sich dennoch eine Vergleichsmöglichkeit.

Selbst unter Einbeziehung der Verkehrsgebühren ist ein finanzieller Mehraufwand um nahezu die Hälfte bei kon-

# Kostenanalyse

DM Tausend

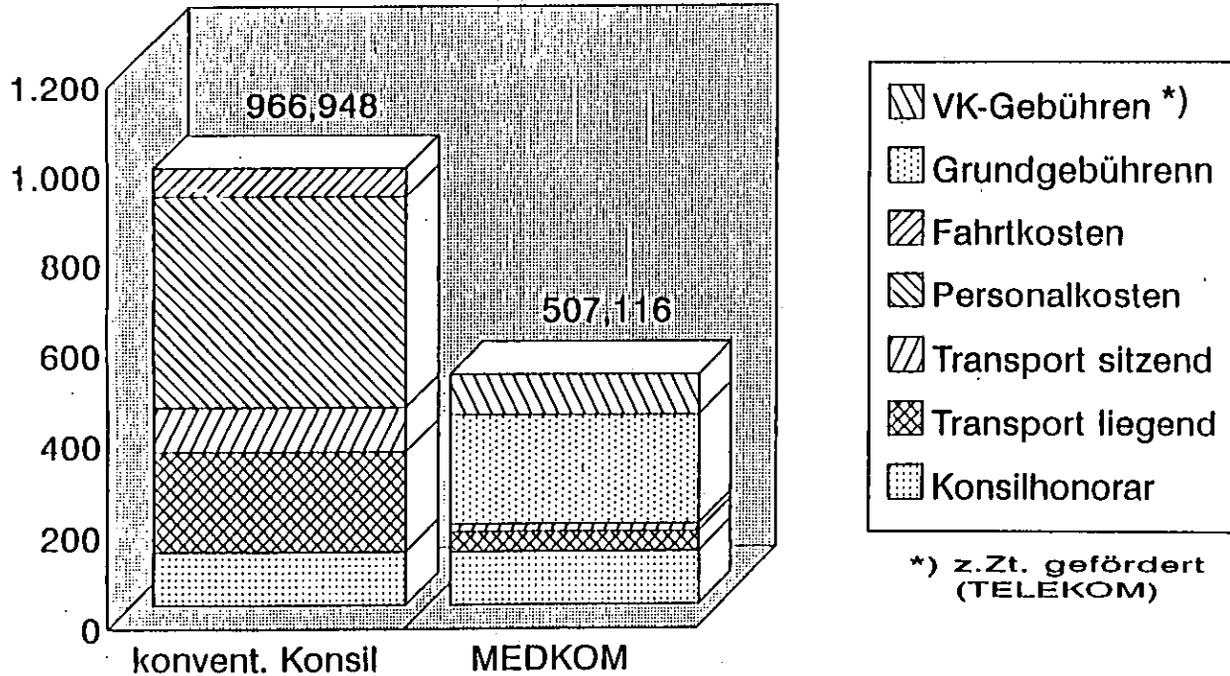


Abb. 8

VBN\*1 / ISDN - Tarife Deutschland/Ausland in DM

1 h VK	ISDN 128 Kbit/s	ISDN 256 Kbit/s	ISDN 384 Kbit/s	VBN 140 Mbit/ 2 Mbit/s
D bis 50 km VBN - 100 km	27.60	55.20	82.80	480.00
D über 50 km VBN > 100 km	78.00	156.00	234.00	600.00
Europa Fernzone 1 angrenzende Länder *2	138.00	276.00	414.00	600.00 zzgl. Aus- landsanteil
Europa Fernzone 2 *2	156.00	312.00	468.00	800.00 zzgl. Aus- landsanteil
Übrige Welt	374.00	748.00	1.123.00	1.500.00 zzgl. Aus- landsanteil
Beispiele für Gesamtverbindungskosten				
D-Frankr.	138.00	276.00	414.00	1.137.00
D-GR	138.00	276.00	414.00	2.014.00
D-GB	138.00	276.00	414.00	1.788.00
D-Italien	138.00	276.00	414.00	2.244.00
D-USA	374.00	748.00	1.123.00	3.175.00
D-Spanien	138.00	276.00	414.00	1.983.00
D-CH	138.00	276.00	414.00	1.153.00
D-Finnland	156.00	312.00	468.00	1.830.00
D-Schweden	156.00	312.00	468.00	1.848.00
D-Dänemark	138.00	276.00	414.00	1.306.00

\*1 Vermittelndes Breitbandnetz, Datenrate 140Mbit/s oder 2Mbit/s

\*2 unter Einschuß von GR, P, E, I, San Marino, Vatikan

\*3 Übrige europäische Länder und Ägypten, Algerien, Israel, Jordanien, Libyen, Marokko, Syrien, Tunesien.

ventioneller Konsiliartätigkeit erforderlich, will man den gleichen Standard der Beratungsqualität und -quantität erzielen.

Zusammenfassend darf konstatiert werden, daß das MEDKOM-System aus der Routinetätigkeit des Tumorzentrums Hannover nicht mehr wegzudenken ist. Trotz unbestrittener Leistungsfähigkeit, trotz zu erzielender Einsparungen ist es vor dem Hintergrund des GSG in diesem Jahr die allgemeine Kostensituation der Krankenhäuser, die die Fortführung des MEDKOM-System im VBN unsicher erscheinen läßt.

Im Jahre 1990 signalisierten uns die Krankenkassen wohlwollendes Entgegenkommen hinsichtlich der nach Auslaufen des Projektes zu finanzierenden Grund- und Verkehrsgebühren. Prof. Poliwoda wird daher in diesem Jahr stellvertretend für alle niedersächsischen MEDKOM-Teilnehmer die Verhandlungen mit den Krankenkassen mit dem Ziel der Kostenübernahme führen.

Angesichts einer 1989 nicht absehbaren technologischen Revolutionierung im schmalbandigen ISDN-Bereich bei optionalen Übertragungsraten (z.B. 128 KB/s oder 384 KB/s) besteht allerdings kein Anlaß zur Resignation, sondern die Notwendigkeit, die veränderten Rahmenbedingungen in das perspektivische Kalkül zu nehmen und die innovative Umstellung und flächendeckende Ausdehnung des gesamten MEDKOM-Projektes vom VBN in das weitaus kostengünstigere ISDN-Netz (vgl. Abb. 9) offensiv anzugehen.

Hans-Georg Layda, Assessor  
Koordinator f. Telekommunikation  
MHH, Tumorzentrum (OE 6803)  
Postfach 61 01 80  
30625 H A N N O V E R

Tel.: ++49/511/532-3146  
Fax.: ++49/511/532-5325

# Gebäude-Management

DV-gestützte Betriebsführung über Zeichnung, Administration und Instandhaltung  
bis zur Dokumentation und Archivierung

Von Klaus Schürdt, Siemens AG, Erlangen

Die Bauaktivitäten der 90-iger Jahre bei großen, komplexen Gebäuden befinden sich im Umbruch.

Neben einer zur Zeit sinkenden bzw. stagnierenden Entwicklung bei Neubauvorhaben werden in dem Bereich der Umbaumaßnahmen, Sanierungen und Renovierungen größere Wachstumsraten prognostiziert und auch bereits festgestellt.

Dieser Umbruch kommt jedoch nicht 'von ungefähr', sondern ist auf ganz entscheidende Einflüsse – die durch den Gebäudenutzer entstehen –, zurückzuführen.

Die Ansprüche, die bisher im Allgemeinen an ein Gebäude gestellt wurden, sind dabei, sich grundlegend zu ändern.

Die Bedürfnisse des Gebäudenutzers haben durch den Wandel der Technologien, dem Wunsch nach Rationalisierung sowie Optimierung stark zugenommen und an Komplexität gewonnen.

Schnelle und flexible Anpassungen im Büro, im Lager, in der Fertigung – zur Erreichung gesteckter Unternehmensziele – sind gefordert und bestimmen somit auch die Zeiträume der Nutzungsänderungen.

Technologien, wie Gebäudeintelligenzen, Gebäudeautomation sowie Gebäudeleittechnik erhalten immer mehr eine zentrale Bedeutung.

Nutzungsänderungen bewirken in den meisten Fällen Änderungen an der Ausstattung und der Einrichtung eines Gebäudes, häufig ist jedoch auch die Bausubstanz selbst betroffen.

Künftig werden bestehende Bausubstanzen immer häufiger 'umgenutzt' werden müssen. Der Gebäudenutzer von heute benötigt Gebäude mit den Möglichkeiten einer flexiblen, effektiven Nutzung, verknüpft mit Komfort und Sicherheit.

Um künftig die Erfüllung aller Aufgaben eines Gebäudes über die gesamte Lebensdauer sicherzustellen, müssen geeignete, den veränderten Bedingungen angepaßte Instrumente für ein effektives Gebäude-Management benutzt werden.

Neben der Notwendigkeit der Anpassung an den gegebenen Strukturwandel sind

- die Transparenz der Objekte
- die Transparenz der Ausstattung und Einrichtung
- die Transparenz der Kosten und Leistungen
- die ständige Verfügbarkeit geometrischer sowie technischer Daten
- die ständige Anpassung an Betriebs- u. Raumzustände
- der schnelle Zugriff auf Archive, mit Vorschriften, Zeichnungen u.ä.

wichtige Indikatoren für die Rentabilität und letztlich auch für die Werterhaltung eines Objektes.

Grundlage für die effektive Betriebsführung von großen, komplexen Gebäuden ist die ständige Verfügbarkeit von erforderlichen Daten des zu bewirtschaftenden Objektes.

Vorrangig sind hier die technischen, räumlichen, nutzungsbezogenen sowie administrativen Informationen.

Schon für das einzelne Objekt fallen große Mengen dieser Informationen an, die in einem effektiven Gebäude-Management jederzeit zur Verfügung stehen und bearbeitet werden müssen. (Abb. 1)

Um diesen Forderungen gerecht zu werden, werden für ein effektives Gebäude-Management immer mehr dv-gestützte Systeme eingesetzt.

So findet man auf dem Software-Markt viele Systeme, die unter dem Namen Gebäude-Management vermarktet werden.

Doch viele dieser Produkte stellen die ständige Anpassung der Betriebs- und Raum-zustände, also – messen, steuern, regeln – in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungsweise und weniger die vorrangig benötigten Informationen über Technik, Räume, Nutzung, Verwaltung und Kosten.

Viele an einem 'Gebäude-Prozeß' beteiligten Bereiche bzw. Abteilungen, wie Bauabteilungen, Instandhaltungsabteilungen, Ausstattungs- bzw. Möblierungsabteilungen u.ä. arbeiten z. T. bei der Erstellung der für Ihren Fachbereich benötigten Daten völlig autark und in vielen Fällen aneinander vorbei. ( Abb. 2)

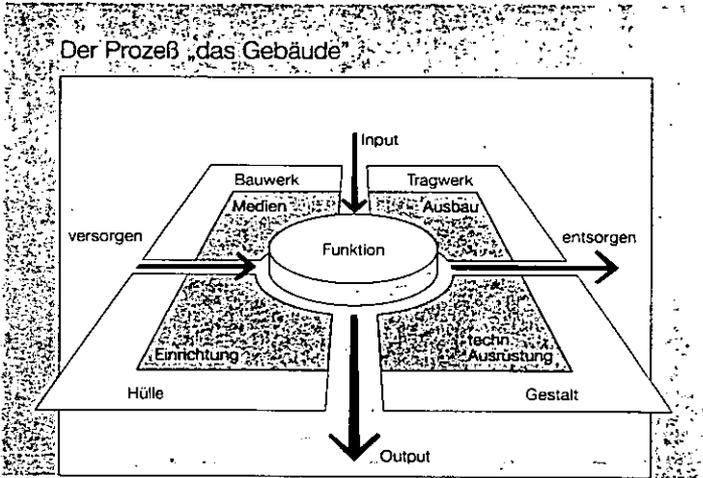


Abb. 1

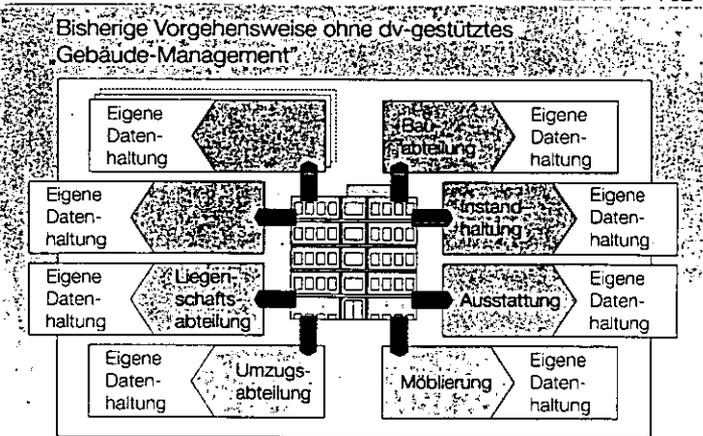


Abb. 2

Zur Abarbeitung fachbereichsbezogener Belange werden häufig dv-mäßig nicht kompatible Insefflösungen eingesetzt, so daß in vielen Bereichen bzw. Abteilungen eigene – zu anderen Bereichen oft parallele und voneinander abweichende – Datenhaltungen vorgehalten werden.

Um ein effektives 'Gebäude-Management' zu betreiben, müssen richtige und schnelle Entscheidungen getroffen werden können.

Fachbereichs- sowie unternehmensbereichsübergreifende Betrachtungen aller am 'Gebäude-Prozeß' Beteiligten, müssen zu einer gesamtheitlichen, effektiven Lösung führen.

Voraussetzung einer solchen Lösung ist, daß sämtliche am Gebäude-Prozeß beteiligten Bereiche bzw. Abteilungen bereit sind, eigene Daten in einer gemeinsamen Datenbank vorzuhalten und Dritten gegenüber zugänglich zu machen. (Abb. 3)

### Grundprinzip eines dv-gestützten „Gebäude-Managements“

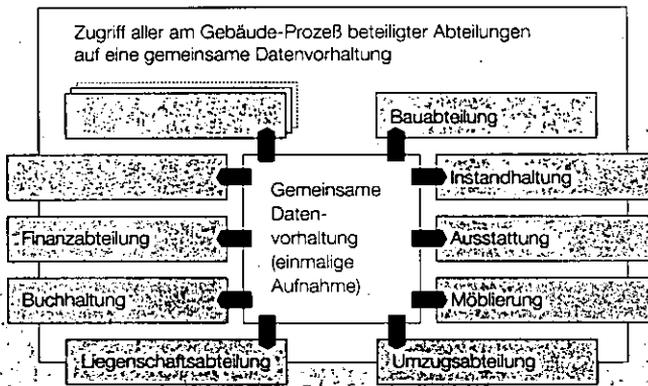


Abb. 3

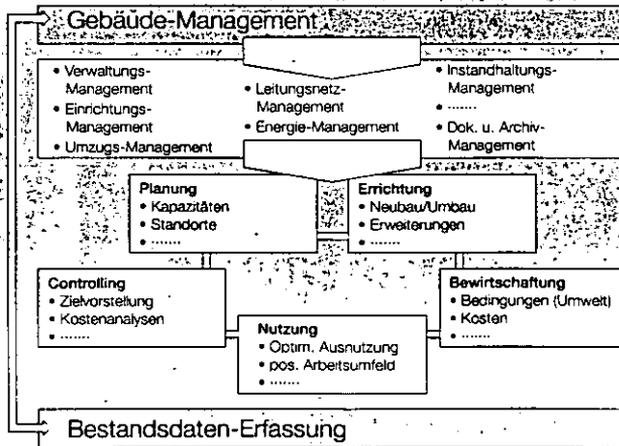


Abb. 4

Damit wird erheblicher Doppelaufwand vermieden, alle mit dem Betreiben eines Gebäudes Beschäftigten können auf gleiche, aktuelle Daten zurückgreifen und Diskussionen über anstehende Vorhaben könnten durch eine einheitliche Basis um ein Wesentliches reduziert werden.

Neben der fach- bzw. unternehmensbereichsübergreifenden Bereitschaft eine gemeinsame Datenhaltung zu nutzen, sollte auf allzuvielen fachbereichsbezogene dv-mäßige Insellösungen, die letztlich nur über entsprechende Schnittstellen nutzbar sind, verzichtet werden.

Leistungsfähige CAD-Systeme mit relationalen Datenbanken – mit der Verknüpfung grafischer und alphanumerischer Daten –, sowie durchgängigen Softwarepaketen, wie z.B. Gebäude- und Werkeplanung, Verwaltungs-Management, Instandhaltungs-Management mit Anbindung an Dokumentations- und Archivierungssysteme u.ä. stellen hier die Alternative und decken bereits einen großen Teil der im Gebäude bestehenden Aufgaben ab. (Abb. 4)

Bei einer ersten pauschalen Kostenbetrachtung über die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes, stehen die

- Errichtungskosten (Kosten bis zum Bezug des Objektes)
- Baufolgekosten (Kosten des Betriebens, der Bauunterhaltung, der Renovierung u. Sanierung) im Vordergrund

Dabei spielen die Errichtungskosten im Vergleich zu den Baufolgekosten eines Objektes eine untergeordnete Rolle.

Wichtig scheint aus diesem Grunde darauf zu verweisen, daß in jedem Fall bei der Errichtung eines Gebäudes auf eine optimale Anpassung an die Betriebskosten und damit auf einen Teil der Baufolgekosten zu achten ist, da hierdurch ganz entschieden die Rentabilität eines Objektes beeinflußt werden kann.

Eine genaue Begriffserläuterung der Kostengliederung gibt die DIN 18960 in den Baunutzungskosten für Hochbauten .

Hier wird nach Kostengruppen

- Kapitalkosten
- Abschreibung
- Verwaltungskosten
- Steuern
- Betriebskosten
- Bauunterhaltungskosten

gegliedert und werden Begriffe definiert.

Durch ein gezieltes 'Gebäude-Management' kann wesentlich auf die Betriebs- und Bauunterhaltungskosten und somit auch indirekt auf Kapitalkosten, auf Abschreibung, auf Verwaltungskosten und Steuer Einfluß genommen werden.

Geht man in die gezielte Betriebskostenbetrachtung von Verwaltungsgebäuden, wie z.B. von Versicherungen oder Banken, so lassen sich trotz unterschiedlichster Ausstattung Vergleichbarkeiten in der Zusammensetzung und Wertigkeit der Betriebskosten erkennen.

An vorderster Stelle liegen die mit dem Betreiben eines Gebäudes aufzuwendenden Personalkosten, die nicht selten bis zu 30% u. mehr der gesamten Betriebskosten ausmachen. Instandhaltungsaufwendungen, Energiekosten für Strom und Heizung, Gebäudereinigung, Bewachung/Pförtner, Entsorgung u. ä. bestimmen die weitere Reihenfolge.

In den Positionen der für den Gebäudebetrieb erforderlichen Personalkosten, den personalgebundenen Teilen der Instandhaltung, der Gebäudereinigung u.ä. wäre einer der Ansätze für 'Mehr Effektivität im Gebäude-Management' zu sehen.

Am Beispiel der Gewichtung der Aufgabenkomplexe eines Betriebsingenieurs, verbunden mit einem SOLL-IST-WERT Vergleich, wird eine der möglichen Erklärungen für zu hohe Personalkosten verdeutlicht. (Abb. 5)

Betrachtet man die vorgegebenen Prozentanteile der

- Instandhaltung
- Dokumentation und Sicherheitsberichte
- Anlagenverbesserung

mit den wirklich real erbrachten Leistungen, so ist klar erkennbar, daß ein effektives Gebäude-Management auf diese Weise nicht betrieben und eine Optimierung der Kosten nicht erreicht werden kann, da die Minimierung der Dokumentation sowie der Sicherheitsberichte zweifelsohne zu immer mehr materiellen und personellen Aufwendungen führen wird.

Geht man mit der Kostenbetrachtung weiter in den Bereich des Instandhaltungsmonteurs, so lassen sich hier Bestätigungen bzw. Ergänzungen zu weiteren Optimierungsansätzen finden.

### Gewichtung Aufgabenkomplexe eines Betriebsingenieurs

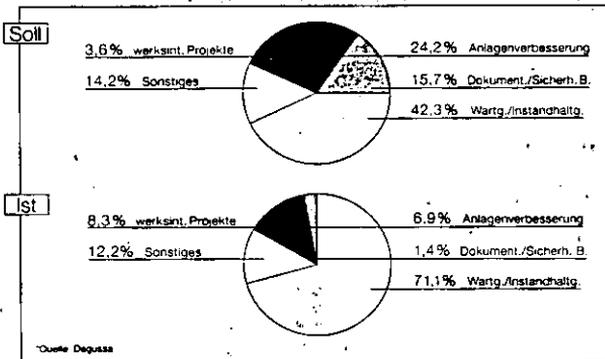


Abb. 5

Die Arbeitsablaufstudie eines Instandhaltungsmonteurs zeigt in diesem Beispiel, daß knapp zweidrittel Prozentanteile des gesamten Arbeitsablaufes als 'Nebenzeiten' zu betrachten sind, in denen nicht produktiv gearbeitet werden kann. (Abb. 6)

Auch hier liegt, wie in vielen Fällen, ein Teil der Gründe in der nicht vorhandenen Dokumentation und in der nicht vorhandenen Verfügbarkeit von benötigten Daten.

In diesem Bereich liegt ein großes Potential an Optimierungsmöglichkeiten, das durch ein gezieltes Gebäude-Management mit der ständigen Verfügbarkeit von erforderlichen Daten über Technik, Räume, Nutzung und deren Verwaltung – einem dv-gestützten Gebäude-Management – angegangen werden kann.

Das wirtschaftliche Betreiben großer Gebäude und Gebäudekomplexe ist schon heute ohne ein gezieltes dv-gestütztes Gebäude-Management nicht mehr möglich.

Riesige Datenvolumen, sowie die Forderung des Managements, nach mehr Transparenz, nach besseren Entscheidungsgrundlagen, nach effizienterer Kommunikation, nach mehr Flexibilität/Individualität, nach mehr Gebäude-Controlling u. Wirtschaftlichkeit und der ständigen Verfügbarkeit dieser Daten zur laufenden Optimierung der Baufolgekosten, machen den Einsatz geeigneter DV-Mittel unverzichtbar.

Am weitestgehenden lassen sich Baufolgekosten bei Neubauten beeinflussen, indem schon mit der Baueinleitung, über Bauplanung und Baudurchführung dv-mäßig gearbeitet, konstruiert und geplant wird, so daß viele der damit bereits erfaßten Daten bei dem späteren Betreiben des Gebäudes mit genutzt werden können. (Abb. 7)

Nicht so optimal stellt sich die Situation bei bestehenden Gebäuden dar, wo nicht auf eine Mitnutzung der Daten aus Baueinleitung, Bauplanung und Baudurchführung zurückgegriffen werden kann. (Abb. 8)

### Arbeitsablaufstudie eines Instandhaltungsmonteurs

Tätigkeit	Zeitanteil %
Produktive Arbeit	38,5
Suche nach Werkzeug	8,6
Tragen v. Teilen o. Werkzeug	5,8
Transport v. Masch. o. Gerät	6,4
Arbeiten an der Ausrüstung	1,4
Planen der Arbeit	6,8
Aufräumarbeiten	2,9
Aufschreibungen	2,1
Warten am Ersatzteillager	6,2
Gespräche mit Kunden	11,0
Persönliche Verteilzeiten	6,4
Behinderung durch Andere	0,9
Abwesenheit ohne Grund	2,8

Quelle: VO-2 Nr. 11 1987

Abb. 6

Hier muß ein Nacharbeiten und damit eine dv-mäßige Erfassung der fehlenden grafischen und alphanumerischen Daten erfolgen.

Ob bei Neubauten oder bei bestehenden Bausubstanzen gilt folgende Vorgehensweise

1. Tool-Ebene (Erfassungs-Ebene) Zielorientierte dv-mäßige Erfassung grafischer und alphanumerischer Daten der zu bewirtschaftenden Objekte
2. Informations-Ebene Zusammenstellungen, Auswertungen und Analysen der erfaßten Daten
3. Dispositive Ebene Entscheidungsgrundlagen für erforderliche Maßnahmen durch reale Bestandsunterlagen
4. Operative Ebene Ausführung der getroffenen Entscheidungen

Näher betrachtet wird in der 1. Stufe, der

#### **Tool-Ebene**

die dv-mäßige Aufnahme

- der Gebäudegrundrisse
- der Ausbaugewerke
- der Artikel /Produkte
- der betriebstechn. Abläufe
- der Räume
- der Flächen nach DIN 277
- der Kosten nach DIN 276
- der Möblierung der Instandhaltungsdaten u.ä.

durchgeführt, so daß mit der 2. Stufe, der

#### **Informations-Ebene**

reale Bestandsunterlagen zur Verfügung stehen, wie z. B.

- aktuelle Grundrißpläne
- aktuelle Zeichnungsstände Ausbaugewerke
- aktuelle Artikelübersichten
- aktuelle Raumübersichten
- Übersichten Flächenarten
- Übersichten Kosten
- Übersichten Möblierung
- Übersichten Personalbelegung
- Übersichten Instandhaltungsmaßnahmen u.ä.

und entsprechende Auswertungen möglich sind.

Mit der 3. Stufe, der

### Dispositiven-Ebenen

können Entscheidungen über

- bauliche Änderungen
- Änderungen Ausbau
- Artikelauswertungen
- Artikelzuordnungen
- Änderungen betrieblicher Abläufe
- Raumnutzungsmöglichkeiten
- Raumänderungen
- Raumzuordnungen
- Flächenänderungen
- Flächenzuordnung
- Umzüge
- Personalbelegungsplanung
- Instandhaltungsplanung
- u.ä.

getroffen werden.

In der 4. Stufe, der

### Operativen-Ebene

werden getroffene Entscheidungen verwirklicht und kontrolliert, wie z. B.

- der bauliche Umbau
- Änderungen, Ergänzungen zum Ausbau
- Änderungen betrieblicher Abläufe
- Erweiterungen bestehender Anlagen Instandhaltungsarbeiten, wie  
Inspektion  
Wartung  
Instandsetzung
- allgemeine Service Leistungen, wie  
Reinigen  
Pflegen  
Personalgestellung  
Müllentsorgung
- Umzüge u.ä.

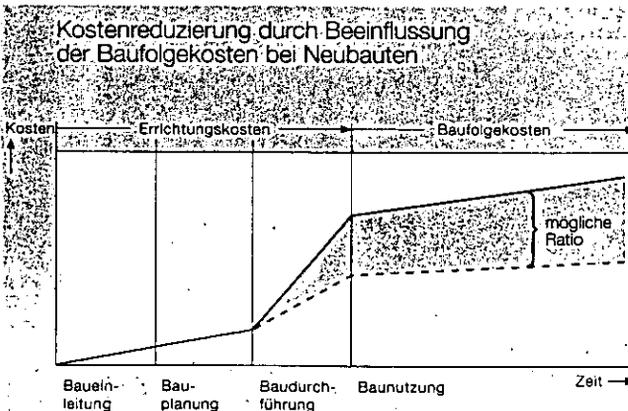


Abb. 7

## Kostenreduzierung durch Beeinflussung der Baufolgekosten bei bestehenden Gebäuden

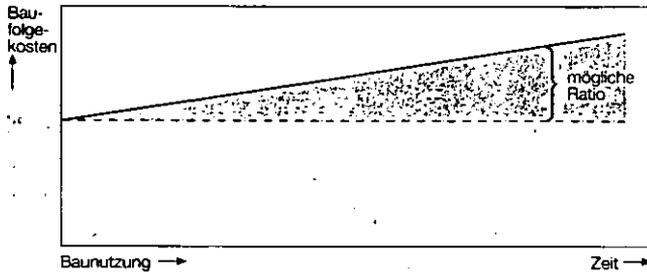


Abb. 8

Durch die dv-mäßige Aufnahme der Gebäudesubstanz, der Ausbaugewerke, den Auswertmöglichkeiten über Geometrie, Flächen, Raummerkmalen, Anzahl – sowie Zuordnung von Artikeln, ergeben sich für die verschiedenen Fachgebiete der am 'Gebäude-Prozeß' beteiligten Bereiche, eine Vielzahl von Auswertungsmöglichkeiten.

Zusätzlich können für Architekten und Bauabteilungen, Betriebsbüros und Instandhaltungsabteilungen, Einrichtungs und Umzugsabteilungen u.ä.

### **Kataloge**

über

Bauteile / Artikel,  
Ausschreibungstexte  
Planungswerte  
u.ä.

### **Objektbücher**

mit

Objektdatei  
Baubeschreibungen  
Raumbuch  
u.ä.

### **Betriebshandbücher**

mit

Inventarisierung  
Betriebskosten  
Instandhaltungskosten  
u.ä.

### **Organisationshandbuch**

mit

Terminüberwachung  
Unterlagenverwaltung  
Flächengliederungen  
Abteilungsbelegungen  
u.ä.

**Anbindung** an ein Dokumentations- und Archivierungssystem mit Zugriff auf gescannte Unterlagen erstellt werden, um nur einige Beispiele zu nennen.

---

# **MATERIALINFORMATIONSZENTRUM - GESELLSCHAFT FÜR LOGISTIK MBH**

## **Leistungsspektrum der Produktgruppe Wirtschaftslogistik Sozial- und Gesundheitswesen (WLG)**

**Dienstleistungen für Einrichtungen  
im Sozial- und Gesundheitswesen  
speziell für den**

- **Verwaltungsdienst**
- **Wirtschaftsdienst**
- **Technischen Dienst**

**Zur Vertretung Ihrer Interessen wirken langjährig  
und in leitender Position erfahrene**

- **Krankenhausbetriebswirte und Diplom-  
Ökonomen,**
- **Krankenhausingenieure für Gebäude-,  
Betriebs-, Entsorgungs- und Medizintechnik,**
- **Organisationsfachleute und**
- **EDV-Spezialisten**

## **Unser Leistungsangebot:**

### **Bedarfsanalyse und Zielplanung**

#### **Investitions- und Folgekostenberatung**

- Fachplanung Medizintechnik
- Fachplanung Küchen jeweils mit
  - Ausschreibung
  - Vergabevorschlag
  - Bauüberwachung
  - Investitionscontrolling
  - Inbetriebnahmeplanung

#### **Finanzberatung**

- Finanzierungsplanung
- Antragswesen und Verwendungsnachweise für
  - Festbetragsfinanzierungen
  - Anteilsfinanzierungen
  - Fehlbedarfsfinanzierungen
- Finanzcontrolling

#### **Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen und -prüfungen gem. BpflV mit Sollkonzeption und pflegesatzfähiger Übergangslösung mit Umsetzungsunterstützung bezüglich**

- Verwaltungsdienst
  - Controlling
  - Schreibdienste
  - Dokumentation
- Wirtschaftsdienst
  - Küchen
  - Wäschereien
- Technischer Dienst
  - Gebäudetechnik
  - Betriebstechnik
  - Medizintechnik

#### **Pflegesatzberatung**

- Leistungsermittlung
- Personalbedarfsermittlung
- Feststellung der notwendigen Sachkosten
- Ermittlung der Kostenausgliederungen (Ambulanz u. ä.)
- Erstellung des KLN gem. BpflV
- Unterstützung bei Pflegesatzverhandlungen und interner Budgetierung
- Unterstützung bei Schiedsstellenverfahren oder externer Pflegesatzprüfung

#### **Organisations- und EDV-Beratung mit Unterstützung bei der Einführung bezüglich**

- Controlling
- Schreibdienste
- Küche

#### **Krankenhaustechnische Dienstleistungen**

- Krankenhaustechnisches Informationszentrum (KTI)
- Umwelttechnisches Informationszentrum (UTI)

Ermöglicht wird die Vielzahl der Auswertungsmöglichkeiten durch die Verknüpfung von grafischen und alphanumerischen Daten über relationale Datenbanken. (Abb. 9)

Ergebnisbezogen werden alle möglichen Daten aus der Grafik abgeleitet – wie Maße, Flächen, Rauminhalte, Artikelstückzahlen, mit fehlenden Informationen aus Listen, Dateien aufgefüllt und in einem Raumblatt abgelegt, in dem alle raumspezifischen Informationen über Geometrie, Raumbeschreibung sowie Raumausstattungen ersichtlich sind.

Die so erzeugten Raumblätter ergeben über die Gesamtheit eines Objektes das Raum- buch – ein unverzichtbares Hilfsmittel für ein effektives Gebäude-Management.

Bei dem Einstieg in ein dv-gestütztes Gebäude-Management wird man, bei bestehen- den Gebäudesubstanzen, als Erstes mit der dv-mäßigen Erfassung der Gebäudezeich- nungen konfrontiert. Hier gilt es zielorientiert zwischen der Erfassung nach dem

- 3D-Modell
- 2D bzw. 2,5 D Modell

zu entscheiden. Sind bei der Erfassung baulich-architektonische Aspekte / Details mit zu erfassen und abzudecken, so ist die Aufnahme der Bestandszeichnungen mit dem 3D-Modell zu überlegen und nach eingehender Kosten-Nutzenanalyse ggf. sinnvoll. Anders erscheint jedoch die Erfassung der Bausubstanz unter Aspekten der reinen Betriebsführung, wo in den überwiegenden Fällen eine 2D bzw. 2,5D-Erfassung ausreicht und auch den kostengünstigeren Weg darstellt.

### Zusammenfassung grafischer und alphanumerischer Daten

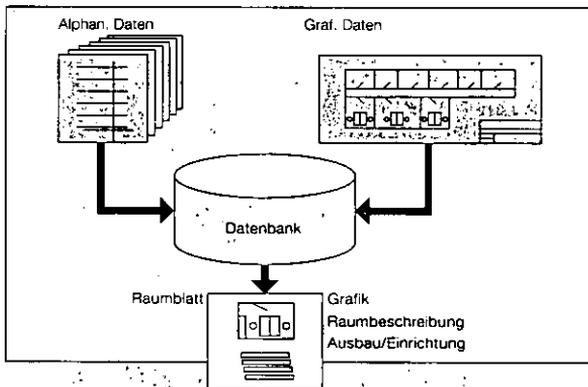


Abb. 9

Für die dv-mäßige Aufnahme von grafischen Bestandsunterlagen bieten sich folgende Methoden an:

1. nachkonstruieren
2. nachzeichnen
3. digitalisieren
4. scannen (mit Einschränkungen)

Auch hier müssen im Vorfeld die gesteckten Ziele bekannt sein, um das kostenoptimale Erfassungssystem zu finden.

Am genauesten wird die dv-mäßige Erfassung der Bestandszeichnungen mit dem "Nachkonstruieren". Längen- und Querverzüge alter Bestandszeichnungen – Standard alter Bestandsunterlagen – werden nicht übernommen, so daß als Ergebnis maßge- treue Unterlagen zur Verfügung stehen.

Schneller, jedoch auch maßlich ungenauer ist die Methode des 'Nachzeichnen', d.h. die zu erfassenden Zeichnungen werden gescannt und auf dem Bildschirm im Hintergrund dargestellt und nachgezeichnet. Trotz bestehender Korrekturmöglichkeiten ist die Längs- und Querverzugsbeeinflussung 'alter Zeichnungen' als begrenzt anzusehen und im Ergebnis nicht exakt.

Vergleichbar mit dem Nachzeichnen ist das Digitalisieren, hier wird mittels eines Digitalisieretaflets in Verbindung mit einem elektronischen Lesegerät die Papierzeichnung dv-mäßig erfaßt und auf den Bildschirm übertragen. Auch hier werden Maßungenauigkeiten durch Papierverzüge übernommen und sind nur bedingt korrigierbar.

Die Methode des 'Scannens' hat z. Z. nur begrenzte Einsatzmöglichkeiten im Gebäude-Management. Als Ergebnis der gescannten Unterlage entsteht eine PIXEL-Grafik, die dv-mäßig – ohne Nachbearbeitung (vektorisieren) – nicht verwertbar ist. Rechnet man den Aufwand des Scannens mit dem Aufwand der Nachbearbeitung zusammen, so ergeben sich – auch in Verbindung mit der Maßungenauigkeit der gescannten Unterlagen, die voll übernommen werden –, kaum noch Vorteile gegenüber den anderen Methoden.

Für die Dokumentation und Archivierung nicht bearbeitungsbedürftiger Unterlagen wie Vorschriften, Anweisungen, spez. Zeichnungen u. ä. besteht jedoch durch das Scannen ein weites Anwendungsgebiet.

Die Aufnahme der Ausbaugewerke, wie

- Heizung
- Lüftung
- Sanitär
- Elektro u. ä.

sowie der gebäudetechnischen Ausstattung, wie

- Möblierung
- Kommunikationsgeräte
- Datengeräte u. ä.

erfolgt mittels Symbolen, die in vielen Fällen in Symbolbibliotheken zur Verfügung stehen und Bestandteil entsprechender Software-Pakete sind. Die Erstellung neuer, auf den eigenen Bedarf zugeschnittener Symbole ist jederzeit möglich und problemlos.

Soll nun die Erfassung der Baubestandspläne, die Aufnahme der Ausbaugewerke bzw. der Ausstattung managementbezogen genutzt werden, so müssen die Symbole mit Kennungen versehen werden, um den Bezug zu den sich hinter den Symbolen befindenden Artikeln herzustellen. Die Artikelkennungen, die in Form einer Baumstruktur gegliedert aufgebaut sind, könnte am Beispiel eines Schreibtisches wie folgt aussehen:

R – M – T 101 wobei

R für Raumausstattung

M für Möblierung

T für Schreibtisch

101 für einen bestimmten Schreibtisch

steht.

Diese Kennung steht für einen speziellen Schreibtisch, dem eine Vielzahl von Informationen zugeordnet werden.

Das Ziel eines umfassenden Gebäude-Managements ist es, die Artikel möglichst so komplett zu beschreiben, daß auf Hilfsmittel wie Listen, Kataloge, Tabellen u.ä. später verzichtet werden kann.

Inhalte, wie

Stammdaten

Zuordnung von Artikelgliederungen

Fabrikate

Bestellnummern

Kurztexte

Lieferanten u. ä.

Langtext

Technische Artikelbeschreibungen u. ä.

Einheiten / Preise  
Konditionen  
Mengen  
Verpackungseinheiten  
Preiseinheiten  
Montagekosten u. ä.

Unterhalt  
Unterhaltskosten  
Angaben zur Inspektion  
und Wartung

Allgemeine/Technische Daten  
Artikel-spezifische Daten  
Artikel-spezifische Merkmale

sollten in jedem Fall berücksichtigt werden.

Wie in jedem Punkt von aufbauenden Tätigkeiten zum dv-gestützten Gebäude-Management ist die Eindringtiefe an den gesteckten Zielen zu spiegeln und Aufwand und Nutzen sind genau zu analysieren.

Über die erfaßten grafischen und alphanumerischen Daten kann nach unterschiedlichsten Kriterien ausgewertet, systematisch aufgelistet bzw. in aktuelle Grafiken zusammengestellt werden, so daß umfangreiche

Auswertungen  
Statistiken  
Analysen  
Soll-Ist-Wert Vergleiche  
Schwachstellen-Analysen  
u.ä.

über

Artikel  
Kosten  
Terminl. Abläufe  
Möblierung  
Personalbelegung  
Instandhaltungsmaß-  
nahmen u. ä.

möglich sind.

Durch die erreichte Transparenz werden Kosten einfacher kalkulierbar und die Analyse der aktuellen Daten führt schneller zu wirtschaftlichen und technisch praktikableren Lösungen.

Zusätzliche Transparenz wird durch die Anbindung von Dokumentations- und Archivierungssystemen möglich. Gescannte Unterlagen, wie z.B.

- DIN / VDE Vorschriften
- Herstellervorschriften
- Instandhaltungsvorschriften / Arbeitsanweisungen
- Aufbauzeichnungen
- u. ä.

werden über die Zuordnung zu Symbolen in der Zeichnung direkt angesprochen und angezeigt, so daß auf lästiges Suchen in Karteien und Archiven verzichtet werden kann.

Bezogen auf konkrete Arbeitsvorgänge oder Arbeitsaufträge, können somit Unterlagen über

- Räumlichkeiten (aus der Grafik) sowie
- Instandhaltungsanweisungen, Vorschriften
- Zeichnungen
- Technische Artikeldaten

unmittelbar als Entscheidungshilfe oder zur Arbeitsunterstützung genutzt werden.

Ob Umzug, Umbau, Erweiterung oder Instandhaltung – an Hand der jederzeit aktuellen Daten ist ein schnelleres Reagieren mit fundierteren Entscheidungen jederzeit möglich.

Das Gebäude-Management wird wirtschaftlicher durch die frühzeitigen Möglichkeiten des Agierens und nicht nur – wie bisher üblich – durch die Möglichkeiten des Reagierens.

Wirtschaftlich ist der Einsatz eines dv-gestützten Gebäude-Managements eher bei Betreibern von großen, komplexen Gebäudeeinheiten, als bei kleineren Objekten zu sehen. Rechnerisch läßt sich die Wirtschaftlichkeit dann nachweisen, wenn sich finanziell bewertbare Ansätze, wie z. B.

- schnellere Reaktionszeiten
- weniger Leerlaufzeiten
- besseres Controlling

finden lassen. Die nachstehende Grafik versucht sowohl die managementbezogenen Auswirkungen als auch die quantifizierbaren Vorteile beim Einsatz eines dv-gestützten Managements zu verdeutlichen. (Abb. 10)

## Auswirkungen, der gezeigten Verfahrensweise auf das Gebäude-Management

Gebäude-Management	Management bezogene Auswirkungen	Quantifizierbare Vorteile
<b>Stammdaten-aufnahme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeichnungen</li> <li>• Anlagendaten</li> <li>• Artikel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einmaliger Zeitaufwand bei der Erfassung von Stammdaten</li> <li>• schnellerer Zugriff auf Stammdaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitersparnis für Datenverwaltung</li> </ul>
<b>Stammdaten-auswertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeichnungen</li> <li>• Material</li> <li>• Übersichten usw.</li> <li>• Personalbelegung</li> <li>• Instandhaltungs Übersichten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung von Arbeitsgrundlagen für weitere Management-Tätigkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schnellere Entscheidung/Abwicklung durch Datenverfügbarkeit</li> </ul>
<b>Planung/Steuerung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpassung Strategie</li> <li>• Planung Budget/Personal/Material</li> <li>• Aufträge Erteilung/Überwachung</li> <li>• Steuerung Kapazitäten</li> <li>• Controlling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung von Arbeitsgrundlagen für weitere Management-Tätigkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Effizienz um 10-15% der geplanten Arbeiten</li> </ul>
<b>Auftragsausführung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schnellere Reaktionszeiten</li> <li>• weniger Leerlaufzeiten</li> <li>• besseres Controlling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Effizienz um 10-15% der geplanten Arbeiten</li> </ul>
<b>Auswertungen/Analysen/Berichte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistiken</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>• Lebensläufe techn.</li> <li>• Lebensläufe betr. wirtsch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfangreiches Datenvolumen führt zu techn. u. betriebswirtsch. Kostenauswertungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Kostentransparenz Schadens u. Schwachstellenanalyse Verringerung des Instandhaltungsvolumens um 5-10%</li> </ul>

Abb. 10

Neben den global quantifizierbaren Vorteilen, wie

- Zeitersparnis bei der Datenverwaltung
- Schnellere Entscheidungen durch Datenverfügbarkeit
- Schnellere Abwicklung durch Datenverfügbarkeit

ist bei der Auftragsausführung eine Erhöhung der Effizienz um 10-15% realistisch.

Werden Auswertungen, Analysen, Berichte zur Aussteuerung von Managementtätigkeiten mit herangezogen, so ist durch Kostentransparenz, Schadens- und Schwachstellenanalyse eine Verringerung der Instandhaltungskosten von weiteren 5-10% in Ansatz zu bringen.

Sicherlich gelten bei der Einführung eines dv-gestützten Gebäude-Managements folgende Aussagen

- der zu erbringende Aufwand rechnet sich erst von einer bestimmten Größenordnung an
- der Nutzen läuft der Investition um Monate nach
- das dv-gestützte Gebäude-Management ist keine Investition für einen schnellen Kapitalrückfluß, sondern muß eine unternehmerische Entscheidung sein.

In Verbindung mit einem umfassenden Dienstleistungsangebot, wie

- Beratungsleistungen für ein dv-gestütztes Gebäude-Management
- Datenerfassung grafischer und alphanumerischer Daten
- Pflege von Kundendaten
- Zur Verfügungstellung eines durchgängigen Softwarepaketes SIGEMA zur durchgängigen Nutzung von gebäudetechnischen Daten von der Zeichnung über die Administration zur Instandhaltung mit Anbindung zur Dokumentation und Archivierung
- Kundeneinarbeitung und Betreuung in eine durchgängige gebäudebezogene Betrachtungsweise mit dem Softwareprodukt SIGEMA
- Instandhaltungs-Beratung, Inspektions-, Wartungs-, und Instandsetzungstätigkeiten, 24h-Servicebereitschaft
- u.ä.

bietet die Siemens AG, der Bereich Anlagentechnik und hier der Geschäftszweig Gebäudetechnik ein durchgängiges Konzept für das Betreiben und Bewirtschaften größerer Liegenschaften.

Postfach 3240  
D-91050 Erlangen  
Tel. (09131) 7-2 14 73  
Fax (09131) 7-2 99 27

Siemens AG  
Bereich Anlagentechnik  
Gebäudetechnik  
ANL A313 Referat  
Gebäude-Management  
Klaus Schürdt

# Maschinenbau

# Energieflüsse im Krankenhaus - nicht nur Wirtschafts- sondern Ökobilanz

## Einführung

Auch auf Grund des Krankenhaus-Finanzierungs-Gesetzes sind die Krankenhäuser gehalten, ihren Betrieb wirtschaftlich zu gestalten. Darunter ist zu verstehen, daß nicht nur die Investitionskosten der technischen Einrichtungen und Geräte, sondern auch die Energiekosten in die Betrachtungen einbezogen werden müssen. Zur Beurteilung des berechneten oder meßtechnisch erfaßten Energieverbrauches sind u.a. Energiebilanzen sowie Energiekennwerte oder Vergleichswerte erforderlich. Erfahrungsgemäß ist eine Energieeinsparung auf Dauer nur bei ständiger Überwachung des Verbrauches zu verwirklichen. Deshalb müssen bereits in der Planungsphase die notwendigen Verbrauchserfassungseinrichtungen Berücksichtigung finden.

Die Energiebilanz verschiedener Heizsysteme zeigt Bild 1.

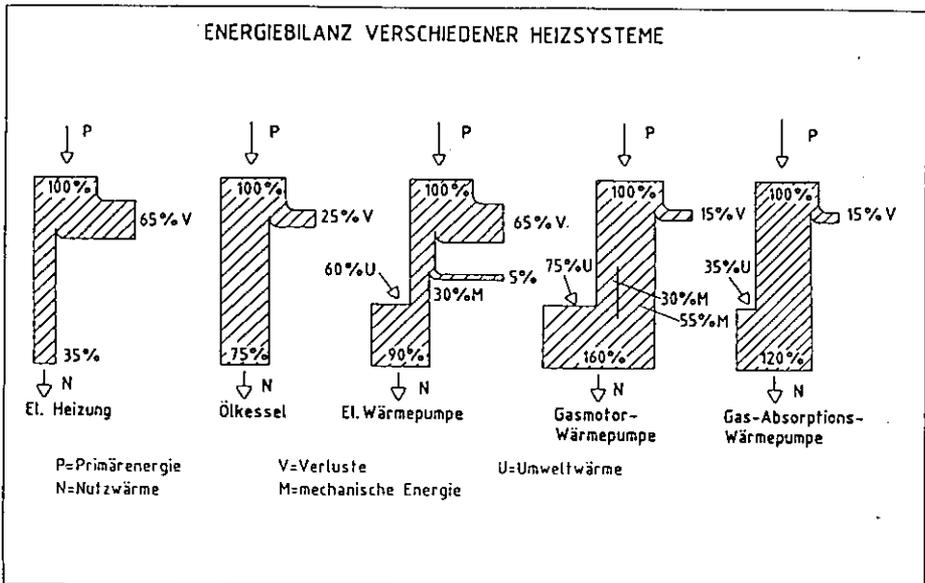


Bild 1  
Energiebilanz verschiedener Heizsysteme

Wie bei der Erzeugung von Wärme stehen auch bei der Erzeugung von elektrischer Energie verschiedene Systeme zur Verfügung. Bei einem Großkraftwerk beträgt die Nutzenergie ca. 32%, bei einem zentralen Heizkraftwerk ca. 75% und bei einer dezentralen Wärme-Kraft-Kopplung ca. 85%.

Neben den Energiefragen sind in einem Krankenhaus auch die weltweiten Bestrebungen zu beachten, die Emissionen von Schadstoffen wie SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, Staub wirkungsvoll zu begrenzen. Das bei der Energieerzeugung freigesetzte CO<sub>2</sub> trägt wesentlich zur Verstärkung des Treibhauseffektes bei. Die Wärmeabstrahlung der Erdoberfläche an die Umgebung wird dadurch verringert, wodurch eine Zunahme der mittleren Temperatur zu erwarten ist mit möglichen Folgen auf das menschliche Leben, wie beispielsweise Ernteausfall, Versteppung. In Bild 2 sind CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Energieträger

CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN DER VERSCHIEDENEN PRIMÄR-ENERGIETRÄGER

	unterer Heizwert	Kessel		Kraftwerk	
	CO <sub>2</sub> Produktion	Wirkungs-/ Nutzungsgrad	CO <sub>2</sub> Produktion	Wirkungs-/ Nutzungsgrad	CO <sub>2</sub> Produktion
	kg/kWh	-	kg/kWh	-	kg/kWh
Braunkohle	0,40			0,32	1,25
Steinkohle	0,33	0,75	0,44	0,35	0,94
Mix	0,20			0,34	0,22
Erdgas	0,19	0,8	0,24	0,38	0,50
Erdgas Kombi				0,46	0,41
Erdöl	0,29				
Heizöl EL	0,27	0,8	0,34	0,33	0,82
Heizöl S	0,28	0,8	0,35	0,33	0,85

Quelle: Stehle, Grundlagen der BHKW-Technik, WT 9/92

Bild 2  
CO<sub>2</sub>-Emissionen der verschiedenen Primär-Energieträger

und in Bild 3 technische CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale in der BRD bis zum Jahre 2005 dargestellt.

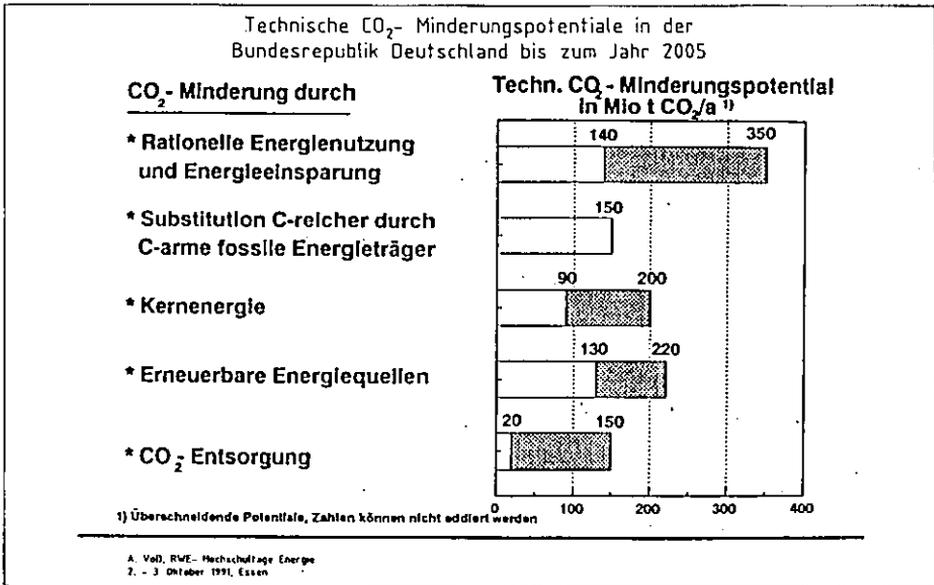


Bild 3  
Technische CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale in der BRD bis zum Jahre 2005

### Betrachtung von Neubauten und Erweiterungen

Krankenhäuser gehören zu den Gebäuden mit hochwertigen technischen Einrichtungen. Bei derartigen Neubauten und Erweiterungen werden häufig Realisierungswettbewerbe durchgeführt. Erfreulicherweise ist festzustellen, daß in der Auslobung in jüngster Zeit die frühzeitige Einbindung von Fachingenieuren für Technische Ausrüstung und Tragwerksplanung verwirklicht wurde. Durch die Beteiligung von Fachingenieuren unter Federführung des Architekten soll bereits bei Beginn der Vorplanung festgestellt werden, ob dadurch die Zielvorstellung einer kostensparenden und terminbewußten Gebäudeplanung einschließlich der Technischen Ausrüstung optimiert werden kann. Gleichzeitig ist damit beabsichtigt, die Entscheidungssicherheit bei der Wettbewerbspremierung zu erhöhen. Das Ergebnis eines derartigen Wettbewerbes ist beispielsweise aus Bild 4 bzw. Bild 5 ersichtlich, das die Herstellkosten Gebäudetechnik bzw. die Jahres-Betriebskosten Gebäudetechnik enthält. A und B sind Wettbewerbsteilnehmer und LI ist der Ersteller der Auslobung.

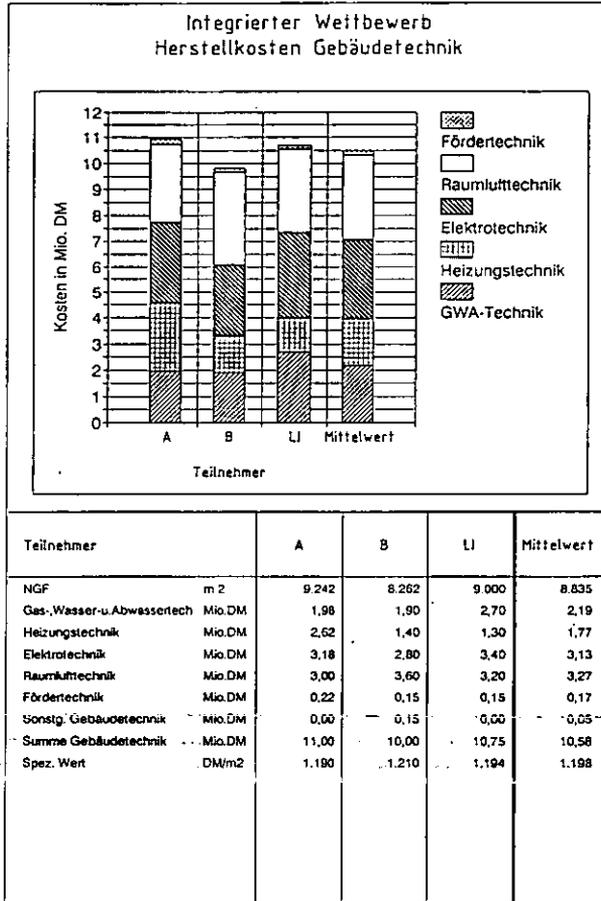


Bild 4

Integrierter Wettbewerb - Herstellkosten Gebäudetechnik

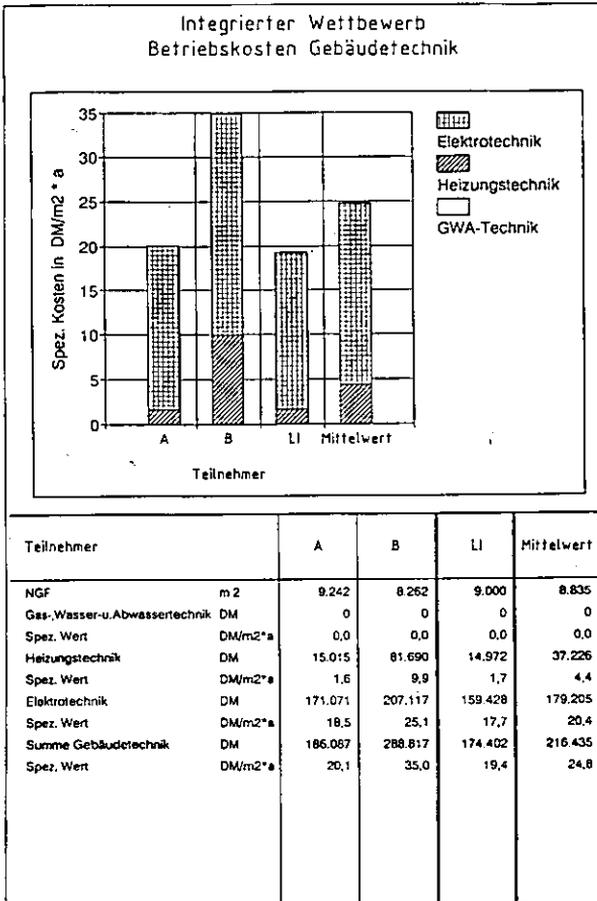


Bild 5  
Integrierter Wettbewerb - Betriebskosten Gebäudetechnik

Allgemein kann gesagt werden, daß das Ergebnis die Durchführung eines derartigen integrierten Wettbewerbes rechtfertigt. Bei dem dargestellten Wettbewerb handelt es sich um den Neubau eines Institutsgebäudes einer Technischen Hochschule mit Reinen Räumen und hochwertigen Laboren. Integrierte Wettbewerbe sind ebenfalls für Krankenhäuser geplant.

Hilfreich für die Durchführung integrierter Wettbewerbe könnte ein integriertes Computermodell zur Umwelt- und Kostenanalyse von Energie- und Verkehrssystemen sein, das jetzt vorliegt und im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt-, Energie- und Bundesangelegenheiten entwickelt wurde. Dieses Programm wird zur Zeit in unserem Büro erprobt, und es ist angestrebt, erste Ergebnisse anlässlich der TK 93 Hannover vorzutragen.

Wichtig bei der Ausführung einer geplanten Maßnahme ist natürlich, daß die festgestellten und genehmigten Kosten nicht überschritten werden und der optimierte Energieverbrauch eingehalten wird. Nachweislich stellt das Technische Controlling für das Projekt-Management ein wirkungsvolles Instrument dar, um für eine Baumaßnahme im Hinblick auf Kosten und Termine die notwendige Projekt-Sicherheit zu erreichen. Wichtig ist, daß sich der Controller als Partner des jeweiligen Gewerke-Planers sieht, dessen technische Denkweise ihm auf Grund seiner eigenen fachspezifischen Ausbildung geläufig ist.

### **Betrachtung von Altbauten**

In Deutschland werden zur Zeit ca. 3.500 Krankenhäuser mit 837.000 Betten unterhalten, davon in den westlichen Bundesländern ca. 3.080 und in den östlichen Bundesländern ca. 420. Die jährlichen Energiekosten aller Häuser summieren sich auf ca. 3-4 Milliarden DM. Sie erreichen in der Regel 2-3% der Gesamtausgaben, können aber bis zu 10% ansteigen, wenn der Energieverbrauch nicht regelmäßig überwacht und gesteuert wird. Bei Krankenhäusern ohne straffes Energiemanagement liegt der Bereich der möglichen Einsparung zwischen 25 und 50%.

Um Energie in einem Gebäude einsparen zu können, ist eine energetische Bewertung des Baukörpers und der technischen Einrichtungen unumgänglich. Sinnvoll erscheint es, Energiesparmaßnahmen in 4 Stufen zu untergliedern.

- Überprüfung der Verträge für die eingesetzten Energieträger (Strom, Gas)
- ordnungsgemäßer Anlagenbetrieb (Wartung und Instandhaltung)
- ständige Anlagenüberwachung einschließlich des Energieverbrauches, ggf. mit einer zentralen Leittechnik.

Nachdem diese Punkte ausgeschöpft sind, sollten erforderliche und zweckmäßige Investitionen für bauliche und technische Veränderungen im Hinblick auf einzelne größtmögliche Energieeinsparungen geplant und getätigt werden.

Um zu aussagekräftigen Ergebnissen zu gelangen, bzw. um Fehlinvestitionen zu vermeiden, ist es auch empfehlenswert, Messungen durchzuführen und die Ergebnisse mit Zielvorgaben zu vergleichen. Wirtschaftliche Berechnungen sind ebenso erforderlich wie die Berücksichtigung zukünftiger Erweiterungen und Neubauten. Sinnvoll ist es auch, zwischen Energieeinsparungen ohne, mit geringen und mit höheren Investitionskosten zu unterscheiden.

**Wärmeleistungen einer Klinik in Thüringen**

Gebäude	Bestand	Energieoptimiert	
		Zentral	Dezentral
1. Hauptgebäude Nordflügel	540 kW	300 kW	320 kW
2. Hauptgebäude Südflügel	350 kW	325 kW	340 kW
3. Hauptgebäude Mitteltrakt	120 kW	100 kW	115 kW
4. Küchenrakt (Heizung u. WW)	140 kW	95 kW	115 kW
4a. Küchenrakt (Technologie u. Lüftung)	360 kW	300 kW	320 kW
5. Turnhalle	60 kW	35 kW	40 kW
6. Wohnungen (im Bereich des Amishauses)	70 kW	40 kW	50 kW
7. Amishaus incl. Kesselhaus	180 kW	110 kW	145 kW
8. Altenpflegeheim (Haus 2)	180 kW	100 kW	135 kW
9. Leichtbauhalle	100 kW	--	--
10. Ehemaliges Kino	80 kW	75 kW	80 kW
11. Bewegungsbad	600 kW	500 kW	600 kW
12. Technik-Neubau	--	80 kW	85 kW
<b>Gesamtsumme:</b>	<b>2,78 MW</b>	<b>2,06 MW</b>	<b>2,35 MW</b>

**Bild 6**  
Wärmeleistungen einer Klinik in Thüringen

**Jahreskosten zentrale-/dezentrale Versorgung einer Klinik in Thüringen**

Kostengruppen und Kostentypen	zentrale Versorgung	dezentrale Versorgung
Kapitalkosten	3 Mio.	3,21 Mio.
Jahreskosten kapitalgebunden	304.526,00	333.219,00
Verbrauchsgebundene Kosten	199.342,00	229.533,00
Betriebsgebundene Kosten	43.550,00	59.550,00
<b>Jahresgesamtkosten</b>	<b>547.418,00</b>	<b>622.302,00</b>

**Bild 7**  
Zentrale-/dezentrale Jahreskosten Versorgung einer Klinik

Ein praktisches Beispiel zeigt, daß bei kritischer Betrachtung der Energiesituation eines Krankenhauses durch Optimierungsmöglichkeiten eine wesentliche Energieeinsparung und damit eine wesentliche Umweltentlastung ermöglicht werden kann. In Bild 6 sind die Wärmeleistungen in einer Übersicht und in Bild 7 der Vergleich der Jahreskosten bei zentraler bzw. dezentraler Versorgung dargestellt.

Die Möglichkeit, die Versorgung des Krankenhauses mittels eines Blockheizkraftwerkes vorzunehmen wurde verworfen, da keine ausreichenden Stromabnehmer zur Verfügung standen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit [1] wurde der Ersatz von Elektro-Dampferzeugern und elektrisch betriebener Wärmeverbraucher durch zentrale oder dezentrale mit gas- oder heizölbefeuerte Dampferzeuger behandelt. Das Ergebnis zeigt, daß Erdgas zur Zeit zu den günstigsten Energieträgern für derartige Maßnahmen gehört und im Vergleich zu Strom und Heizöl unangefochten im Preis und der positiven Umwelteigenschaften ist.

### **Schlußbetrachtung**

Die Ausführungen sollten zeigen, daß bei kritischer Betrachtung der Energiesituation eines Krankenhauses durch Optimierungsmöglichkeiten wesentliche Energieeinsparungen und damit auch wesentliche Umweltentlastungen verwirklicht werden können. Diese Möglichkeiten werden unverständlicherweise viel zu wenig genutzt, eine Aussage, die nicht nur für Krankenhaus-Altbauten, sondern vielfach auch für Neubauten zutrifft.

### **Schrifttum**

- [1] Diplomarbeit Fachhochschule Gießen (November 1992)  
"Ersatz von Elektro-Dampferzeugern und elektrisch betriebener Wärmeverbraucher durch zentrale oder dezentrale gas- oder heizölbefeuerte Dampferzeuger".  
Verfasser: H.-P. Hardt  
Referent: Prof. Dipl.-Ing. L. Heyne  
Korreferent: Prof. Dr.-Ing. K. Steffen

### **Anschrift des Verfassers**

Prof. Dr.-Ing. K. Steffen  
Ingenieurbüro Dr.-Ing. Steffen GmbH  
Goethestr. 52  
D-35447 Reiskirchen

## Fernwärmeversorgung von Krankenhäusern und anderen Großbauten

von H. E. Brachetti, Hannover

### Aufgabenstellung

Wenn heute über das Thema Fernwärme zu berichten ist, geht es um den wirtschaftlichen Betrieb vorhandener, oft schon länger fernwärmeversorgter Objekte. Die Darlegungen bieten aber auch Anregungen für Neubauten.

Die Begründung liegt in der Notwendigkeit, den Kostenaufwand des Fernwärmebetriebes unter Beachtung aller Randbedingungen, krankenhausintern und lieferseitig, zu beschränken.

Ursache ist einerseits die Progression aller Kosten und Preise, auch der Fernwärmepreise, abgesehen von Degressionen wie zur Zeit der Dumping-Ölpreise, andererseits die eventuelle Überversorgung mit Fernwärmeleistung, lieferseitig oder innerhalb eines Komplexes mit zahlreichen Gebäuden, etwa aufgrund von Verteilungs- oder Vorrangproblemen.

Erschwerend wirkt bei solchen Wärmeversorgungsaufgaben, daß die bestellte und zu bezahlende Wärmehöchstlast, um die es vielfältig geht, in unseren Breiten selten auftritt und somit nicht hinreichend bekannt ist, oft auch nicht in ihrer Zusammensetzung.

### Fernwärmekosten

Die Entwicklung der Fernwärmepreise mit dem Auf und Ab in Relation vornehmlich zu den Ölpreisen zeigt Bild 1 /1/. Hier ist in dem dargestellten Zeitraum eine Steigerung von 3,18 %/a festzustellen. Demgegenüber hat sich das Bruttosozialprodukt in der gleichen Zeit etwa um 2,49 %/a /2/ erhöht. Relativ ist der Anteil der Dienstleistung Fernwärme kostenmäßig stärker gestiegen. Schon insoweit ist der Fernwärmebetrieb rationalisierungsbedürftig.

Im Folgenden sollen Mittel und Wege aufgezeigt werden, unter welchen Umständen bei den Kosten des Fernwärmebezuges gespart werden kann. In erster Linie soll es um betriebliche Maßnahmen gehen, um Eingriffe in den Liefer- und Verteilvorgang.

An folgende Maßnahmen wird gedacht:

- Senken der Wärmespitze unter Ausnutzung von Nachtlast und Gebäude-Speichervermögen,
- Senken der Heizwassermenge durch vergrößerte Temperaturspreizung, d.h. abgesenkte Rücklauftemperatur, unter Ausnutzung der Reserven bei den Wärmeübertragungsflächen.

Eine niedrigere Wärmespitze gestattet ebenso wie eine geringere Heizwassermenge, den Fernwärme-Leistungspreis zu ermäßigen. Gleichzeitig verringern sich gebäudeintern und lieferseitig Pumpaufwand und Wärmeverluste.

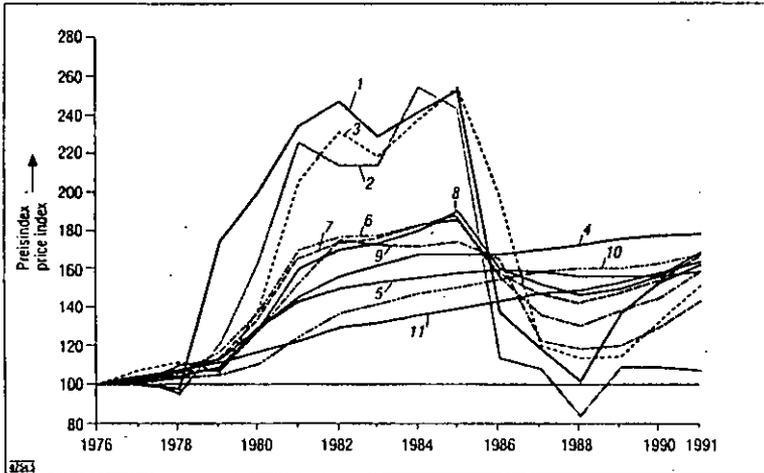


Bild 1 Preisanstieg bei den Brennstoffen und bei den Investitionsgütern  
1976 = 100

- 1 leichtes Heizöl
- 2 schweres Heizöl
- 3 Erdgas (Industrie)
- 4 Steinkohle
- 5 Zechenbrechkohle
- 6 Fernwärme aus HW
- 7 Fernwärme (Mittelwert HKW und HW)
- 8 Fernwärme aus HKW
- 9 Erdgas (Haushalt)
- 10 Strompreise
- 11 Investitionsgüter

### Energiewirtschaftliche Auswertungen

Eingriffe in das Betriebsgeschehen der Wärmeversorgung können nur erfolgreich sein, wenn die tatsächlichen Betriebsverhältnisse und alle Zusatzbedingungen genau bekannt sind. Dazu muß ein zentrales Leitsystem die energietechnischen Daten jederzeit ausweisen und mit entsprechender Software die bestehenden Betriebsfälle überprüfen, um ggf. kostengünstigere ermitteln zu können.

Von der Einspeisung und von jedem Gebäude, das über die eigene Übergabestation versorgt wird, müssen die aktuellen Betriebscharakteristiken bekannt sein, d.h. Tages-, Wochen- und Jahresganglinien des Wärmeverbrauchs der Raumheizanlagen, der Lüftungs- und Klimaanlage und der Warmwasserbereitungsanlagen, um die wichtigsten zu nennen. Aufgezeichnet werden müssen mindestens

- die Wärmeleistung, damit auch die Wärmehöchstlast,
- die aktuelle und die aufgelaufene Wärmeabnahme, damit zu geeigneter Zeit auch die Benutzungsdauer der Wärmehöchstlast,
- die Heizwassermenge, damit auch die Temperaturspreizung und
- die Vorlauf- und die Rücklauftemperatur.

Zweckmäßig werden diese mit "intelligenten" Wärmemengenzählern erfaßt, die ihre Daten auf den zentralen Rechner liefern. Da sich die Wärmehöchstlast der einzelnen Gebäude aus den Anforderungen der verschiedenen Wärmeverbrauchskategorien zusammensetzt, wäre es am besten, nicht nur die Gebäudeeinspeisung sondern auch die Anteile der Verbrauchskategorien getrennt zu erfassen. Es wird aber oftmals erforderlich sein, sich aus Kostengründen in verschiedener Hinsicht zu beschränken, z.B. auf sich besonders schwierig verhaltende Anlagen und solche mit eigenwilligen Charakteristiken.

Im ersten Schritt sind Erkundungen über den gesamten Betriebsablauf einzuholen, um die gravierenden Schwachstellen zu finden. Ohne Wärmemengenzähler kommt man allerdings auch da nicht aus, Bild 2.

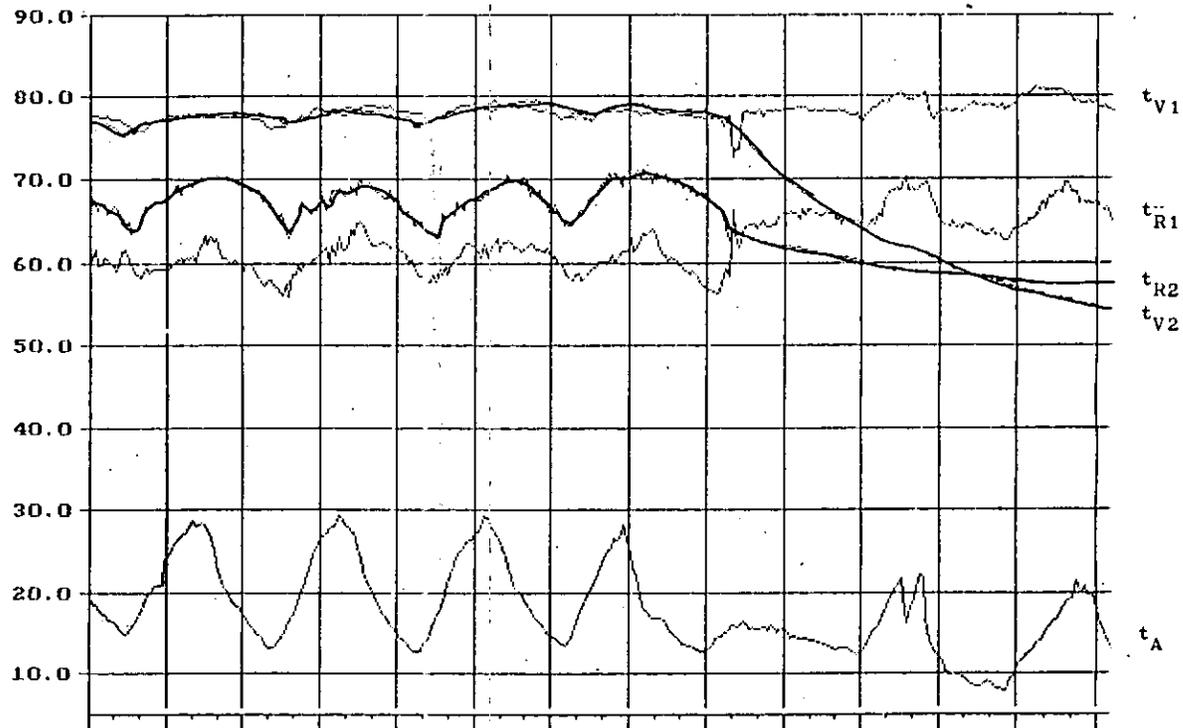
### Senken der Fernwärme-Bezugsleistung

Es wird von dem häufigen Fall ausgegangen, daß das Krankenhaus aus einer Anzahl haustechnisch selbständiger Gebäude besteht, die von einer Einspeisung aus über ein internes Fernwärmenetz die gleiche Fernwärmequalität erhalten und über die Hauszentrale an die Verbrauchsanlagen weiterverteilen.

Die arithmetische Addition der installierten Verbraucherleistung eines Gebäudes wird als bekannt vorausgesetzt. Die Addition der Verbrauchsleistung am kältesten Tag, die Wärmehöchstlast, wird mit Hilfe des Wärmemengenzählers im Gebäudezulauf festgestellt, meist ein Bruchteil der installierten Leistung.

Damit ist aber noch nicht bekannt, wie sich die in Anspruch genommene Leistung aus den Versorgungskategorien, meistens Raumheizung, Lüftung, Klima und Warmwasser, von Stunde zu Stunde und von Tag zu Tag zusammensetzt. Werden alle Kategorien getrennt gemessen, können die Untersuchungen, ob und ggf. wie weit sich die Wär-

Bild 2. Einspeisung der Fernwärme



Zeit 00:00 12:30 14:00 15:30 16:00 18:00 19:30 08:00  
Datum 10.05 10.05 11.05 11.05 12.05 12.05 13.05 13.05 14.05 14.05 15.05 15.05 16.05

mehöchstlast mindern läßt, beginnen. Bei der Raumheizung, die am kältesten Tag mit oder ohne Nachtabsenkung durchläuft, kann

- durch zeitliches Versetzen der Aufheizung in den Gebäudeteilen,
- unter Einstellen einer dazu passenden Nachtabsenkung und
- unter Beachtung des Gebäude-Speichervermögens

der geringstmögliche Betrag der Höchstlast aufgefunden werden. Die praktische Durchführung muß iterativ geschehen und sollte zu Zeiten außerhalb der Wärmespitze mehrfach erprobt werden, um sicherzustellen, daß sich der größtmögliche Erfolg am kältesten Tag tatsächlich einstellt.

Zweifellos darf es nirgends zur Unterversorgung kommen. Wenn sich die bisherige Wärmespitze auf diese Weise ermäßigen läßt, muß die nötige Beheizung, entsprechend dem Speichervermögen, vor und nach der Spitze durch Mehrbeheizung sichergestellt werden. Die Maßnahme dient in der Regel nicht der Energieeinsparung, sondern ist eine kostendämpfende Maßnahme zur Ersparnis von Leistungspreisteilen der Fernwärmelieferung.

Die Maßnahme ist umso weniger erfolgreich, je länger die Wärmespitze andauert, ein Zeichen dafür, daß der Minimalbetrag schon weitgehend erreicht worden ist /3/.

Eine Rolle spielt weiterhin, ob die Außentemperatur im Zeitraum der Wärmespitze nahezu konstant ist. Verändert sie sich stärker, ist es schwieriger, die Höchstlast zu finden.

Eine vergrößerte Temperaturspreizung, dank Heizflächenreserven, führt zu einer geringeren Heizwassermenge und zu geringerem Pumpaufwand. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß Heizkörper, aber auch andere Wärmübertrager, überdimensioniert /4/ sind. Infolge so ermäßigter Rücklauftemperaturen, verringern sich auch die Wärmeverluste, gebäudeintern und im Fernwärmenetz. Wird die vereinbarte Spreizung zur Zeit der Wärmehöchstlast in Anspruch genommen, ermäßigt sich durch eine geringere Heizwassermenge die Bezugsfernwärmeleistung. Der Fernwärmelieferant ist an solchen Maßnahmen zur besseren Ausnutzung seines Netzes ebenso interessiert wie das Krankenhaus.

Vorsorglich wird davon ausgegangen, daß die Minderung der Wärmehöchstlast bei Raumheizanlagen etwa bis zu 5 % ausmachen kann.

Bei Lüftungs- und Klimaanlage richtet sich der Betrieb meistens nach einem Fahrplan. Die ein ähnlicher Weise erzielbare Minderung der Wärmehöchstlast wird hier auf bis zu 2,5 % geschätzt.

Die Warmwasserbereitung braucht umso weniger in die Wärmehöchstlast einzugehen, je mehr an Speicherinhalt für die Maßnahme zur Disposition steht. Die Aufheizung kann oft in die Nachtstunden verlegt werden. Soweit das nicht oder nur teilweise möglich ist, kann die zur Aufheizung in Anspruch genommene Leistung geringer gehalten, damit zwar die Aufheizzeit verlängert, die Wärmehöchstlast aber erniedrigt werden. Unter solchen Gegebenheiten erscheint eine Minderung der Wärmespitze der Warmwasserbereitung um bis zu 10 % denkbar. An Vorrangschaltung ist noch nicht gedacht.

Liegen getrennte Messungen nicht vor, wie vielfach der Fall, müssen die Anteile bei Raumheiz-, Lüftungs- und Klimaanlage mittels der bekannten theoretischen und empirischen Hilfen abgeschätzt und dann in den Minderungsverfahren eingebracht werden. Bei der Warmwasserbereitung können einfache Lade- und Auslaufversuche angesetzt werden.

Aus den Höchstlasten der einzelnen Gebäude setzt sich die Vertrags-Wärmehöchstlast des Fernwärmebezuges zusammen. Ehe über eine einzelne Gebäudemaßnahme entschieden wird, ist ihre Auswirkung auf die zusammengesetzte Wärmehöchstlast des Krankenhauses unter Einbeziehung der Wärmeverluste festzustellen.

Der Ertrag einer jeden der aufgeführten Maßnahmen ist am erforderlichen Aufwand zu spiegeln. Dies gilt vor allem dann, wenn zunächst größere Kosten für die Bereitstellung von Meßgeräten usw. aufgewendet werden müssten. Eine vorausgehende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist unumgänglich.

Zweifellos sind Überlegungen der geschilderten Art nicht neu. Sie müssen aber heute, zumal bei Großbauten, systematisch und mit den zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln durchgeführt werden, um die Betriebsführung jederzeit in den Stand zu versetzen, im einzelnen Rechenschaft über Höhe und Notwendigkeit der Wärmekosten ablegen zu können.

#### Literatur

- /1/ AGFW: Fernwärmepreisvergleich 1991, Fernwärme International 1991, insbes. S. 380.
- /2/ Eduard-Postel-Institut: Deutschlandmodell 2, Hannover 1990, insbes. S. 63.
- /3/ Brachetti: Technisch-wirtschaftliche und bauphysikalisch-konstruktive Probleme bei der Planung von Fernwärmenetzen, Frankfurt 1973,
- /4/ F. Schmitt, H.J. Dausch: Optimierung von Hausanlagen, Zusammenspiel Kundenanlage und Netz, Fernwärme, Heizkraftwirtschaft 1992, S. 141/152.

Prof. Dr.-Ing. habil. H.E. Brachetti,  
Universität Hannover,  
privat: Raarangerweg 3, 31832 Springe 2

# Autarke Energieversorgung mit BHKW-Technik

Gerd Hutschenreuter, Hannover

## Inhalt

1. Einleitung und Begriffserläuterung
2. Voraussetzungen für einen BHKW- Einsatz in Krankenhäusern
3. Strom- oder wärmeorientierte Betriebsweise, bzw. Strom- oder Wärmevorrang
4. Die autarke Energieversorgung u.a. mit einem BHKW
5. Finanzielle Aspekte der autarken Energieversorgung des Krankenhauses
6. BHKW-Förderung/Finanzierung + Betreibermodelle und rechtl. Vereinbarungen bzgl. der Energielieferung
7. Betrachtung der Rückspeisesituation ins EVU-Netz, bzw. Verkauf an Dritte
8. Schlußbetrachtung

## 1. Einleitung und Begriffserläuterung

Die genaue Definition des Begriffes 'Autark' gemäß dem Fremdwörterbuch lautet:

*autark* (gr.): wirtschaftlich unabhängig,  
sich selbst versorgend,  
auf niemanden angewiesen.

Daraus ergeben sich nachfolgende Überlegungen:

Eine 'wirtschaftliche Unabhängigkeit' besteht aus Sicht des Autors erst dann, wenn verschiedene Möglichkeiten zum Erreichen des wirtschaftlichen Zieles vorhanden sind. Die Erläuterungen 'sich selbst versorgen' bzw. 'auf niemanden angewiesen' entfallen hier, da den wenigsten Krankenhäusern (im folgenden abgekürzt als KH) auf Ihrem meist sowieso zu kleinen Gelände keine Erdöl- oder Erdgasvorkommen mit dazugehörigen Förderanlagen und Raffinerien zur Verfügung stehen! Der Aspekt der möglichen 'wirtschaftlichen Unabhängigkeit' bezieht sich hier bei einem geringen Teil der KH auf *Wärme- und Kraftversorgung* (z.B. Therm.Energiezufuhr=Fernwärme, Elektr.Energiezufuhr=Strom), beim überwiegenden Teil der KH jedoch *nur* auf die *Kraftversorgung*.

D.h., eine wirtschaftliche Unabhängigkeit besteht eigentlich nie. Warum?

Im Falle einer BHKW-Erstellung, in Verbindung mit einer Spitzenlast- und u.U.Dampfkesselanlage, ist der Begriff 'autarke Energieversorgung' relativ zu sehen, da die meisten der heutigen BHKW-Anlagen mit Erdgas betrieben werden. Das KH ist dann komplett vom Energieträger Erdgas, somit also weiterhin vom EVU abhängig! Dies gilt jedoch nur begrenzt, da zum einen BHKW mit Diesel-Gasmotoren betrieben und zum anderen die Spitzenlastkesselanlage auch mit Öl- bzw. Zweistoffbrennern ausgerüstet werden könnten. Desweiteren besteht noch die Möglichkeit, ein Erdgas-BHKW ersatz- bzw. zeitweise mit einem entsprechenden Flüssiggas-Luft-Gemisch zu betreiben. Das hat zudem den Vorteil, daß dadurch ein zweites Standbein für das KH entstünde.

*Es bleibt demnach festzuhalten, daß sich eine autarke Energieversorgung des KH vorrangig auf die Kraftversorgung bezieht.*

## 2. Voraussetzungen für einen BHKW-Einsatz in Krankenhäusern

Es hat sich gezeigt, daß beim Betrieb eines BHKW 'nur' für das KH selbst, die Wirtschaftlichkeitsschwelle bei einer Bettenzahl von ca. 200 Betten liegt[1],[2]. Bei KH mit weniger als 200 Betten, die im nahen Verbund mit anderen Einrichtungen stehen ( z.B. Schulen, Schwimmbäder, größere Wohnkomplexe), ist sicher auch ein sinnvoller und

wirtschaftlicher BHKW-Einsatz möglich, da die dortige Energieversorgung mit übernommen werden kann. Die Anzahl der Krankenhäuser bewegt sich z.Z. bei ca. 3500-3600, wobei rund 40 % dieser Häuser mehr als 200 Belegbetten ausweisen. Die Frage bleibt bei den restlichen ca. 60 % der KH, ob überhaupt ein BHKW-Betrieb möglich sein könnte, insbesondere, falls o.g. Abnehmer nicht zur Verfügung stehen?

Aufgrund der inzwischen auf dem Markt erhältlichen relativ kleinen BHKW-Motoren (minimal ca. 12 kWh<sub>el</sub>) ist diese Frage zu bejahen, wobei dem Autor bislang derartige Berechnungen und Ausführungen noch nicht bekannt sind.

Die Voraussetzungen zum Einsatz eines BHKW sind bei Krankenhäusern, aufgrund der im folgenden beschriebenen speziellen Situation, bekanntermaßen günstig.

- a) Winter - Wärmebedarf für stat.Heizung, RLT-Anlagen, Warmwasserbereitung, u.U. Küche  
- Strombedarf (relativ kontinuierlich)
- b) Sommer - Wärmebedarf für Warmwasserbereitung, u.U. Küche, u.U. RLT-Anlagen  
- Strombedarf (relativ kontinuierlich)

Bei den weiteren Betrachtungen (speziell bzgl. der Jahresganglinien) wird zur Vereinfachung ein Krankenhaus mittlerer Größe mit ca. 500 Betten und durchschnittlichen Verbrauchsdaten zugrunde gelegt[2]. Die Verbrauchswerte liegen bei diesem KH wie folgt:

Elektrische Jahresarbeit	~ 6.500 kWh/(a * Bett)
Thermische Jahresarbeit	~ 20.000 kWh/(a * Bett).

Die durchschnittlichen Verbrauchswerte für alle KH [3],[4] sind in guter Näherung in folgendem Bereich zu finden:

Elektrische Jahresarbeit	~6.500...7.000 kWh/(a * Bett)
Thermische Jahresarbeit	~25.000...28.000kWh/(a * Bett)

Zu beachten ist, daß die thermische Jahresarbeit hier jeweils auch die Betriebsenergien (z.B. Dampf) enthält. Der notwendige Energiebedarf zur Kühlung läßt sich nicht pauschalisieren, da diese vorrangig mit der Anzahl der Räume bzw. der Nutzfläche der Raumklasse 1 [5] zusammenhängt.

### 3. 'Strom- bzw. wärmeorientierte Betriebsweise' / Strom- bzw. Wärmevorrang

Die Formulierung 'Strom- bzw. wärmeorientierte Betriebsweise' ist als eine Ableitung der Formulierung 'Strom- bzw. Wärmevorrang' zu sehen. Inhaltlich ist eine Betriebsweise des BHKW gemeint, die sich an der jeweiligen Jahresganglinie orientiert, d.h. die entsprechende Jahresganglinie sollte möglichst gut durch die Module 'ausgefahren' werden (siehe Bild 1 + 2, die Darstellung entspricht einer stromorientierten Betriebsweise).

Wie in den folgenden Bildern zu erkennen ist, erreicht man bei stromorientiertem Betrieb lediglich eine thermische Grundlastdeckung (Vergleich Kap.4).

Private Betreiber von BHKW-Anlagen sind meist noch gezwungen, die obige Betriebsweise zu wählen, da der Betrieb sonst, aufgrund der heute immer noch zu geringen Rückvergütungen für Strom, unwirtschaftlich wäre. An dieser Stelle bliebe leider nur die Erkenntnis, daß eine autarke Energieversorgung für KH nicht möglich erscheint!

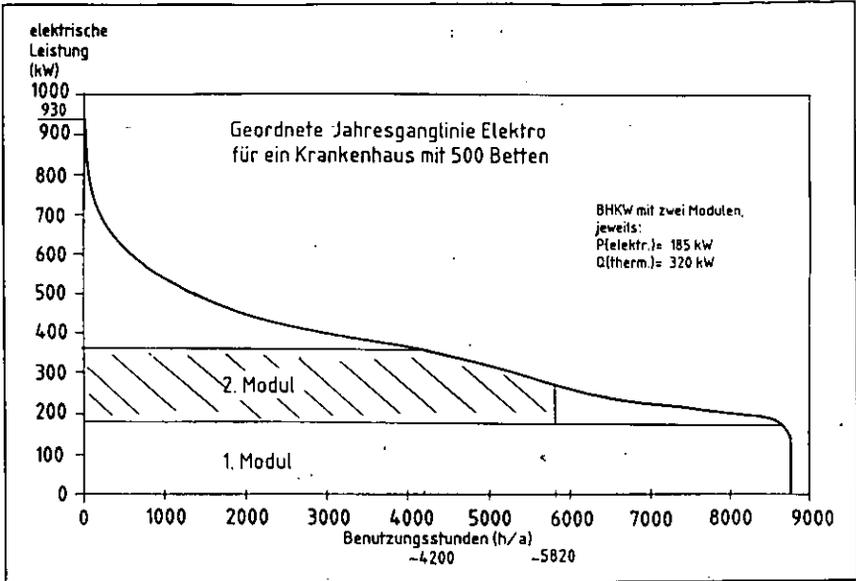


Bild 1 Darstellung des Einsatzes eines BHKW für ein Krankenhaus mit ~ 500 Betten anhand der Elektro-Jahresganglinie

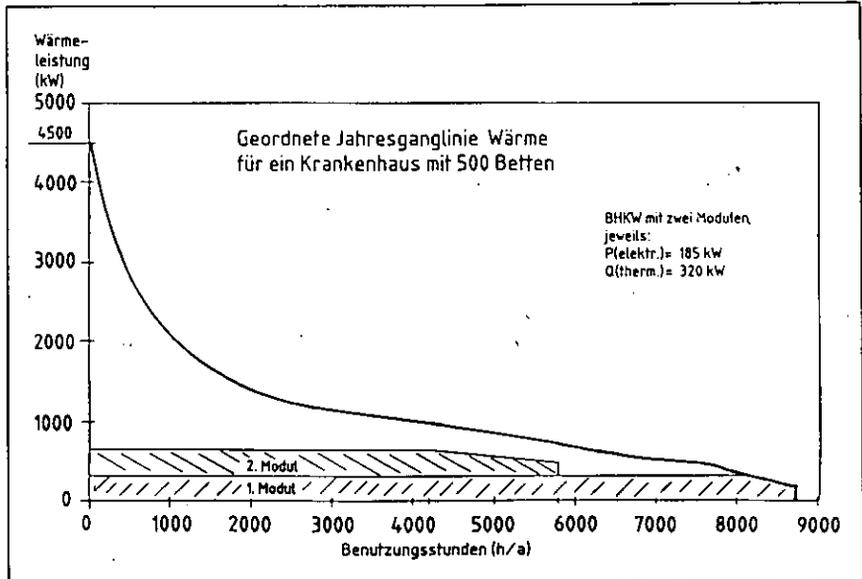


Bild 2 Darstellung des Einsatzes eines BHKW für ein Krankenhaus mit ~ 500 Betten anhand der Wärme-Jahresganglinie

#### 4. Die autarke Energieversorgung mit einem BHKW

##### 4.1. Ist eine autarke Energieversorgung mittels BHKW überhaupt möglich ?

Unter Ausschluß der ökonomischen und ökologischen Aspekte ist die autarke Energieversorgung eines KH mittels BHKW ohne Frage möglich. Glücklicherweise wird jedoch schon seit Jahren auf die ökonomischen und mittlerweile auch auf die ökologischen Aspekte geachtet, sodaß ein solch unüberlegter Betrieb eines BHKW überhaupt keine Chance hat! Theoretische technische Voraussetzungen, unter Beachtung der ökonomischen (als auch der ökologischen) Aspekte, sind:

- ◆ Die minimale Laufzeit je BHKW-Modul muß ca. 5000 - 6000 h/a betragen
- ◆ Das Verhältnis thermische / elektrische Leistung sollte bei etwa (2,5..3,5) / 1 liegen
- ◆ Das Verhältnis thermische / elektrische Jahresarbeit müßte auch bei ca. 3 / 1 liegen

Mit diesen Aspekten sind schon die wesentlichen Prüfkriterien, da gerade in der Ermittlung der Leistungen und insbesondere der Jahresarbeiten sehr viel Detailwissen und -untersuchung liegt. Die erste Näherung kann man anhand der VDI 2067, Bl.7 [6] in Verbindung mit der DIN 4710 [7] die Feststellung der Jahresarbeit vornehmen.

Durch das Erstellen der Jahresganglinien  $\ominus$  ist dann die Einsatzfähigkeit eines BHKW und etwa die mögliche Betriebsstundenzahl je Modul ermittelbar, sodaß eine erste Einschätzung der Wirtschaftlichkeit erfolgen kann.

$\ominus$  Die thermische Jahresganglinie sollte auf jeden Fall lediglich die Wärmearbeiten für stat. Heizung, WWB und RLT-Anlagen berücksichtigen, da eine Einbindung der Nutzwärmearbeiten (z.B. Dampf) nicht unbedingt durchführbar ist!

##### 4.2. Praktische Umsetzung der autarken Energieversorgung

Eine autarke Energieversorgung könnte anhand des Beispiel-KH bezüglich der Elektro-Jahresganglinie folgendes Aussehen haben:

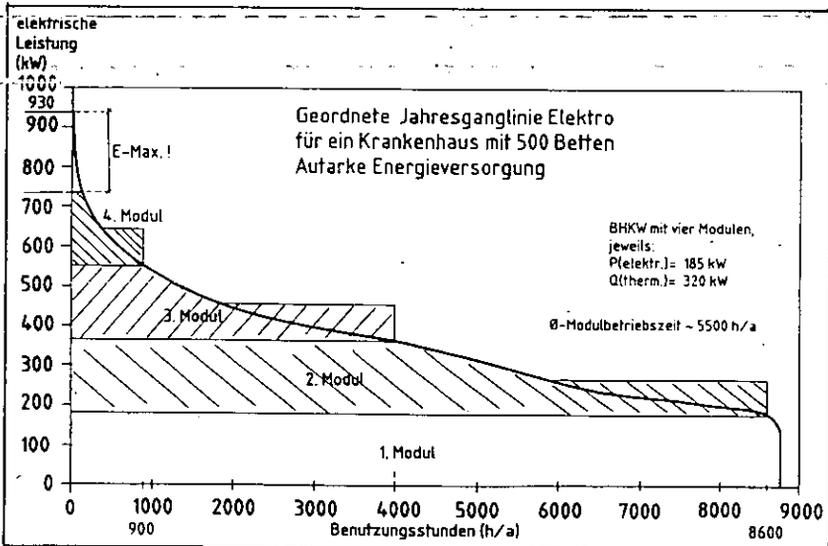
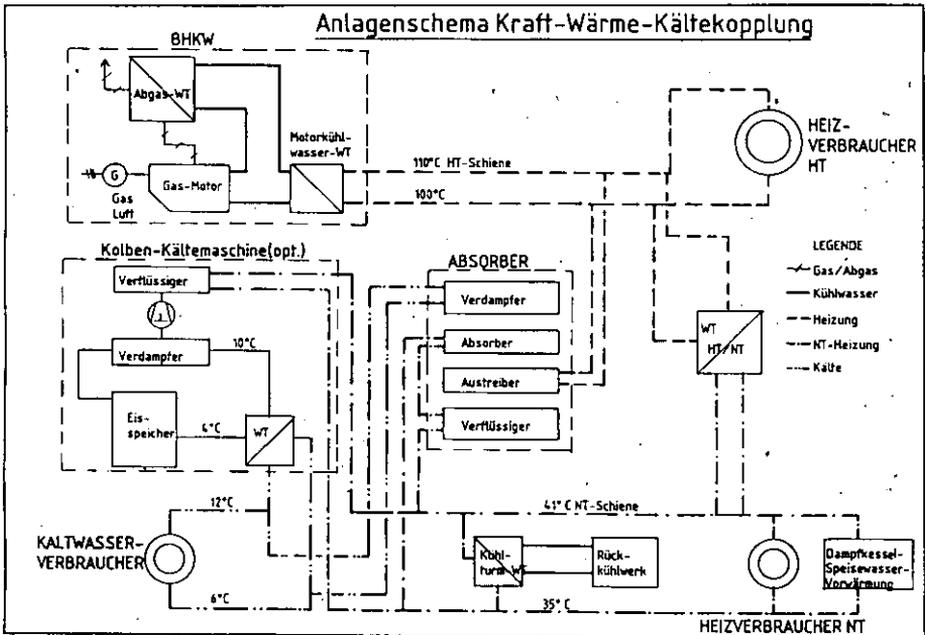


Bild 3 Darstellung des Einsatzes eines BHKW für ein Krankenhaus mit ~ 500 Betten anhand der Elektro-Jahresganglinie bei autarker Betriebsweise

Aufgrund der im unteren Motoren-Leistungsbereich unproportional hohen Energiezufuhr (für 50% der Max.-Leistung werden ~60% der Max.-Energiezufuhr benötigt), ist es sinnvoll jedes Modul lediglich im Bereich von ca. 50-100% der maximalen Leistung zu betreiben. Da jedoch die Jahresganglinie meist als Kurve verläuft, entstünde, beim Versuch des autarken Betriebes ohne Verkauf bzw. Weitergabe der Überschulleistung, doch die Notwendigkeit, den restlichen elektrischen Energiebedarf von 'außen' decken zu müssen. Dies ist anhand des Bildes 1 zu erkennen. Dort wird bei ~5820-Betriebsstunden das 2. Modul wegen des Erreichens der 50%-Marke abgeschaltet. Die notwendige restliche Elektroarbeit (über dem 1. Modul, im Bereich von 5820 - ~8600 h/a) muß von 'außen' (EVU) gedeckt werden. Daraus folgt, daß eine Überproduktion an Strom zur Erhaltung der Autarkie erforderlich ist. Deshalb muß ein Abnehmer für diesen Stromüberschuß gefunden werden. Im Sommer ergeben sich infolge des recht gleichmäßigen elektrischen Leistungsbedarf meist Probleme, die Abwärme der BHKW-Anlage noch zu nutzen. Ein sehr sinnvolles Modell, diese Wärme zu nutzen, besteht in der Anwendung eines Wärme-Kraft-Kälte-Verbundes. Umsetzbar ist dies beispielsweise durch die Kopplung des BHKW mit einer Absorptionskälteanlage [2], wie dem folgenden Schema zu entnehmen ist.



**Bild 4** Mögliches Anlagenschema zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

Im obigen Schema wurde auch die Möglichkeit der Einbindung der Speiswasseraufbereitung für die Dampfkesselanlage aufgezeigt, da in den meisten KH sowieso eine Dampfkesselanlage vorhanden ist oder benötigt wird. Zur Kappung der elektrischen Leistungsspitze sollte auf jeden Fall eine E-Max-Anlage zum Einsatz kommen, weil die nur kurzzeitig benötigte maximale Eit-Leistung mit einem BHKW unter normalen Umständen aufgrund der Unwirtschaftlichkeit nicht zu decken wäre (siehe Bild 3). Ausnahme: Es kann soviel Strom verkauft werden, daß die Jahresbetriebsstundenzahl je Modul die unter 4.1 angegebenen Werte erreichen kann.

### 5. Finanzielle Aspekte der autarken Energieversorgung des Krankenhauses

Gemäß Einschätzung einiger Fachberichte [u.a.1], werden Einsparungspotentiale von bis zu 20 % der Betriebskosten für Wasser, Strom, Wärme, Abfall, etc. als realistisch angesehen. Da diese Betriebskosten ca. 6 % der Krankenhauskosten ausmachen ergibt sich bei Annahme von 15 % Einsparung, einem Pflegesatz von 350,- DM/(d \* Bett) und 85 % Auslastung für das Beispiel-KH eine Einsparung von ca. 490.000,- DM/a!  
Bei autarker Betriebsweise sind folgende Aspekte im Vergleich zur 'Nur-Grundlastdeckung' (gemäß Bild 1+2) zu erkennen, wenn man die BHKW-Kosten für den Betrieb 'Nur-Grundlastdeckung' als "normal" einstuft:

- ⇒ Die Gesamtinvestition ist höher
- ⇒ Die Modulkosten liegen deutlich niedriger (unter 1.500,- DM/kWh<sub>el</sub>)
- ⇒ Die Instandhaltungskosten liegen niedriger (bei ca. 1 -2 Pf/kWh<sub>el</sub>)
- ⇒ Die Kosten für die komplette BHKW-Anlage verringern sich prozentual um bis zu 40 %.

Ein weiterer wesentlicher Faktor ist der mögliche Verzicht auf den Notstrom-Diesel, da die Notstrom-Erzeugung durch das BHKW übernommen werden kann!

Leider scheidet dies immer noch an den Zweifeln bezüglich der Versorgungssicherheit durch die BHKW-Anlage. Hier ist sicherlich ein Umdenken notwendig, denn, genauso wie man sich einen Dieseltank für den Notstrom-Diesel aufstellen muß, könnte man dies für die BHKW-Anlage mit einem Flüssiggastank bewerkstelligen. Als eine günstige Alternative hierzu erscheint auch die Einspeisung mittels zweier Erdgas-Versorgungsleitungen (Platzgewinn durch den wegfallenden Tank). Diesbezüglich gibt es auch schon genehmigte Anlagen, die als Beispiel für eine solche Versorgung dienen können! (Schwerpunkt-Krankenhaus Elmshorn, [2])

Im Einsatz von Modulen, die sowohl mit Erdgas als auch mit Diesel betrieben werden können, besteht eine weitere Variante.[9]

Im Bild 6 auf der nächsten Seite sind verschiedene Motorvarianten aufgezeigt.

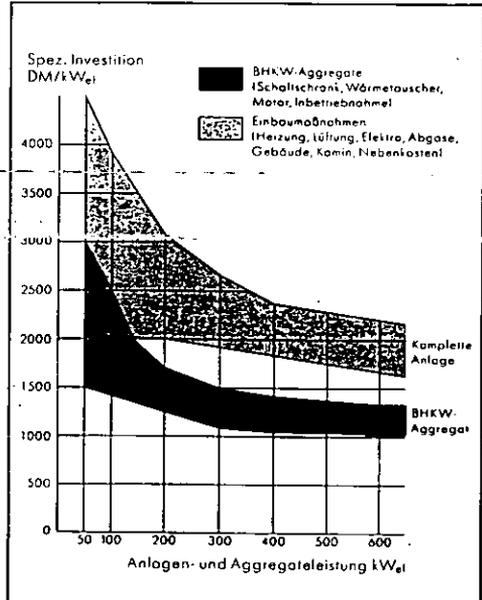
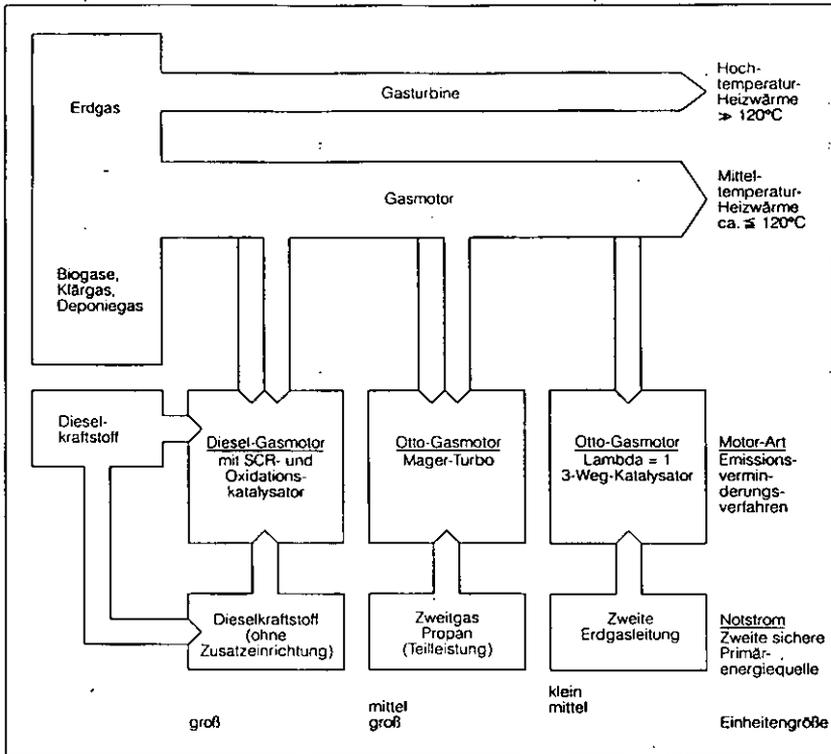


Bild 5 BHKW-Anlage- und Aggregatekosten



**Bild 6** Darstellung der verschiedenen Gasantriebe für BHKW-Motoren [9]

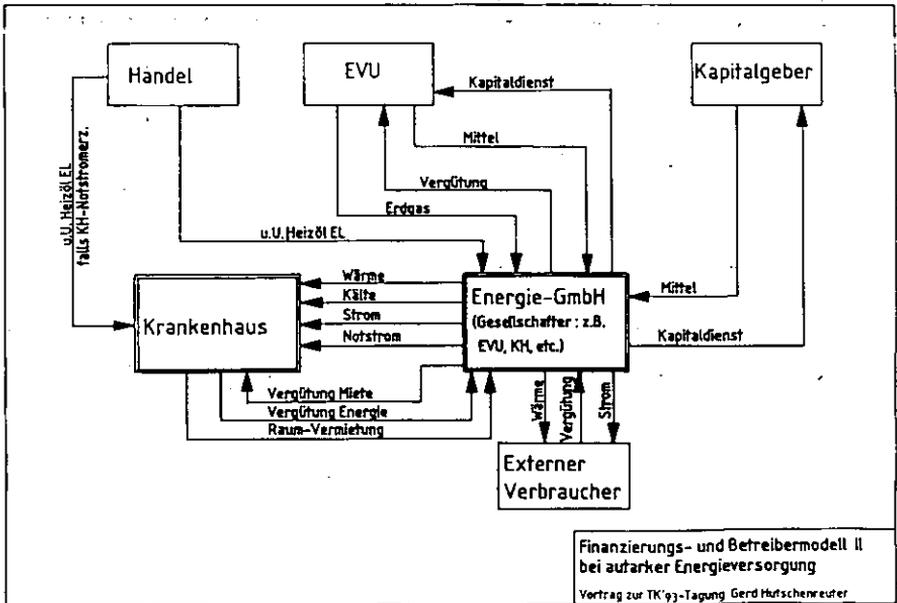
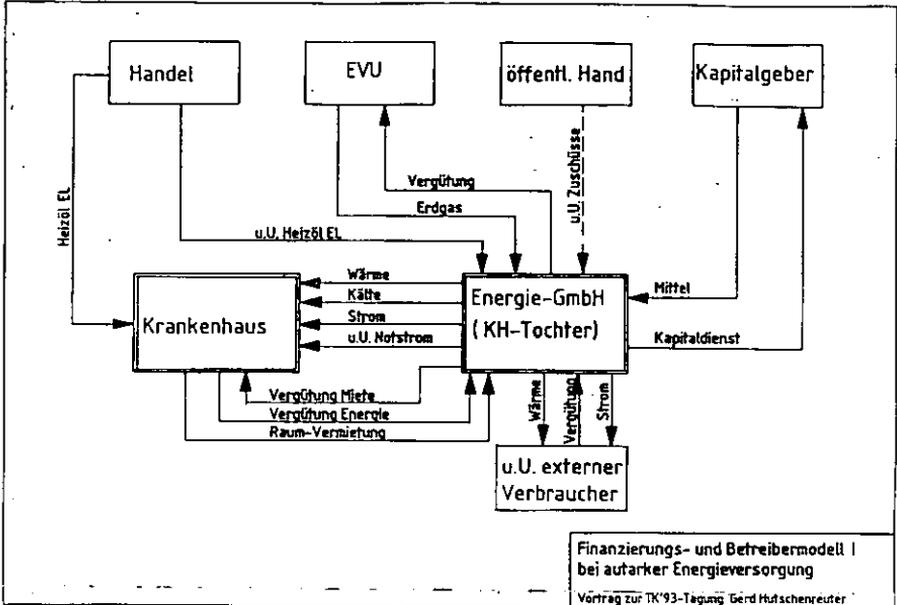
### 6. BHKW-Förderung/Finanzierung + Betreibermodelle und rechtliche Vereinbarungen bzgl. der Energielieferung

Förderungsmöglichkeiten bzw. Finanzierungsmodelle sind in diversen Fachbeiträgen bereits umfangreich erörtert worden (u.a.[1],[10]). Deshalb soll hier lediglich nochmals auf die wichtigen Gesetzestexte hingewiesen werden. Zur Förderung gibt es vier entscheidende Stellen, die Berücksichtigung finden können:

- a) KHG, § 3,
- b) KHG, § 9, Abs. 1,
- c) KHG, § 18 b,
- d) BPfIV, § 4 [9],[10]

Bezüglich der Fördermittel ist es auch hier nochmals angebracht, auf die Möglichkeit der Investitionseinsparung beim Notstrom-Diesel durch die Investition in eine BHKW-Anlage, welche als Notstromerzeugung anerkannt wird, hinzuweisen!

Beim Betrieb eines BHKW mit Stromverkauf müssen das Energiewirtschaftsgesetz und die zugehörige 3. Durchführungsverordnung berücksichtigt werden.[13],[14]  
 In den beiden folgenden Bildern sollen die beiden denkbaren Finanzierungs- und Betreibermodelle, speziell bzgl. autarker Betriebsweise, noch einmal einfach veranschaulicht werden.



Der rechtlichen Vertragsgestaltung mit dem EVU bezüglich der Energielieferung ist ausreichende Aufmerksamkeit zu widmen, da hiervon grundlegende Festlegungen abhängen. Dies bezieht sich beispielsweise auf die Garantie der Versorgungssicherheit bei der Einspeisung über zwei Versorgungsleitungen und ähnliches. Durch diese vertraglichen Vereinbarungen wird u.a. die Wahl der Module beeinflusst, ob eine Tankanlage Diesel/Flüssiggas notwendig ist, o.ä..

### 7. Betrachtung der Rückspeisesituation ins EVU-Netz, bzw. Verkauf an Dritte

Die z.Z. angebotenen Vergütungen der EVU sind noch nicht einmal ausreichend, um die Kosten der BHKW-Stromerzeugung zu decken.

Die Angaben zu den Vergütungen umfassen momentan folgende Spannen:

Sommer	3..4 - 6..7	Pf/kWh	
Winter	5..6 - 8..9	Pf/kWh	[3],[4]

Stellt man hier einmal als Vergleich den bekannten BHKW-Stromerzeugungspreis einer vorhandenen Anlage von etwa 16 Pf/kWh [1] der Rückspeisevergütung gegenüber, beträgt diese im günstigsten Fall noch nicht einmal 50 % der Erzeugungskosten!

Beim Verkauf von Strom (und u.U. auch von Wärme) an externe Verbraucher (Dritte) hingegen, kann auf jeden Fall zumindest erzeugungspreisdeckend verkauft werden. Legt man als Beispielwert einmal ein Bezugspreis des Dritten beim EVU von ca. 20 Pf/kWh (mittlerer Abnehmer) zugrunde [4], ist für jeden schnell ein wirtschaftlicher Aspekt für den Strombezug des Dritten von der BHKW-GmbH erkennbar.

### 8. Schlußbetrachtung

Stichpunktartige Darstellung der Diskussionsthemen, die sich aus diesem Referat heraus ergeben könnten:

- ♠ Wären solche ökonomischen und ökologischen Ansätze nicht wert, stärker von der öffentlichen Hand unterstützt zu werden (in Form von Fördermitteln), sozusagen auch als ein Anreiz für den 'Normal-Bürger', sinnvoll und verantwortungsbewußt mit den vorhandenen Ressourcen umzugehen ?
- ♠ Wie kann die öffentliche Hand stärkeren Einfluß auf die Rückvergütungen bei Stromeinspeisung ausüben, bzw. warum tut Sie dies nicht ?
- ♠ Der Einsatz des Notstrom-Diesels ist beim Einbau eines BHKW auf jeden Fall zu überdenken und/oder mit in die BHKW-Anlage einzubinden.

Die Betreibermodelle, die im Kapitel 6 als Beispiele genannt wurden, würden den EVU im Falle Ihrer Beteiligung weiterhin weitestgehend Ihre bisherige Stellung sichern. Leider ist auf diesem Gebiet zur Zeit noch keine Bewegung zu erkennen, sodaß zu hoffen bleibt, daß bei größer werdendem öffentlichen Druck, der Gesetzgeber, notfalls auch ohne die 'Einwilligung' der EVU, sinnvolle neue Wege einschlägt, um dem Verbraucher (hier z.B. das Krankenhaus) den notwendigen Raum zum sinnvollen Energieeinsatz zu schaffen.

In nächster Zukunft liegt es in der Hand der Krankenhausbetreiber, sprich der Verwaltungsleiter und techn. Betriebsleiter, verstärkt die Diskussion mit den Behörden, den EVU und auch im eigenen Hause bezüglich eines sinnvollen Gesamtkonzeptes der Energieversorgung zu suchen.

Die Energieversorgung eines Krankenhauses, mittels eines BHKW's, ob 'nur' teilweise oder gar autark, ist sicher nicht der Weisheit letzter Schluß, jedoch bislang auf jeden Fall schon eine sehr gute Näherung.

**Literatur**

- [1] G. Spennes: Einsatz von BHKW's in Krankenhäusern, Tagungsband Energie-Symposium in Herdecke, Juni'92
- [2] Broschüre: "BHKW in Krankenhäusern", Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (ASUE), Hamburg, 1991
- [3] Recknagel, Sprenger, Hönnmann: Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik, Oldenburg-Verlag, 65. Ausgabe 1990/91
- [4] Ermittlungen des Verfassers
- [5] DIN 1946, Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern, Beuth-Verlag, Berlin, Dezember 1989
- [6] VDI 2067, Blatt 7, Berechnung der Kosten von Blockheizkraftwerken, VDI-Verlag, Düsseldorf, Dez. 1988
- [7] DIN 4710, Meteorologische Daten zur Berechnung des Energieverbrauchs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen, Nov.1982
- [8] H. Jacobowsky: "Totalenergie" im Verbund, Wärme-Kraft-Kälte-Kopplung, KK-Die Kälte und Klimatechnik, Gentner-Verlag, 44.Jhg.-Heft 4, 1991
- [9] F. Zacharias, Fa.MWM: "Informationen Gasmotoren", MWM Diesel und Gastechnik GmbH, Mannheim, 1992
- [10] V.Groß: BHKW für ein Großklinikum, Tagungsband TK'92, S.22
- [11] Krankenhausfinanzierungsgesetz - KHG - , in der Fassung vom 23.12.1985 (BGBl. I 1986, S.33)
- [12] Bundespflegegesetzverordnung - BPFV - , vom 21. August 1985 (BGBl. I 1985, S. 1666)
- [13] Energiewirtschaftsgesetz vom 13.12.1935, geändert per Gesetz vom 19.12.1977
- [14] Dritte Durchführungsverordnung zum Energiewirtschaftsgesetz, i.d.F. der Änderungsverordnung vom 12.11.1985

**Verfasser:** Dipl.Ing.(FH) Gerd Hutschenreuter  
c/o IKL + PARTNER  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Buchholzer Straße 38a  
30629 Hannover

## Hochdruck-, Niederdruck- und Warmwasserheizungsanlagen im Krankenhaus

Klaus Riedle, Wiesbaden

---

### 1.0 Heizzentrale

Die Art der gewählten Wärmeerzeuger orientiert sich an der Versorgungsnotwendigkeit der einzelnen Wärmeverbraucher hinsichtlich dort gefordertem

- Temperatur- und Druckniveau,
- Regelbarkeit,
- Wärmeaustauschbeziehungen,
- Wärme- und Stoffaustauschbedingungen.

Für Wirtschaftswärme in

- Wäscherei,
- Sterilisation,
- Küche

wird vorrangig Dampf unterschiedlicher Druckstufen benötigt.

#### 1.1 Die klassische Dampfkesselzentrale

Frühere Heizzentralen waren deshalb überwiegend ausgerüstet mit :

- HD-Dampfkessel,
- ND-Dampfkessel

abgestuft nach der Größenordnung der erforderlichen Produktionswärme.

Bis hin zu den Versorgungsnetzen für die örtlichen Heizflächen wurde generell mit Dampf gearbeitet. Später hat man die Heizkreise zur Versorgung der örtlichen Heizflächen und teilweise auch von Lüftungsanlagen auf WWPH 90/70°C umgestellt und außentemperaturabhängig geregelt. Die Wärmeerzeuger verblieben, jedoch zentral als Dampfkesselanlagen.

#### 1.2 Moderne Heizzentrale

Im Hinblick auf den meist aufwendigen Unterhalt umfangreicher Kondensatnetze ist man in neuerer Zeit dazu übergegangen bei Neuanlagen und auch Sanierungen von Altanlagen Dampfheizkessel und deren Direktversorgungsnetze auf das mögliche Minimum zu begrenzen. Man hat das Medium Dampf nur noch für

- bestimmte Maschinen der Wäscherei,
  - Reindampf für Sterilisation
- und gegebenenfalls
- Luftbefeuchtung,
- sowie
- eventuell für Küche (falls dort entsprechende Einrichtungen noch vorhanden sind).

### 1.2.1 Heizmediumaufteilung

Das höchst notwendige Druckniveau an den Produktionsdampfverbrauchern bestimmt die Auslegungshochdruckdampfzone der Dampfheizkessel in der Zentrale. Man wählt hierbei möglichst zwei Einheiten im Leistungsbereich der Produktenkessel oder bei größeren Einheiten Hochdruckdampfkessel in der Betriebsausstattung "ohne Beaufsichtigung".

Dampfdruckbereiche auf niedrigerem Druckniveau, als dem HD-Kesselauslegungsdruck entspricht, werden demgemäß reduziert. Zur Verstetigung des Betriebes kann produzierter Restdampf auch auf WWPH-Niveau umgeformt werden.

Der überwiegende Krankenhauswärmebedarf wird über Warmwasserheizungskessel zur Verfügung gestellt, die auf - nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten überlegtem - Maximaltemperaturniveau ihre Auslegung erfahren. Dieses liegt bei

110 + 70°C.

### 1.3 Aufbereitung des Versorgungsmediums

Gleichgültig ob es sich um

- Hochdruckdampf, Niederdruckdampf, Warmwasser

handelt, sollte eine optimale Aufbereitung des den Heizkesseln zugespeisten Wassers mit minimalen chemischen Zusatzstoffen angestrebt werden. Neben der durch chemische Zusatzstoffe häufig gegebenen Heizkesselverschlammung besteht immer die Gefahr, daß über den Wärmeträger in patientengenutzte Bereiche (Trinkwasser, Luft) solche Stoffe übertreten und zu Schädigungen beim Menschen führen. So ist beispielsweise Hydrazin in die Klasse IV der das Trinkwasser gefährdenden Stoffe (Gefährdung der Gesundheit durch giftige und sehr giftige, krebserzeugende oder radioaktive Stoffe) eingeteilt. Vorteilhaft bei Hydrazin ist seine schnelle Reaktion mit Sauerstoff, seine alkalisierende Wirkung mit Inhibitor-effekt und sein Mitwandern im Dampf, so daß auch ein gewisser Schutz des Kondensatnetzes gegeben ist.

Als Ersatzstoffe wurde für das Hydrazin häufig folgende angeboten :

- Hydrochinon, neutralisierende Amine, filmbildende Amine, Carbohydrazit, Natriumsulfit, Tannine.

Die Praxis zeigt bei diesen folgende Nachteile :

#### 1.3.1 Hydrochinon

Hydrochinon ist ein altbekanntes Reduktionsmittel, ohne das breite Wirkspektrum von Hydrazin. Der Erhalt an organischer Substanz im Kesselwasser steigt an. Die Dampfreinheit wird beeinträchtigt und es besteht Gefahr des Schäumens. Bei Hochdruckdampfkesseln macht sich die mangelnde Thermostabilität bemerkbar.

### 1.3.2 Neutralisierende Amine

Sie neutralisieren die vorhandene Kohlensäure, heben den pH-Wert an und sind als Substitutionsprodukte von Ammoniak zu betrachten.

### 1.3.3 Filmbildende Amine

Sie finden Einsatz zum Korrosionsschutz in Dampf- und Kondensatleitungen, gelten aber nicht als Schutz der Speise- und Kesselwasserseite. Bei ungenügender Konzentration wird verstärkt lokale Korrosion auf filmfreien Oberflächen beobachtet.

### 1.3.4 Carbohydrazit

Entspricht praktisch gleichen Verhältnissen wie bei Hydrazin selbst, da bei Temperaturen oberhalb 150°C im Kessel sich Hydrazin abspaltet, wie dies bei einer Hochdruckdampfkesselanlage von 8 bar (Ü) auf jeden Fall gegeben ist. Zusätzlich bildet sich CO<sub>2</sub> beim thermischen Zerfall.

### 1.3.5 Natriumsulfit

Natriumsulfit ist lediglich ein Sauerstoffbindemittel. Es ist nicht flüchtig und geht damit nicht in Dampf- und Kondensatnetze über. Es führt zu einer unerwünschten Salzbelastung im Kesselwasser. Im Hinblick auf seine Toxikologie werden z.Zt. Chromosomen-, Aperrations-, sowie Genmutationen diskutiert.

### 1.3.6 Tannine

Die Fähigkeit zur Sauerstoffbindung ist bei den Tanninen, bei denen es sich um Naturprodukte unterschiedlicher Zusammensetzung handelt, schwach ausgeprägt.

Wie die kurze Erläuterung vorgenannter chemischer Stoffe zeigt, gibt es für die positiven Eigenschaften des heute meist nicht mehr zugelassenen Hydrazins keinen äquivalenten Ersatzstoff.

Die Aufbereitungsverfahrenstechnik ist deshalb nach Möglichkeit wie folgt zu wählen :

### 1.3.7 Thermische Entgasung

Aus der tiefliegenden Kondensatsammelgefäßanlage wird das Kondensat einem thermischen Entgaser zugeführt, mit hoher Entgaserkaskade, die den Nachspeisewassersauerstoffgehalt  $\leq 0,2 \text{ mgO}_2/\text{l}$  erreichen läßt.

Die Wirksamkeit der Entgaserkaskade kann durch eine Sauerstoffmessung im nachfolgenden Speisewassergefäß (Meßwasser muß auf ca. 40°C abgekühlt werden.) mit ständiger Dokumentation der Werte kontrolliert werden.

Mit dem zuständigen Gesundheitsamt kann abgesprochen werden, ob die Zudosierung einer Minimalmenge an Hydrazin in der Größenordnung von ca.  $0,5 \text{ mgN}_2\text{H}_4/\text{l}$  zugelassen wird. Diese Größenordnung gilt in den nordischen Nachbarstaaten (Dänemark, Schweden) als unbedenklich.

Es besteht die Möglichkeit den Hydrazingehalt im Zuspisewasser ständig zu messen und zu schreiben. Da der Siedepunkt von Hydrazin höher liegt als der von Wasser und Hydrazin im Kessel zum Teil in Stickstoff und Ammoniak zerfällt, gehen ca. 10 % vom im Kesselwasser enthaltenen Hydrazin unzerlegt in den Dampf und das Kondensat über, so daß ein begrenzter Schutz für das Dampf- und ein sehr begrenzter für das Kondensatnetz gegeben ist. Nachdem die gesamte Dampfanlage eines Krankenhauses nahezu ständig betrieben werden sollte, ist im Bereich der Dampfleitung praktisch nicht mit Sauerstoffzutritt zu rechnen, im Gegensatz zum Kondensatnetz, in dem immer Sauerstoff vorliegt. Deshalb sind dort zeitbedingte Korrosionen nahezu unabänderlich.

Bei der Kondensatrückführung sollte darauf geachtet werden die unterschiedlichen Kondensatdruckstufen zu entspannen und das restliche

Energiepotential im Rahmen der Nachverdampfung zum Vorheizen von Wärmeverbrauchern zu nutzen.

Um die Salzfracht im Gesamtsystem insbesondere in den Dampf- und Heiß- bzw. Warmwasserheizkesseln zu minimieren, sollte von den üblichen Enthärtungsanlagen auf Vollentsalzungsanlagen umgestellt bzw. die Kationenaustauscher vorhandener Enthärtungsanlagen durch Anionenaustauscher oder Umkehrosmoseanlagen im Sinne der Vollentsalzung vervollständigt werden.

Nachdem ein vollentmineralisiertes Wasser vorliegt, ist die Korrosionsgefahr im "nassen Anlagenbereich" erheblich reduziert. Um die Einschleppung von Salzen weiter zu minimieren, sollte die Dosierung von Trinatriumphosphat zwecks pH-Wert-Anhebung in den alkalischen Bereich durch Natronlauge überlegt werden, wobei diese pH-Wert-Korrektur wiederum nach Maßgabe des im Kondensat bzw. auch Warmwasserkreislauf gemessenen pH-Wertes erfolgen muß.

Mit dieser Aufbereitungsverfahrenstechnik kann gleichermaßen die Nachführung des Zuspisewassers für :

- a.) HD-Dampfkessel,
- b.) ND-Dampfkessel,
- c.) Warmwasserheizungskessel

aus dem Speisewassergefäß des thermischen Entgärsers vorgenommen werden.

Die Nachfüllwassereinspeisung erfolgt über die Vollentsalzungsanlage in die zentrale Kondensatgefäßanlage.

Das Warmwasserheizungssystem wird heute selbstverständlich als geschlossene Anlage ausgeführt oder bei Umbau umgestellt. Hierbei sollen die Systemumwälzpumpen druckseitig der Ausdehnungsgefäßanlage installiert werden, um das Gesamtsystem unter Überdruck - und damit weitestgehend gesichert gegen neuerlichen Sauerstoffeintritt - zu halten.

Mit Spuren von Sauerstoff muß in Heizungsanlagen immer gerechnet werden. Eisenwerkstoffe werden durch gelösten Sauerstoff korrodiert. Das hierbei entstehende Korrosionsprodukt wandelt sich dann an heizungswasserbeaufschlagten Innenflächen im Laufe der Zeit in ein anderes Korrosionsprodukt des Eisens - das Magnetit - um.

## 2.0 Die Versorgung der Wirtschaftswärmeverbraucher

Der Krankenhausdampfverbrauch gliedert sich nach Verbraucheranforderung in unterschiedliche Druckstufen, die sich üblicherweise wie folgt zusammenfassen lassen :

### 2.1 Wäscherei

a.) Mangel und Trockner :

- bei Neuanlage üblicherweise mit 10 bar (Ü),
- bei Altanlagen und speziellen Fabrikaten 12 + 14 bar (Ü),

b.) Waschmaschinen und Bügelpressen : 8 + 10 bar (Ü).

Bei Mangel- und Bügelpressen dient der HD-Dampf gleichzeitig häufig als Antriebselement.

### 2.2 Reindampf für Sterilisation und Luftbefeuchtung

a.) Sterilisation

- je nach Keimart bei 121,1°C -----> 2,2 bar (Ü),
- Maximalsterilisations-  
temperatur = 134 °C -----> 3,2 bar (Ü),

b.) Luftbefeuchtung = 1,5 + 2,5 bar (Ü),

c.) thermische Abwasser-  
aufbereitung = 2,5 bar (Ü),

d.) Küche = 2,3 bar (Ü),

a.) Druckkochkessel

- HD-Bereich = 2,5 bar (Ü),
- ND-Bereich = 0,5 bar (Ü),

b.) Kochkessel, Spülmaschinen etc. = 0,5 bar (Ü).

### 2.4 Warmwasserbereitung

- gegebenenfalls mit ND-Dampf = 0,5 bar (Ü).

## 2.5 Prozentuale Aufteilung des Dampfverbrauches

- Druckstufe	12 ± 14 bar (Ü) <sup>1)</sup>	=	12 %
- Druckstufe	8 ± 10 bar (Ü)	=	9 %
- Druckstufe	3 bar (Ü)	=	22 %
- Druckstufe	1,5 bar (Ü)	=	15 %
- Druckstufe	2,5 bar (Ü)	=	8 %
- Druckstufe	0,5 bar (Ü) <sup>2)</sup>	=	33 % (falls WW-Bereitung ebenfalls mit ND-D erfolgt)

Insgesamt kann bei den Dampfverbrauchern mit einer Gleichzeitigkeit von 70 % gerechnet werden.

## 3.0 Warmwasserbereitung

Über die Warmwasserbereitung werden Verbraucher auf unterschiedlichem Temperaturniveau versorgt, wie

- a.) Warmwassertemperatur = 60°C (Wäscherei, Küche)
- b.) Warmwassertemperatur = 40°C, (alle übrigen Bereiche).

Für die Erwärmung der zentralen Warmwasserbereitung kann ganzjährig ein Heizungssystem gewählt werden, dessen Vorlauftemperatur  $\Delta t_e \geq 10^\circ\text{C}$  über der in der Warmwasserbereitungsanlage zu erreichenden Wassertemperatur liegt.

Im Hinblick auf die Legionellenproblematik soll die Aufwärmung des Warmwassers 60 ± 70°C betragen, um damit eine absolute Tötung von Legionella pneumophila zu erreichen. Da solche Legionellen bekanntlich die Kavernen von Inkrustationen als Lagerstätten suchen, sollen im Rahmen der Sanitärinstallation selbst- und einfach reinigbare Duschköpfe vorhanden sein, da nach bisherigen Untersuchungen diese gerne im Duschkopfbereich siedeln.

Hierzu ist ein verfahrenstechnischer Aufbau wie folgt anzuraten :

- a.) Es kommen stehende Speicher zum Einbau, nach dem Ladeprinzip geschaltet, die parallel zu Aufheizwärmeaustauschern liegen.

Ausgehend von einer Zulauftemperatur  $\approx 35^\circ\text{C}$  erfolgt eine Aufwärmung des Brauchwassers  $\leq 70^\circ\text{C}$ .

Das Brauchwarmwasser wird anschließend einem Direktwärmeaustauscher zugeführt, wo es von 70°C auf ca. 45°C im Gegenstrom mit kaltem Brauchwasser berührungslos herabgekühlt wird. Dieses zur Kühlung im Wärmeaustauscher verwendete Brauchwasser wird somit auf ca. 35°C vorgewärmt und anschließend der Brauchwarmwasserladespeichergruppe zugeleitet.

1) gegebenenfalls in Kombination mit Druckstufe 8 ± 10 bar (Ü)

2) falls Warmwasserbereitung ebenfalls mit ND-Dampf erfolgt

- b.) Direkt aus der Warmwasserspeicheranlage werden die Verbraucher des oder der Versorgungsnetze

- Warmwassertemperatur  $\geq 60^{\circ}\text{C}$

angefahren. Ihr Zirkulationssystem wird direkt auf die Ladespeicher rückangeschlossen.

- c.) Durch eine Mischkombination aus abgekühltem, thermisch desinfiziertem Warmwasser aus der Brauchwasserspeicheranlage und solchem mit der Temperatur des Brauchwasserspeichersystemes erfolgt dann die Eingabe in das Sanitärnetz der Warmwasserverbraucher  $\approx 40^{\circ}\text{C}$ .

Mit in die Apparatur eingeschlossen ist die Zirkulationspumpe, einschließlich nachgeschaltetem Zirkulationsnachwärmer.

### 3.1 Wärmeversorgung der zentralen Warmwasserbereitung

Diese kann sinnvollerweise vorgenommen werden mit :

- ND-Dampf (gegebenenfalls reduzierter HD-Dampf, unter Mitberücksichtigung der bei der Dampfdruckreduzierung entstehenden Überhitzung),
- WWPH mit Vorlauftemperatur  $\geq 75^{\circ}\text{C}$ .

### 4.0 Warmwasserheizungskreise

Bis auf die vorgenannten Dampfverbraucher können alle Wärmeverbraucher mit WWPH und Vorlauftemperatur auf unterschiedlichem Niveau angefahren werden.

Im Gegensatz zu den Wirtschaftswärmeverbrauchern, bei denen die Versorgungsvorgaben hinsichtlich des Leistungsbedarfes durch apparative Anforderungen gegeben sind, besteht beim großen Bereich der Hauptwärmeverbraucher von Lüftungs- und Transmissionswärme die Möglichkeit durch gezielte Maßnahmen Energieeinsparungen zu betreiben, wobei das Wärmeträgermedium "Wasser" optimale Eigenschaften mit sich bringt, wie

- leichte Regelbarkeit,
- gleichmäßige Beaufschlagung der Heizflächen,
- gleichmäßige Wärmeverteilung im Netz - unabhängig von der Belastung.

### 4.1 Wärmeversorgung der Lüftungs- und Klimaanlage

Diese sollte wirtschaftlich erfolgen auf einem

- Temperaturniveau  $\geq 10^{\circ}\text{C}$

über der Ausblastemperatur.

Die Wärmeaustauscherflächen in den Lüftungs- und Klimageräten werden mit örtlichen Regelungen ausgestattet, die dafür Sorge tragen, daß sie so gleichmäßig beaufschlagt sind, daß die gewünschten Zulufttemperaturverhältnisse über die ge-

samte Wärmeaustauscherfläche gewährleistet werden. Die Beaufschlagung der Luftheizregister kann regelungstechnisch über eine Heizmediummengendrosselung, besser aber durch Beibehaltung des Förderstromes und Absenkung der Vorlauftemperatur, vorgenommen werden.

Um diese Regelung zu optimieren ist es von Vorteil die Vorlauftemperatur des Gesamtlüftungsheizkreises zentral abhängig von der Außentemperatur vorzuregulieren, um bei konstantem Heizmedium Förderstrom und abgesenkten Temperaturniveau eine gleichmäßigere Einzelregelungsbeaufschlagung an den Lüftungs- und Klimaaggregaten sicherzustellen.

#### 4.2 Maßnahmen zur Energieeinsparung

in Form von :

- Wärmerückgewinn,
- bedarfsabhängige Schaltung,
- Luftmengenanpassung an den Bedarf (Drehzahlregelung),
- zeitweisem Umluftbetrieb in Abhängigkeit der Zulässigkeit nach DIN 1946, Teil 4

sind heute in Neubau und Sanierung üblich.

#### 4.3 Örtliche Heizkreise zur Transmissionswärmedeckung

In Abhängigkeit von Nutzung und der Gebäudelage nach Himmelsrichtung erfolgt in den Funktions- und Pflegebereichen eine klassische Aufteilung in Regelgruppen. Diese wird überlagert von Nach- und Zusatzregelungen, je nach Art der Nutzung der Raumgruppe.

Naßzellen der Pflegeeinheiten werden gerne an einen gesonderten Heizungskreis angeschlossen, welcher

- der Sommerheizung,
- häufig notwendiger Nachwärmung der Luft,

dienen kann. Im Bettenraum selbst ist eine Nachregelung über Heizkörperthermostatventile sinnvoll, insbesondere wenn gleichzeitig eine Zuluftführung in den Raum erfolgt.

Im Sinne der Energieeinsparung sind Heizflächen einzusetzen, die mit einer schnellansprechenden Regelung gesteuert werden können. Dieses sind :

- Heizkörper, Heizplatten.

Flächenheizungen, wie :

- Fußbodenheizung, Deckenheizung

sind regelträge.

Krankenhausbereiche, wie :

- Behandlung, Verwaltung, Wirtschaftsteil

sollten in ihren Regelgruppen zusätzlich so unterteilt sein,

daß außerhalb der Hauptbetriebszeiten eine Absenkung der Netztemperaturen möglich ist, um energiesparend nur noch eine Grundbeheizung durchzuführen.

## 5.0 Erfahrungswerte für die Wärmebedarfsvorschätzung

### 5.1 Transmissionswärmebedarf / m<sup>2</sup> beheizte Fläche

- |   |   |                      |   |                           |
|---|---|----------------------|---|---------------------------|
| a.) Altbauten   | ≈ | 140 W/m <sup>2</sup> | ≈ | 120 Kcal/m <sup>2</sup> h |
| b.) Neubauten   | ≈ | 70 W/m <sup>2</sup>  | ≈ | 60 Kcal/m <sup>2</sup> h  |
| c.) Neubauten mit optimaler Wärmedämmung (z.B. schallgedämmte Außenscheiben mit dreifach Isolierverglasung) | ≈ | 35 W/m <sup>2</sup>  | ≈ | 30 Kcal/m <sup>2</sup> h  |

### 5.2 Wärmebedarf für Lüftungsanlagen

- |  |   |                     |   |                          |
|--|---|---------------------|---|--------------------------|
| a.) Luftfördervolumen ohne Wärmerückgewinn             | ≈ | 14 W/m <sup>3</sup> | ≈ | 12 Kcal/m <sup>3</sup> h |
| b.) Luftfördervolumen mit Wärmerückgewinn von ca. 50 % | ≈ | 7 W/m <sup>3</sup>  | ≈ | 6 Kcal/m <sup>3</sup> h  |

### 5.3 Überschlägiger Gesamtwärmebedarf des Krankenhauses / Bett (Transmissionswärme, Lüftungswärme, Wirtschaftswärme)

- |   |   |       |   |              |
|---|---|-------|---|--------------|
| a.) spezifischer Wärmebedarf/Bett   | ≈ | 30 KW | ≈ | 26000 Kcal/h |
| b.) bei Vorliegen von Wärmerückgewinnungsmaßnahmen in den energetischen Bereichen : |   |       |   |              |

- Lüftungsanlagen, Kälteanlagenkreisen und Abgasanlagen

reduziert sich der

spezifische Wärmebedarf/Bett = 19 KW ≈ 16300 Kcal/h.

### Verfasser :

Prof.Dr.-Ing.Klaus Riedle

Geschäftsführer der  
H. Riedle GmbH,

Carl-von-Linde-Str. 10, 65197 Wiesbaden  
Telefon : 0611 / 4116-0, Telefax : 0611 / 4116-10

Kreittmayrstraße 6, 80335 München  
Telefon : 089 / 521075, Telefax : 089 / 524639

## Der ökonomische Betrieb von Heizkesselanlagen

von K.Müller, Hannover

### Zusammenfassung

Der Beitrag soll einen Überblick über die Entwicklung im Heizungskesselbereich und seinen Randbedingungen geben. Die aufgezeigten Beispiele können Entscheidungshilfen sein. Auf aktuelle Verordnungen und Einflüsse vom Energiebezug wird eingegangen.

Ökonomischer Betrieb von Heizkesselanlagen bedeutet immer -und besonders im Krankenhaus- Reduzierung der Betriebskosten und ein Beitrag zur geringeren Umweltbelastung.

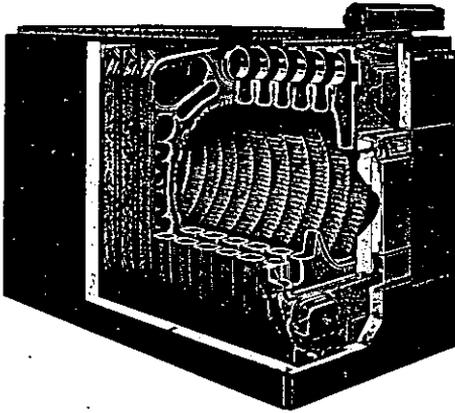
### Die Heizkesselentwicklung

Die Heizkesselentwicklung hat seit jeher den sich ändernden Bedingungen Rechnung getragen. Vor nunmehr fast zwanzig Jahren brachte der Energiepreisschock besondere Impulse.

Kesselkreisregelungen und gleitend gefahrene Niedertemperaturheizkessel wurden entwickelt. Die Abgastemperaturen wurden durch vergrößerte Heizflächen gesenkt, die Strahlungs- und Betriebsbereitschaftsverluste durch verbesserte Wärmedämmung erheblich gemindert. Deutliche Wirkungs- und Nutzungsgradsteigerungen konnten erzielt werden. *Tabelle 1, Abb.1* sowie *Diagramm 1* veranschaulichen die Zusammenhänge.

	Kesselwirkungsgrad [%]		Bereitschaftsverlust [%]	
	bis 1978	ab 1979	bis 1978	ab 1979
Gas-Spezialheizkessel mit Brenner ohne Gebläse				
Nennleistung < 50 kW	82	86	4	2
50 - 120 kW	84	88	3	1,5
120 - 350 kW	86	89	2	1
350 - 1200 kW	88	89	1,3	1
Öl- / Gas- Spezialheizkessel mit Gebläse				
< 50 kW	84	87	4	2
50 - 120 kW	86	89	3	1,5
120 - 350 kW	88	90	2	1
350 - 1200 kW	88	90	1,3	1
1200 - 4600 kW	90	90	1	1
Umstell- und Wechselbrandkessel				
< 50 kW	82		4	
50 - 120 kW	82		3	
120 - 350 kW	84		2,5	

Tabelle 1: Übliche Kesselwirkungsgrade und Betriebsbereitschaftsverluste - Auszug aus VDI 2067, Blatt 1 -



- Ecomatic-Regelung für gleitende Betriebsweise
- Kesselblock aus homogenem Guß in Gliederbauweise
- Nachschaltheizflächen im Doppelarmprinzip
- Große Fronttür mit feuerraumseitigem Wärmeschutz
- Kesselmantel mit 80 mm Wärmeschutz

Abb. 1: moderner Öl-/ Gas-Spezialheizkessel

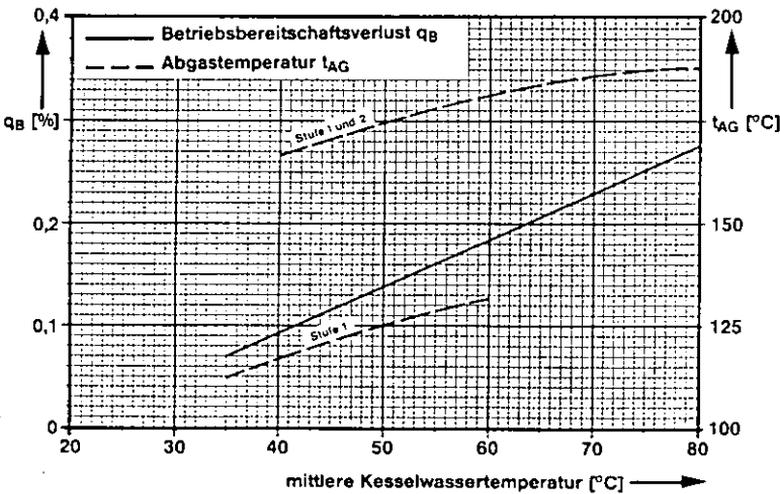


Diagramm 1: Betriebsbereitschaftsverlust  $q_B$  und Abgastemperaturen  $t_{AG}$  moderner Heizkessel

Gute Heizkessel sind heute im gesamten Leistungsbereich für diese Abgastemperaturen ausgelegt. Die Betriebsbereitschaftsverluste  $q_B$  liegen bei Heizkesselleistungen  $> 100 \text{ kW}$  von 0.5...0.1 %.

### Die Brennwerttechnik

Seit einigen Jahren ist die Umweltbelastung mehr und mehr ins Bewußtsein gerückt und hat damit weitere Bemühungen zur Wirkungsgradsteigerung verstärkt.

Die Brennwerttechnik, bei der die Enthalpie des Wasserdampfes mit genutzt wird, gewinnt dadurch zunehmend an Bedeutung, *Abb.2* und *Diagramm 2* machen das mögliche Energieeinsparpotential - bezogen auf den Brennstoff Erdgas - deutlich. Dabei wird auch sichtbar, daß die Brennwertnutzung um so höher ist, je niedriger die Heizmitteltemperatur gewählt werden kann. Das ökonomische / ökologische Optimum muß im Einzelfall gesucht werden.

Das gesamte System muß natürlich für den kondensierenden Betrieb ausgelegt sein, d.h. vom Brennwertnutzer durchgängig bis zur Abgasmündung.

Das Kondensat muß durch geeignete Neutralisationseinrichtungen, die von den Herstellern der Brennwertgeräte angeboten werden, im pH-Wert  $> 6,5$  angehoben werden.

Mit dem Bezirksschornsteinfeger und der unteren Wasserbehörde - zuständige(s/r) Entwässerungs -(amt/verband) - sollte im Planungsstadium Kontakt aufgenommen werden.

**Hinweis:** Alle Heizkesselanlagen sind im feuchten/nassen Betrieb bei Anwesenheit von Chloriden stark korrosionsgefährdet. Das gilt besonders für Brennwertanlagen, die bestimmungsgemäß im nassen Betrieb gefahren werden sollen. Deshalb ist hier darauf zu achten, daß die Verbrennungsluft von der ersten Inbetriebnahme an stets frei von Chloriden ist.

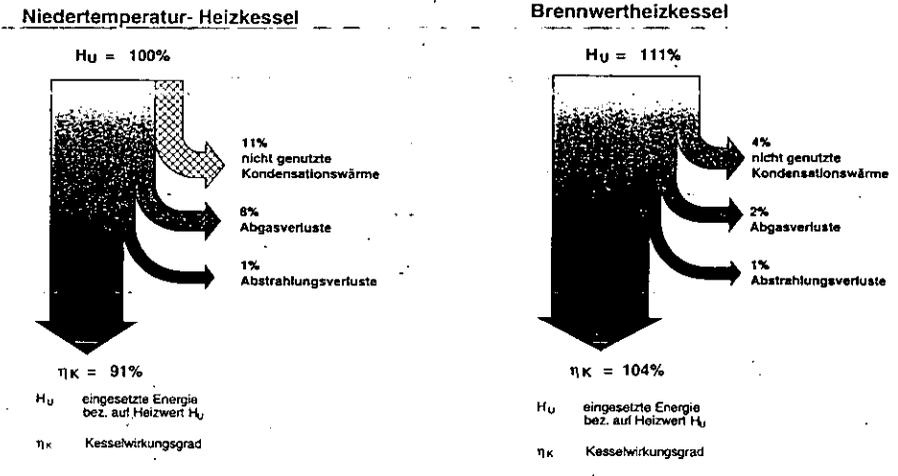


Abb. 2: Energieausnutzung eines Gasheizkessels

## **Verordnungen**

### **Heizungsanlagen-Verordnung (HeizAnIV)**

Die neue geänderte HeizAnIV wurde im Juni 1993 vom Bundesrat verabschiedet. Aus den hier wesentlichen §§ 4 und 5 sei sinngemäß wiedergegeben:

#### **§ 4 Einbau und Aufstellung von Wärmeerzeugern**

(1) Die Nennwärmeleistung der Wärmeerzeuger (Öl- und Gasheizkessel) darf nicht größer sein als die nach anerkannten Regeln der Technik berechnete Heizlast der Gebäude, sofern nicht NT-Kessel, Brennwertkessel oder mehrere Wärmeerzeuger eingebaut sind.

(3) Zentralheizungen mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 70 kW sind mit Einrichtungen für eine mehrstufige oder stufenlos verstellbare Feuerungsleistung oder mit mehreren Wärmeerzeugern auszustatten. Ausgenommen sind Brennwertkessel und Wärmeerzeuger, die überwiegend mit festen Brennstoffen betrieben werden.

(4) Die Anforderungen nach den Absätzen 1 und 3 sind bei Zentralheizungen mit einer Nennwärmeleistung

1. von mehr als 70 kW bis zu 400 kW, die
  - a) vor dem 1. Jan. 1973 errichtet worden sind, bis zum 31. Dez. 1994
  - b) vom 1. Jan. 1973 bis 30. Sept. 1978 errichtet worden sind, bis zum 31. Dez. 1996
2. von mehr als 400 kW, die
  - a) vor dem 1. Jan. 1973 errichtet worden sind, bis zum 31. Dez. 1995
  - b) vom 1. Jan. 1973 bis 30. Sept. 1978 errichtet worden sind, bis zum 31. Dez. 1997

nachträglich zu erfüllen.

#### **§ 5 Begrenzung von Betriebsbereitschaftsverlusten**

(1) Zentralheizungen mit mehreren Wärmeerzeugern sind mit wasserseitig wirkenden Einrichtungen zu versehen, die Verluste durch nicht in Betriebsbereitschaft befindlichen Wärmeerzeugern selbsttätig verhindern; für Wärmeerzeuger mit festen Brennstoffen und Dampfkessel der Gruppen III und IV im Sinne des § 4 Abs. 3 und 4 der Dampfkessel-VO brauchen diese Einrichtungen nicht selbsttätig zu wirken.

(2) Vor dem 1. Oktober 1978 eingebaute Zentralheizungen mit mehreren Wärmeerzeugern sind bis zum 31. Dez. 1995 mit Einrichtungen nach Absatz 1 nachzurüsten.

(3) Wärmeerzeuger sind nach den anerkannten Regeln der Technik gegen Wärmeverluste zu dämmen. Satz 1 gilt für solche Wärmeerzeuger als erfüllt, die mit dem CE-Zeichen und der EG-Konformitätserklärung nach § 3 versehen und in der EG-Konformitätserklärung als Standardheizkessel, Niedertemperatur-Heizkessel oder Brennwertkessel ausgewiesen sind.

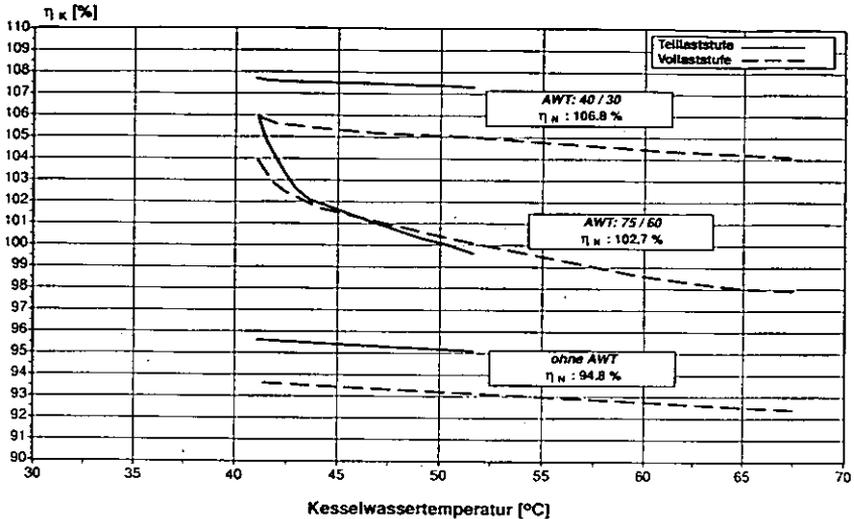


Diagramm 2: Kessel-Wirkungsgrade -Heizkessel gleitend, AbgasWärmeTauscher gleitend-

### Heizkesselanlagen-Variationen

Für ein Krankenhaus mit einem Wärmebedarf von 1100 kW und einer täglichen Trinkwassererwärmung von 860 kWh wurden Beispielrechnungen nach *Tabelle 2* erstellt.

Die Beispielrechnungen wurden mit einem Wärmemengen-Analyse-Programm durchgeführt, daß alle wesentlichen Gebäude-, Anlagen- und Verbraucherspezifischen Faktoren erfassen kann und auch die klimatischen Bedingungen von fünf Jahren berücksichtigt. In *Abb. 3-6* ist der Ausdruck für Variante 05 wiedergegeben

Die Varianten wurden mit gleichen Anlagenparametern gerechnet, wodurch die Auswirkungen der unterschiedlichen Kesselanlagen-Ausstattungen - die Fett hervorgehoben wurden - auf die Jahresnutzungsgrade  $\eta_{a,K}$  deutlich werden. Folgende zusätzliche Erläuterungen seien gegeben.

Bei der Betrachtung der Jahresnutzungsgrade  $\eta_{a,Jahr}$  ist zu berücksichtigen, daß die angenommenen TWE-Verteilungsverluste mit eingehen.

Die Jahresnutzungsgrade für Varianten 03 und 04 wurden für Brennerschaltfolgen 1-2-3-4 ermittelt. Die teillastparallele Folge 1-3-2-4, bei der zuerst die ersten Stufen beider Brenner geschaltet werden, würde unter Berücksichtigung von leicht erhöhtem  $q_B$  zwar noch einen Nutzungsgradvorteil von ca. 0,8 %-Punkten bringen, der aber von der auch zu berücksichtigenden erhöhten Brennerstrommenge von ca. 0,15 %-Punkten überkompensiert (Annahme: Gas 0,04 DM/kWh -Strom 0,25 DM/kWh) würde.

Var.	Heizkessel Typ	Leistung [KW]	Betr.	Feuer,	AWT	Einsatz Hzg.	Einsatz TWE	Eta,K [%]	q,B [%]	Eta,Jahr [%]	Feuerungswärme MWh/a	[%]
01	Alt Alt	1000 1000	kon kon	2-st. 2-st	nein nein	ja ja	ja ja	88,0-89,0 89	3,0 3,0	75,9	2488 294	100
02	Alt Alt	1000 1000	kon kon	2-st 2-st	nein nein	ja ja	ja ja	88,0-89,0 89	1,3 1,3	81,5	2348 242	93
03	GK 605 GK 605	600 600	kon kon	2-st 2-st	nein nein	ja ja	ja ja	92,1-94,4 92,1-94,4	0,23 0,23	89,4	2030 333	85
04	GE 605 GE 605	600 600	glt glt	2-st 2-st	nein nein	ja ja	ja ja	92,5-95,7 92,5-95,5	0,1 0,12-0,16	90,4	2007 331	84
05	GE 605 GE 605	600 530	glt glt	2-st 2-st	ja nein	ja ja	ja nein	101,1-107,3 92,5-95,5	0,17 0,12-0,16	98,2	2007 145	77
06	GE 605 GE 605	600 530	glt glt	mod 2-st	ja nein	ja ja	ja nein	101,5-107,7 92,5-95,5	0 0,12-0,16	98,8	1993 145	76,6

Tabelle 2: Beispielrechnungen Heizkessel-Variationen

Legende:	kon	:	konstante Kesselwassertemperatur von 70 °C
	glt	:	gleitende Kesselwassertemperatur
	2-st	:	zweistufige Feuerung 100/60 %
	mod	:	modulierende Feuerung 100 -> 20 %
	AWT	:	AbgasWärmeTauscher twe 40 °C
	Eta,K	:	Kesselwirkungsgrad
	q,B	:	Betriebsbereitschaftsverlust
	Eta,Jahr	:	Anlagen-Jahresnutzungsgrad

ANLAGENSPEZIFISCHE DATEN:

Art der Anlage:	Neu-Anlage
Klimazone:	Hannover
Gebäude:	Krankenhäuser
Wärmebedarf:	1100 kW
Brennstoffverbrauch:	
Heizwert:	
tägliche Dauer des Heizbetriebes:	24 h
Heizkreisauslegung:	70/50 °C
Regelungstechnische Ausstattung:	Witterungsgef. Vorlauftemperatur-Regelung mit Thermostatventilen
Raumtemperatur: (Heizbetrieb)	22 °C
Raumtemperatur: (eingeschr. Betrieb)	15 °C
Brauchwasser-Temp.:	60 °C
tägl. Brauchwasserwärme:	870.0 kWh

KLIMADATEN:

Häufigkeitsverteilung der mittl. Außentemp. für das/die Jahr(e): 1983 - 1988	
Heizgrenze: 15 °C	mittlere Gradtagzahl: 3782 Kd
tiefste Außentemp.: -14 °C	Anzahl der Heiztage: 255 d

**KESSELSPEZIFISCHE DATEN:**

Heizkessel	Leistung [kW]	Betriebs- weise	Feuerungsart	Einsatz-Bereich		
				Heizen	BW	AWT
BUDERUS GE 605	600	gleitend	zweistufig	ja	ja	ja
BUDERUS GE 605	530	gleitend	zweistufig	ja	nein	nein

**BETRIEBSZEITRÄUME:** Heizung: 01.09-31.05    Brauchwasser: 01.01-31.12

**LEGENDE:**

Phi,H:	Heizkreisbelastung
Phi,K:	Kesselkreisbelastung
t,A :	Außentemperatur
t,K :	mittlere Kesselwassertemperatur
t,FB :	Feuerungsbetriebszeit
t,FS :	Feuerungsstillstandszeit
z' :	Häufigkeit der Außentemperatur
Q,H :	Heizwärmemenge
Q,F :	Feuerungswärmemenge
n :	Anzahl der Feuerungsstufen
Eta,K:	Kesselwirkungsgrad
q,B :	Betriebsbereitschaftsverlust

Klimadaten			Heizkessel 1: BUDERUS GE 605 mit AWT									
t,A [°C]	Phi,H [%]	z' [d]	Phi,K [%]	t,K [°C]	Eta,K [%]	q,B [%]	n [ ]	Q,H [kWh]	t,FB [h]	t,FS [h]	Q,F [kWh]	n [ ]
-14	100.0	1	100.0	65.0	101.1		2	9527	16.1		9660	2
-13	97.2	2	100.0	64.7	101.3		2	9524	16.1		9649	2
-12	94.4	1	100.0	64.4	101.4		2	9519	16.1		9636	2
-11	91.7	2	100.0	64.2	101.6		2	9515	16.1		9625	2
-10	88.9	2	100.0	63.9	101.7		2	9511	16.1		9613	2
-9	86.1	1	100.0	63.6	101.8		2	9506	16.1		9608	2
-8	83.3	1	100.0	63.3	101.9		2	9501	16.1		9597	2
-7	80.6	2	100.0	63.1	102.1		2	9495	16.1		9585	2
-6	77.8	2	100.0	62.8	102.2		2	9489	16.1		9573	2
-5	75.0	3	100.0	62.5	102.4		2	9483	16.1		9562	2
-4	72.2	5	100.0	62.2	102.4		2	9475	16.1		9557	2
-3	69.4	5	100.0	61.9	102.6		2	9468	16.1		9546	2
-2	66.7	5	100.0	61.7	102.7		2	9459	16.1		9534	2
-1	63.9	8	100.0	61.4	102.9		2	9450	16.1		9523	2
0	61.1	8	100.0	61.1	103.0		2	9439	16.1		9511	2
1	58.3	13	100.0	60.8	103.2		2	9427	16.1		9500	2
2	55.6	13	100.0	60.6	103.2		2	9414	16.1		9495	2
3	52.8	13	96.8	60.3	103.4		2	9103	14.8		9178	2
4	50.0	15	91.7	60.0	103.5		2	8652	12.9		8717	2
5	47.2	15	86.6	59.7	103.7		2	8202	11.1		8258	2
6	44.4	16	81.5	59.4	103.8		2	7750	9.2		7798	2
7	41.7	18	76.4	59.2	103.9		2	7299	7.4		7342	2
8	38.9	16	71.3	58.9	104.0		2	6868	5.5		6888	2
9	36.1	15	66.2	58.6	104.2		2	6436	3.6		6436	2
10	33.3	14	61.1	58.3	104.3		2	6005	1.8		5987	2
11	30.6	15	56.0	58.1	107.2	0.17	1	5574	15.1	8.9	5551	1
12	27.8	12	50.9	57.8	107.3	0.17	1	5143	13.8	10.2	5135	1
13	25.0	14	45.8	57.5	107.3	0.17	1	4712	12.6	11.4	4718	1
14	22.2	10	40.7	57.2	107.3	0.17	1	4281	11.3	12.7	4302	1
15	19.4	8	35.6	56.9	107.3	0.17	1	3850	10.1	13.9	3887	1
Sommer (BW)		110	100.0	80.0	92.0	0.28	2	95700	1.5	22.5	114290	2

Proj.-Nr. : 05  
 Proj.-Bez.: Muster 05

Seite: 1  
 Datum: 12.07.1993

Abb. 5: BWMA - Kesselberechnung

ERGEBNISSE

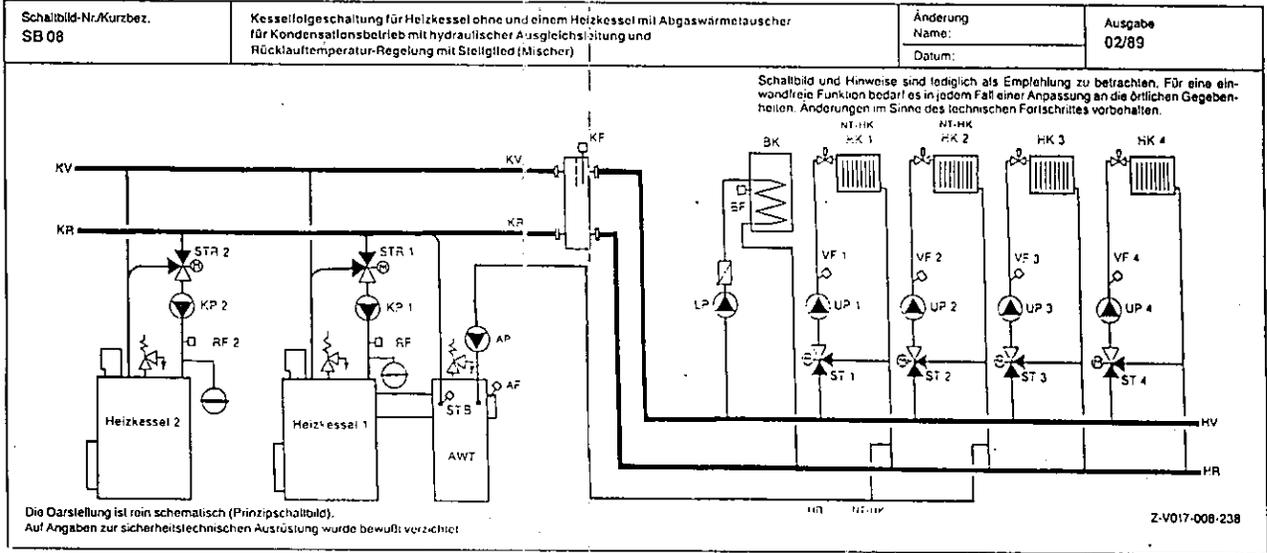
ZUSAMMENSTELLUNG DER WÄRMEMENGEN:

Heizkessel Kurz-Bezeichnung	Winterbetrieb			Sommerbetrieb	
	Heizwärme [kWh]	Brauchwa. [kWh]	Feu.-wärme [kWh]	Heizwärme [kWh]	Feu.-wärme [kWh]
GE 605	1662405	220110	1892842	95700	114290
GE 605	134953		145632		

NUTZUNGSRADE:

Betriebsart	Heizwärmemenge [kWh/a]	Feuerungswärmemenge [kWh/a]	Nutzungsgrad [%]
Heizen	1797358		
Winter Brauchwasser	220110	2038474	99.0
Sommer Brauchwasser	95700	114290	83.7

Jahresnutzungsgrad: 98.2%



**Abb. 7:** Schaltbild einer Zweikesselanlage mit nachgeschaltetem AbgasWärmeTauscher

Weitere Hinweise zu heutigen Heizkesselanlagen und ein Blick auf mögliche Kosten-/Nutzenrelationen bei Brennwertanlagen - *Tabelle 3* -.

Die geringen Strahlungs- und Bereitschaftsverluste heutiger Heizkessel führen bei maßvoller Überdimensionierung (F:ca.1...1.3) nicht zur Wirkungs-/Nutzungsgradminderung, sondern können im Gegenteil, bei Betrachtung des dynamischen Kesselverhaltens und in Verbindung mit Optimierungssystemen der nachgeschalteten Verbraucher, vorteilhaft sein.

Während bei Ölfeuerung einer solchen Überdimensionierung prinzipiell nichts im Wege steht, ist bei Gasfeuerungen auf den Gasliefervertrag zu achten. Diese Verträge können sehr unterschiedlich sein. Häufig werden von den GUV's Leistungspreise erhoben, die bei 10,- DM/installierte kW x Monat liegen können.

In wie weit die in Tabelle 3 angegebenen günstigen Bedingungen für Brennwertnutzung im Einzelfall vorliegen, muß geprüft werden.

Wie eine Zweikesselanlage mit einem AbgasWärmeTauscher aussehen kann, zeigt *Abb.7*. Der Aufbau und die Auslegung von Kesselkreisen wird von der Kesselkonstruktion und den Erfordernissen der Verbraucheranlage bestimmt. Im Interesse niedriger Umwälzenergie sind geringe wasserseitige Volumenströme und Widerstände anzustreben. Die hier von einzelnen Heizkesseln gebotenen Möglichkeiten können verschiedentlich wegen vorrangig höherer Anforderungen der Verbraucher nicht genutzt werden.

<b>Wärmeleistung</b>					
Anlage		kW	1000	2000	3000
Heizkessel		2 x kW	500	1000	1500
AWT	twe 40 °C	1 x kW	50	100	150
<b>Feuerungswärmemenge</b>					
Anlage		MWh/a	2100	4200	6300
AWT	twe 40 °C	MWh/a	189	378	567
<b>Kosteneinsparung durch AWT</b>					
Gas- Leistung (120 DM/kW x a)		DM/a	6000	12000	18000
Gas- Arbeit ( 40 DM/MWh)		DM/a	7560	15120	22680
	<b>Gesamt</b>	<b>DM/a</b>	<b>13560</b>	<b>27120</b>	<b>40680</b>
<b>Mehr - Investition für AWT</b>		ca. DM*	25000	33000	40000
* = AWT, Neutralisation, Umwälzpumpe Abgasanlage wurde nicht berücksichtigt, da gleicher Aufwand wie für Schornsteinanlage angenommen					

Tabelle 3: mögliche Kosten-/ Nutzenrelationen bei Brennwertanlagen

Klaus Müller, Buderus-Heiztechnik GmbH  
Niederlassung Hannover  
Stahlstraße 1  
30916 Isernhagen,

## **Abnahme und Überwachung von Heizungsanlagen**

Das Schornsteinfegerhandwerk als beliehenes Handwerk führt für den des Staat hoheitliche Aufgaben durch. Unter anderem sind dies:

Abnahme von Feuerungsanlagen

Alle 5 Jahre Feuerstättenschau

Jährliche Überwachung von Feuerstätten gemäß der 1. BImSchV (Kleinf Feuerungsverordnung)

### **Abnahme von Feuerungsanlagen**

Der Bez.-Schornsteinfegermeister wird in Bezug der Abnahmetätigkeit aufgrund der Bauordnungen tätig. Nach Paragraph 40 Abs. 8 der Niedersächsischen Bauordnung dürfen Feuerungsanlagen, auch wenn sie geändert worden sind, nur in Betrieb genommen werden, wenn der zuständige Bez.-Schornsteinfegermeister eine Bescheinigung über ihre sichere Benutzbarkeit ausgestellt hat.

Bei der Bescheinigung der sicheren Benutzbarkeit von Feuerstätten beurteilt der Bez.-Schornsteinfegermeister nur die brand- und feuerungstechnische Betriebssicherheit der Feuerungsanlage. Hierzu gehören:

Abstände von brennbaren Bauteilen oder Bauteilen mit brennbaren Baustoffen zur Feuerstätte, Verbindungsstück und Schornstein bzw. Abgasleitung

Richtige Abstimmung der gesamten Feuerungsanlage aufeinander, in Bezug der Abmessungen und Materialauswahl

Richtiger Anschluß der Feuerstätte an das Verbindungsstück und Schornstein, bzw. Abgasanlage mit Dichtigkeitsproben

Einbau der erforderlichen Einrichtung z. B. Prüf- und Reinigungsöffnungen und erforderlichenfalls Kondensatentsorgungseinrichtungen

Schornsteinhöhen über Dach

Dabei richtet sich der Bez.-Schornsteinfegermeister nach dem geltenden Baurecht und dem nachgeschalteten technischen Regelwerk.

Besonders zu nennen sind hier:

01. Landesbauordnung (BauO)
02. Durchführungsverordnung zur BauO
03. Feuerungsverordnung (FeuVo)
04. Ausführungsanweisung zur FeuVo
05. Erlasse der obersten Bauaufsichtsbehörde
06. Erlasse und Bestimmungen der zuständigen Wasserbehörden (Bei Brennwertfeuerstätten)
07. Allgemein bauaufsichtliche Zulassungen
08. Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde, z.B. unter Hinzuziehung von Gutachten eines anerkannten Sachverständigen
09. Kehr- und Überprüfungsordnungen
10. Technische Regelwerke, insbesondere
  - DIN 18 160 Teil 1 "Hausschornsteine; Anforderungen, Planung und Ausführung"
  - DIN 18 160 Teil 2 "Hausschornsteine; Verbindungsstücke; Anforderungen, Planung und Ausführung"
  - DIN 4705 "Berechnung von Schornsteinabmessungen"
  - DVGW - TRGI 86, "Technische Regeln für Gasinstallationen"
11. Aufstellanweisungen der Hersteller, die nach den Zulassungsbescheiden oder Prüfnormen für die Feuerstätten, Schornsteine oder Abgasanlagen erstellt sind.

#### **Anforderungen an Feuerstätten, Verbindungsstücke, Schornsteine und andere Abgasanlagen**

##### **Feuerstätten**

Feuerstätten gelten immer als betriebs- und brandsicher, wenn sie:

- eine DIN Nummer,
- ein DIN - DVGW oder das DIN - Prüf- und Überwachungszeichen,
- eine Baumusternummer,
- das EWG - Übereinstimmungszeichen besitzen
- oder über sie ein Zulassungsbescheid vom Institut für Bautechnik besteht.

Zur Zeit besteht keine gültige Norm über Öl- Brennwert- Feuerstätten, so daß für die Beurteilung der sicheren Benutzbarkeit dieser Feuerstätten immer ein Zulassungsbescheid oder eine Zustimmung im Einzelfall, in der Regel auf der Basis von Gutachten, vorliegen muß.

Auf die Anforderungen, die an die Aufstellräume bzw. Heizräume gestellt werden, in denen die Feuerstätte installiert wird, soll hier nicht weiter eingegangen werden. In Niedersachsen werden die Anforderungen an Heizräume in der NFeuVo geregelt. Die genaue Auslegung der Be- und Entlüftungen kann entsprechend der hier genannten Rahmenbedingungen nach den alten Heizraumrichtlinien bzw. dem Abschn. 5.3 "Heizräume " der DVGW - TRGI 86 erfolgen.

### **Verbindungsstücke**

Verbindungsstücke sind entsprechend der DIN 18 160 T2 einzubauen. Zusatzeinrichtungen, wie z.B. Abgasfilter, Schalldämpfer und Wärmetauscher dürfen nur eingebaut werden, wenn sie bei der feuerungstechnischen Bemessung berücksichtigt sind. Hierfür muß über diese Beuteile folgendes Wertetripel bekannt sein:

Förderdruckbedarf

und

Abgastemperatur.

---

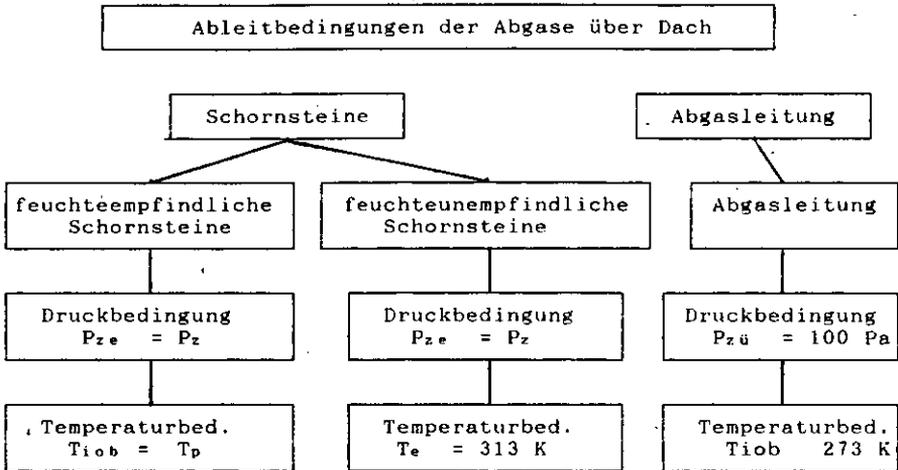
### **Schornsteine und Abgasleitungen**

Für die Ableitung der Abgase über Dach bieten sich unterschiedliche Systeme an.

Dies sind die Ableitung der Abgase im Unterdruck mit herkömmlichen Schornsteinen oder die Ableitung der Abgase im Überdruckbereich mit dichten Abgasleitungen.

Bei den herkömmlichen Schornsteinen unterscheidet man heute zwischen feuchtigkeitsempfindlichen und feuchtigkeitsunempfindlichen Schornsteinen.

Je nach Ausführungsart sind die erforderlichen Temperatur- und Druckbedingungen zu beachten.



Es bedeutet:

$P_{ze}$  = notwendiger Unterdruck an der Abgaseinführung

$P_z$  = Unterdruck an der Abgaseinführung in den Schornstein

$P_{zu}$  = Überdruck in der Abgasleitung

$T_{iob}$  = Innenwandtemperatur an der Schornsteinmündung

$T_p$  = Wasserdampftaupunkttemperatur

$T_e$  = Temperatur an der Einführung in den Schornstein

### Schornsteine

Für den Anschluß moderner Heizkessel sind gut wärmedämmte Schornsteine am besten geeignet. Dies sind mehrschalige Schornsteinsysteme. Für Feuerstätten mit besonders niedrigen Abgastemperaturen sind feuchtigkeitsunempfindliche Schornsteine zu empfehlen und für den Anschluß von Brennwertfeuerstätten erforderlich.

Bei den feuchtigkeitsunempfindlichen Schornsteinen gibt es zwei unterschiedliche Systeme

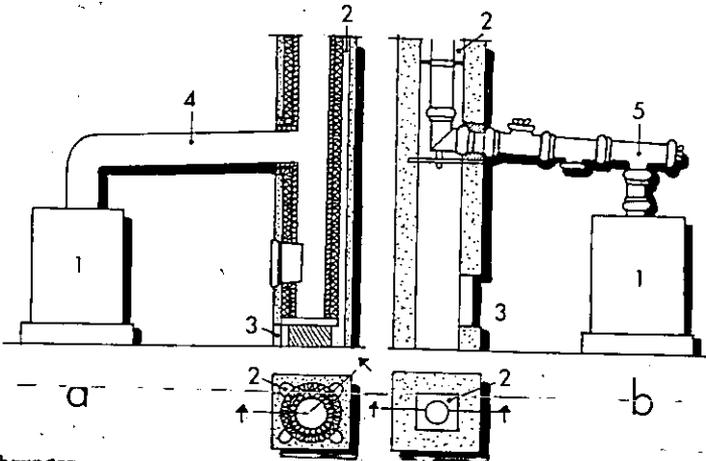
#### Schornsteinbauart mit dampfdichter Innenschale

Hierbei handelt es sich um einen Schornstein mit dreischaliger Bauweise; den Schornstein, Wärmedämmung und der dampfdichten Innenschale.

### Schornsteinbauart mit Hinterlüftung

Dieser Schornstein besteht ebenfalls aus drei Schalen. Die Innenschale ist bei diesem System allerdings nicht dampfdicht. Bei anfallendem Kondensat findet eine Diffusion durch die Innenschale statt. Die durch das Innenrohr dringende Feuchtigkeit gelangt in die zweite Schale der Wärmedämmung und wird von hier über die Hinterlüftung ins Freie transportiert.

Mehrschalige Schornsteine gelten nach den Bauordnungen der Länder als neue Bauart und gelten regelmäßig nur dann als tauglich, wenn über sie eine bauaufsichtliche Zulassung besteht.



### Abgasführungen

a feuchtigkeitunempfindlicher Schornstein b überdruckfeste Abgasleitung 1 Feuerstätte 2 Hinterlüftung 3 Lufteintritts-öffnung für Hinterlüftung 4 überdruckfestes Verbindungsleitung 5 Abgasleitung

Bereits vorhandene feuchtigkeitsempfindliche Schornsteine lassen sich durch eine entsprechende Sanierung auch nachträglich feuchtigkeitunempfindlich herstellen. Dies ist allerdings nur mit besonders hierfür bauaufsichtlich zugelassenen Innenschalen möglich.

Bei dem Anschluß von Heizungen an Schornsteine sind als wichtigste Anforderungen zu nennen:

1. Die in dem Zulassungsbescheid angegebene Mindesteintritts-temperatur der Abgase von 40 °C bzw. 60 °C muß eingehalten werden.
2. Der Schornstein muß für die anzuschließenden Feuerstätten entsprechend der DIN 4705 funktionell bemessen sein.

3. Werden die Abgase über ein dichtes Verbindungsstück im Überdruck gegenüber dem Aufstellraum zum Schornstein geleitet, muß der Überdruck spätestens bis zum Schornsteineintritt abgebaut sein.
4. An der Sohle des feuchtigkeitsunempfindlichen Schornsteines muß sich eine Kondensatabführung befinden.
5. Der Dampfdiffusionswiderstand der äußeren Schale des Schornsteins darf nicht größer, als der der inneren Schale sein.
6. Feuchtigkeitsunempfindliche Schornsteine müssen an der Schornsteinmündung mit einem Abströmrohr ausgestattet sein.

### Abgasanlagen

Abgasanlagen sind dazu bestimmt, die Abgase von Brennwert-Feuerstätten unter Überdruck über Dach abzuleiten. Abgasanlagen gelten ebenfalls als neue Bauart und bedürfen bei ihrer Verwendung eine Zulassung.

Im Zulassungsbescheid wird der Anwendungsbereich der Abgasanlage entsprechend der Prüfung beschrieben. Die Abgasanlage kann allgemein für alle passenden Brennwert-Feuerstätten oder für die mit ihr geprüften Feuerstätte zugelassen sein. Die Abgasanlage kann aber auch entsprechend der DIN 3368 Teil 7 als eine Einheit mit der Feuerstätte geprüft und registriert sein.

Das Errichten von Abgasleitungen ist nach der NBauO baugenehmigungsbedürftig.

Die an die Abgasleitungen zu stellenden Anforderungen sind aus den Zulassungsbescheiden zu entnehmen. Die wichtigsten Anforderungen sind:

1. Die Abgastemperatur der anzuschließenden Feuerstätte darf die max. zulässige Abgastemperatur der Abgasleitung nicht überschreiten.
2. Die in der Zulassung angeführte max. zulässige Länge der Leitung darf nicht überschritten werden.
3. Der erforderliche Durchmesser der Abgasleitung ist entweder mit den in den Zulassung angegebenen Tabellen, oder entsprechend der DIN 4705 zu ermitteln.
4. Abgasanlagen dürfen innerhalb von Gebäuden nur innerhalb von eigenen, längsbelüfteten Schächten, die den regelmäßigen baulichen Anforderungen der DIN 18 160 T1 entsprechen, angeordnet werden. Außerhalb von Gebäuden kann unter gewissen Umständen auf die Anordnung in Schächten verzichtet werden.
5. Zwischen dem Schacht und der Abgasleitung muß der in der Zulassung angegebene erforderliche Hinterlüftungsquerschnitt vorhanden sein. Der Abstand zwischen dem größten Außenmaß der Leitung und der Innenseite des Schachtes oder Kanals muß

- bei rundem lichten Querschnitt der Abgasleitung im Schacht oder Kanal mit rechteckigem Querschnitt min. 2 cm

und

- bei rundem lichten Querschnitt der Abgasleitung im Schacht oder Kanal mit rundem lichten Querschnitt min. 3 cm betragen.
- 6. Die Abgasleitungen sind so zu verlegen, daß das anfallende Kondensat in die Feuerstätte oder über einen Syphon abgeleitet wird.
- 7. Abgasleitungen müssen wie Hausschornsteine über die höchsten Kanten von Dächern geführt werden.
- 8. Abgasleitungen müssen dicht sein. Die Gasdurchlässigkeit der Abgasleitung darf bei einem statischen Überdruck von 1 000 Pa an ihrer Oberfläche gegenüber der äußeren, bezogen auf die innere Oberfläche,  $50 \text{ l}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  nicht überschreiten.
- 9. Abgasleitungen müssen gemäß der Zulassungen mit Prüf- und Reinigungsöffnungen ausgestattet sein.
- 10. Abgasleitungen außerhalb von Kanälen müssen von Bauteilen aus oder mit brennbaren Baustoffen mindestens einen Abstand von 40 cm haben; der Abstand darf 10 cm betragen, wenn die Abgasleitung mit mindestens einer 2 cm dicken, nicht brennbaren Wärmedämmung versehen ist.
- 11. Abgasleitungen in Schächten sind an der Mündung mit einer Abdeckung zu versehen, die das Eindringen von Niederschlag in den Hinterlüftungsquerschnitt verhindert. Die Abdeckung muß ohne Werkzeug abnehmbar und gegen Herabfallen gesichert sein. An der Abgasleitung selbst darf keine Abdeckung angebracht werden.

#### Überwachung von Heizungsanlagen

Vom Schornsteinfegerhandwerk werden gemäß der 1. BImSchV alle Heizungsanlagen überwacht, die nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz nicht genehmigungsbedürftig sind.

Überwacht werden Heizungsanlagen, die mit den Brennstoffen Gas und Öl betrieben werden. Wobei ölbetriebene Heizungsanlagen bis zu einer Leistung von 5 000 kW und gasbetriebene Heizungen bis 10 000 kW vom Schornsteinfegerhandwerk regelmäßig überwacht werden.

Die Überwachungen sind innerhalb von 4 Wochen nach Inbetriebnahme oder wesentlicher Änderung und dann kalenderjährlich einmal durchzuführen.

Folgende Anforderungen werden nach der 1. BImSchV überwacht:

Auswurfbegrenzungen

Paragraph 9 "Ölfeuerungsanlagen mit Zerstäubungsbrenner"		
Rußzahl	Ölfeuerungsanlage, ab 1. Oktober 1988 errichtet oder wesentlich geändert	RZ 1
	Ölfeuerungsanlage, bis 30. September 1988	RZ 2
Ölderivate		frei

Öl- und Gasfeuerungsanlagen

Grenzwerte ab 1. Oktober 1993

Paragraph 11 "Begrenzung der Abgasverluste"			
Nennwärmeleistung in kW	Tag der Errichtung oder wesentlichen Änderung		
	bis 31.12.1982	1.1.1983 bis 30.9.1988	ab 1.10.1988
über 4 bis 25	15	14	12
über 25 bis 50	14	13	11
über 50	13	12	10

Die Messungen sind gemäß der Anlage 3 zur 1. BImSchV im Kernstrom der Abgase vorzunehmen. Um die zusammengehörende Abgastemperatur und Sauerstoff- bzw. Kohlendioxidgehalt der Abgase für die Bestimmung der Abgasverluste gemeinsam messen zu können sind Kombinationsmeßsonden erforderlich.

Die Bestimmung der Abgasverluste erfolgt nach der erweiterten Siegert'schen Formel.

Literatur

- 1. BImSchV
- ZIV Dokumentation Brennwertechnik

Gerhard Kahler Dipl.-Ing.  
 Bez.-Schornsteinfegermeister  
 Schnabelstr. 18  
 3000 Hannover

**Beratung des Abnehmers**  
**"Krankenhaus"**  
**über Lieferung von Versorgungsmedien**  
**vor Vertragsabschluß**

von E. Dittrich, Neubiberg

**1. Einleitung**

Das Energierecht der Bundesrepublik Deutschland basiert weiterhin auf dem Energiewirtschaftsgesetz vom 13.12.1935. Aufgrund der historischen und technischen Entwicklungen sowie der Zunahme der öffentlichen Leitungswege sind relativ starre Vertragsbeziehungen mit den Versorgungsunternehmen vorherrschend.

Zum Zeitpunkt der Standort-Voruntersuchung und der Krankenhausplanung zeigen sich Versorgungsunternehmen relativ aufgeschlossen, ja teilweise verunsichert, wenn Versorgungsvarianten behandelt werden.

Nach Abschluß der Anschluß- und Lieferbedingungen werden Bedarfs- und Preis Anpassungen meist formell und sehr zögerlich behandelt.

**2. Stromversorgung**

Im Rahmen der Sondervertrags-Vereinbarungen sind folgende wesentliche Kriterien von Bedeutung:

Vollversorgung (Regellieferung) nach Norm- bzw. Formularverträgen.

Elektrowärme-Sonderabkommen, z.B. für Speicherheizung, vollelektrische Küche, Wärmege-  
räte.

Preisregelungen alternativ mit unterschiedlicher Preischarakteristik (flach - steil) und/oder  
Staffelpreisregelungen.

Zusatz- und Reservestromversorgung bei Betrieb von Eigenkraftanlagen.

Einspeisung elektrischer Arbeit aus erneuerbarer Energie in das öffentliche Netz.

Gegenseitigkeits-Lieferverträge z.B. bei Einspeisung elektrischer Arbeit aus Eigenanlage mit  
bestellter Leistungsgarantie.

#### 4. Fernwärmeversorgung

Mit Einführung der Allgemeinen Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme vom 20.06.1980 wurde erstmalig dieser Wärmeträger mit den vergleichbaren AVB's geregelt. Nicht zu verwechseln ist dieser Versorgungsbereich mit sogenannten Nahwärmekonzepten bzw. der eigenständig gewerblichen Lieferung von Wärme und Warmwasser gemäß § 1, Abs. 1, Ziff. 2, der Heizkostenverordnung, in der Fassung vom 20.01.1989.

Erstmals in der Historie wurde diesem Energieträger in § 24 eine preisbegrenzende Bestimmung eingearbeitet, nach der Preisänderungsklauseln nur so ausgestaltet sein dürfen, daß sie sowohl die Kostenentwicklung bei Erzeugung und Bereitstellung der Fernwärme durch das Unternehmen, als auch die jeweiligen Verhältnisse auf dem Wärmemarkt angemessen berücksichtigen.

Damit ergibt sich eine Wettbewerbskonditionierung, die die anderen Energieträger bei ihrer Preisentwicklung berücksichtigen muß.

In keinem anderen Bereich der leitungsgebundenen Energie wurden so viele kartellrechtliche Prüfungsverfahren durchgeführt, wie bei der Fernwärme.

Die wesentlichen Vertragsbestandteile lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Preisgestaltung nach Leistungs- und Arbeitspreis

Technische Versorgung individuell nach den örtlichen Gegebenheiten

Vertragslaufzeiten meist 10 Jahre mit jeweils 5-jähriger Verlängerung

Spezifische Rechtsgrundlagen, Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) § 103

---

#### 5. Wasserversorgung

Die Wasserversorgung und gleichzeitig Abwasserentsorgung beinhalten die größten Potentiale zukünftiger Preissteigerungsraten.

Die spezifischen Konditionen werden auf der unteren kommunalen Ebene den Stadtwerken oder Zweckverbänden mittels Satzungen geregelt.

Preisregelungen mit mengenabhängigen Staffeln sind politisch unerwünscht.

Besondere Beachtung für den Krankenhausträger stellen die Wassermengen dar, die nicht in das Abwassernetz geleitet werden (z.B. Dampferzeugung, Wäscherei, Befeuchtung). Die weit aus überwiegende Anzahl der örtlich zuständigen Satzungen berücksichtigt wegen des angeblich anzuwendenden Gleichheitsgrundsatzes derartige Mengen nicht. Abwassermessungen sind wegen baurechtlicher Vorschriften für Regenwassereinleitung und Feststoffanteile im Abwasser selbst problembehaftet. Daher sind nicht selten Verwaltungsverfahren erforderlich, um eine verursachungsgerechte Kostenbelastung des Krankenhausträgers zu erzielen.

#### 6. Heizöl- und Flüssiggasversorgung

Die nicht leitungsgebundenen Energieträger stehen im freien Wettbewerb.

Bezugsverträge mit Brennstoffhändlern zeigen neben der erhöhten Versorgungssicherheit gleichzeitig Bezugskostenminimierung für den Fall, daß dem Brennstoffhandel ein zeitlicher Spielraum bei der Einlagerung zugestanden wird.

Technische Versorgungsarten (Bezug und Messung):

Mittelspannung - Mittelspannung  
Mittelspannung - Niederspannung  
Niederspannung - Niederspannung  
Niederspannung - Mittelspannung

Vertragszeiten:

Meist 5-jährige Erstlaufzeit mit 1-jähriger Verlängerung

Spezifische Grundlagen:

3. Verstromungsgesetz vom 13.12.1974  
Verordnung TR 4-67  
Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) §§ 26 und 103  
Vertikalentschließung der Kartellreferenten 10./11.06.1965  
Desgleichen Horizontalentschließung 18./17.11.1967  
Stromeinspeisegesetz ab 01.01.1991  
Verordnung über Konzessionsabgaben 01/92

Sonderverträge bestehen üblicherweise aus dem technischen Versorgungsvertrag, der Preisregelung und den Allgemeinen Versorgungsbedingungen (bis hin zu Schiedsgerichtsvereinbarungen).

### 3. Erdgasversorgung

Nachdem Verbrennungsverbote aus baurechtlichen Kriterien unzulässig sind, steht Erdgas (L + H) grundsätzlich im Wettbewerb, insbesondere im sogenannten Wärmemarkt. Erdgaspreise orientieren sich an der Hauptwettbewerbsenergie Heizöl EL, wobei die Handelsspanne zwischen Import- und Endabnehmerpreis bedenkliche Größenordnungen erreicht hat. Aus Gründen der Versorgungssicherheit besteht ein hoher Marktbedarf.

Erdgas-Sonderverträge weisen folgende wesentliche Bestandteile auf:

Heizgastarife nach Leistungs- und/oder Mengenzonen

Für Großkunden Vollversorgung und unterbrechbare Versorgung

Technische Versorgung je nach den örtlichen und technischen Gegebenheiten  
Niederdruck bis 100 mbar, Mitteldruck > 100 mbar bis 1,0 bar, Hochdruck > 1 bar.

Vertragslaufzeiten:

3 bis 10 Jahre, meist Erstlaufzeit 3 Jahre mit jährlicher Verlängerung.

Spezifische, rechtliche Grundlagen:

Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) §§ 26 und 103  
Vertikalentschließung der Kartellreferenten

## 7. Zusammenfassung

Die Vertragspflege bei der leitungsgebundenen Energie stellt eine wesentliche Voraussetzung dar, die mengenmäßige, zeitliche und wirtschaftliche Bezugssituation zu optimieren. Die Auffassung, solange Energiekosten vom Pflegesatz abgedeckt sind, bedürfen keiner Behandlung, hat sich zumindest seit diesem Jahr überlebt.

Die größere Regelungsdichte aus dem Umweltrecht macht es zwingend erforderlich, die vertraglichen Beziehungen mit den öffentlichen Energieversorgern flexibler zu gestalten.

Dies wird auch ein Erfordernis der Elektrizitätswirtschaft wegen der mittelfristig anstehenden Veränderungen im Kraftwerkspark. Der Erdgas- und Fernwärmemarkt wird bei Anwendung der Wärmeschutzverordnung (ab 01.01.1995) unter stärkeren Wettbewerbsdruck gegenüber dem Hauptenergieträger geraten.

Die Wasser-/ Abwasserkosten werden bereits kurzfristig zusätzliche Preissteigerungspotentiale nach sich ziehen.

## Literaturhinweise

Energierecht, Textsammlung, Vereinigung industrielle Kraftwirtschaft e.V., Essen, 1990

Betriebliche Energiewirtschaft, Hugel/Schmitz, RKW-Reihe betriebliche Versorgungsanlagen, Beuth-Verlag GmbH, Berlin

Wirtschaftlich investieren bei energetischen Anlagen, Hugel/Dittrich, RKW-Reihe betriebliche Versorgungsanlagen, Beuth-Verlag GmbH, Berlin

Verordnung über Allgemeine Bedingungen (AVB):

- Elektrizitätsversorgung von Tarifkunden vom 21.06.1990
- Gasversorgung von Tarifkunden vom 21.06.1979
- Versorgung mit Wasser vom 20.06.1980
- Versorgung mit Fernwärme vom 20.06.1980

Deutsches Umweltrecht, im Sinne des Themas: Abwasserabgabengesetz, Bundesimmissionsschutzgesetz, 1. Bundesimmissionsschutzverordnung, Energieeinspargesetz, mit jeweiligen Folge-Verordnungen

Gesetz zum Einigungsvertrag vom 31.08.1990, im Sinne des Themas: Kapitel V.

Statistisches Bundesamt, Fachserie 17, Reihe 2, Preise

Eckhard Dittrich  
Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
öffentliche bestellter und vereidigter  
Sachverständiger der IHK München  
für Heiz- und Energiekosten  
Postfach 1101, 85571 Neubiberg

## Dampf- und Kondensatwirtschaft im Krankenhaus

### 1. Einleitung

Wasser ist ein besonders gut geeignetes Medium zum Transport großer Energiemengen. Es ist ungiftig, leicht verfügbar und einfach aufzubereiten. Technisch relativ unkompliziert kann dieser Stoff erwärmt werden. In Abhängigkeit von apparativ gut beherrschbaren Temperaturen und Drücken ändert sich der Aggregatzustand. Erwärmtes Wasser nimmt beim Verdampfen ein Mehrfaches seines Flüssig-Wärmeinhalt als Verdampfungswärme auf. Dies gilt für technisch gebräuchliche Betriebsdrücke und Temperaturen. Beim Kondensieren wird die Verdampfungswärme als sogenannte latente Wärme abgegeben und die fühlbare Wärme ist dann die der Flüssigkeit, auch Kondensat genannt. Diese Wärme kann nur durch Leitung vermindert werden. Zum Beispiel beträgt der Wärmeinhalt von Wasserdampf bei einem Druck von 10 bar 2.777,5 kJ/kg und addiert sich wie folgt:

Wärmeinhalt des Wassers:

762,2 kJ/kg

Verdampfungswärme:

2.015,3 kJ/kg

Die Dampftemperatur beträgt 180 °C. Ebenfalls mit 10 bar ändert sich beim Verdampfen auch das Volumen von einem Liter Flüssigkeit auf das 172-fache. Der Wärmeträger Wasser verrichtet also auch sehr gut Arbeit, denn bei der Entspannung auf niedrigere Drücke wird dieses Verhältnis noch eindrucksvoller. Für die Versorgung im Krankenhaus sind zuerst die Wärmeträgerparameter Temperatur, Wärmeinhalt und die stoffliche Eigenschaft als Dampf wichtig.

### 2. Warum Dampf?

Primär wird im Krankenhaus Wasserdampf für den Direktverbrauch benötigt. Direktverbrauch heißt, Einleitung in den Verbrauchsapparat, wobei die Parameter Temperatur, Wärmeinhalt und stoffliche Eigenschaft getrennt oder auch gleichzeitig direkt am bedampften Material genutzt werden (z.B. Sterilisatoren). Durch abgelöste Verschmutzungen ist Kondensat aus Direktverbraucherem Abwasser und oft nicht wiederverwendbar. Indirekt verbrauchter Dampf kondensiert an Heizflächen. Die latente Wärme wird hauptsächlich abgegeben. Das Kondensat wird in der Regel wiederverwendet.

#### 2.1 Dampfreinheit

Die Anforderungen an die Dampfreinheit werden durch die Hygiene und durch Vorschriften und Richtlinien für den Betrieb der jeweiligen Verbraucher bestimmt. Grob unterschieden werden folgende Dampfqualitäten:

### 2.1.1 Heizdampf

#### Verwendung:

- für alle indirekt beheizten Verbraucher in der Küche, der Wäscherei, der Warmwasserbereitung, der Kälteerzeugung.
- selten noch für die Heizung.
- als Wärmeträger zur Beheizung weiterer Dampferzeuger für den Direktampf im Krankenhaus (siehe 2.1.2. und 2.1.3).
- für die direkte Verwendung in der Wäscherei, z.B.:  
Bedampfen von Finishern, Pressen, Bügeltischen und Reinigungsapparaten.

#### Anforderungen an das Kesselspeisewasser:

- salzhaltiges Speisewasser nach TRD 611 und TdTÜV-Merkblatt TCh 1453.
- Dosierung auch dampfflüchtiger Sauerstoffbindemittel.

#### Material für Dampferzeuger und Rohrleitungen:

- Normalstahlqualitäten z.B. H II, St. 37.0, St. 37.8A.
- Kondensableitungen wie Dampfleitungen aus St. 37.0

### 2.1.2 Reindampf

#### Verwendung:

- für den direkten Verbrauch in der Sterilisation, Luftbefeuchtung und Garautomaten in der Küche.

#### Anforderungen an das Kesselspeisewasser:

- salzfreies Speisewasser nach VdTÜV-Merkblatt TCh 1453.

#### Material für Dampferzeuger und Rohrleitungen:

- nichtrostender, austenitischer Stahl (z.B. 1.4571)

### 2.1.3 Reinstampf

#### Verwendung:

- für das Sterilisieren von Arzneimitteln.
- Dekontaminierung in der Virologie und Bakteriologie

#### Anforderungen an das Kesselspeisewasser:

- chemisch reines vollentsalztes Wasser aus separater Filtration.

#### Material für Dampferzeuger und Rohrleitungen:

- wie 2.1.2. - mit besonderer Schweißtechnik

## 2.2 Dampf/Kondensat- oder Heißwasserkreislauf

Indirekt beheizte Verbraucher können prinzipiell statt mit Dampf auch mit Hochdruck-Heißwasser oder Niederdruck-Heißwasser (Vorlauftemperaturen  $\leq 120$  °C) als Wärmeträger versorgt werden. Der geschlossene Heißwasserkreislauf ohne den besonderen Installationsbedingungen für das Fortleiten von Dampf und das Ableiten von Kondensat besitzt auch entscheidende Nachteile:

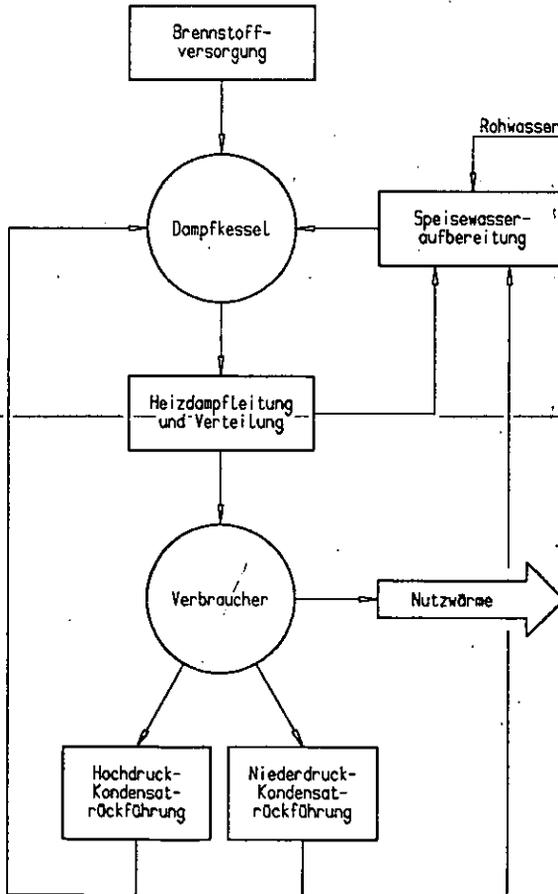
- Installation von sehr oft großen Umwälzpumpenleistungen. Der Dampfdruckverlust für den Antrieb des Wärmeträgerkreislaufs fehlt.
- Heißwasserkessel und Anschlußinstallationen müssen für sehr hohe Betriebsdrücke gebaut werden, wenn hohe Temperaturen an den Verbrauchern verlangt sind.
- Ungenau Temperaturregelungen an den Verbrauchern, weil nur der Wärmehalt des Wassers geändert werden kann. Das Zuordnen des Dampfdruckes und somit einer eindeutigen Heizflächentemperatur beim Kondensieren ist hier nicht möglich.
- Große Verbraucherheizflächen, weil die Wärmeübertragung aus der Flüssigphase an die Heizfläche je Einheit wesentlich kleiner ist als die Abgabe der latenten Wärme bei kondensierendem Dampf.

Die Vorteile des geschlossenen Heißwasserkreislaufes sind fehlende Ausdampfverluste und dadurch eine wesentlich vereinfachte Wasseraufbereitung um Leckageverluste zu decken. Vor allem aber für die Planung einer Gebäudeheizung ist die einfache und freizügig durchführbare Installation der Rohrleitungen und Placierung der Verbraucher entscheidend. Hier ist die Niederdruck-Heißwasseranlage Stand der Technik. In einem modernen Kesselhaus für die Versorgung einer Klinik stehen heute Niederdruck-Heißwasserkessel für das Heizungsnetz und Hochdruck-Dampfkessel für den sogenannten Brauch- oder Heizdampf.

Abschließend ein Wort zur Dimensionierung der Versorgungsrohrleitungen. Für das Fortleiten einer gleich großen Wärmemenge ist die Sattdampfleitung (Unterschied zum überhitzten Dampf siehe 3.4) meist nur eine Nennweitenstufe kleiner als die Heißwasserleitung. Das vielfach größere Dampfvolumen wird schneller bewegt ( $< 25$  m/s) als das Heißwasser ( $< 2$  m/s) in dem die zusätzliche Transportkapazität durch die Verdampfungswärme nicht gegeben ist, und somit nur die Differenz der fühlbaren Wärme für den Energietransport genutzt werden kann.

### 3.0 Der Heizdampfkreislauf

Bild 1:



Die Wirtschaftlichkeit dieses Kreislaufes ist durch den Anteil der chemisch gebundenen Energie im Brennstoff, der in Nutzwärme umgesetzt wird, beschrieben. Der Rest ist Verlust durch Strahlung, Leitung, Konvektion und Nachverdampfung innerhalb der Kondensatrückführung. Mit besonderer Berücksichtigung, daß Verluste soweit wie möglich verkleinert oder vermieden werden müssen, sind die Kreislauf-Komponenten folgend beschrieben:

### 3.1 Brennstoffversorgung

Hauptsächlich werden Erdgas und Leichtöl EL in Kesselhäusern deutscher Krankenhäuser verfeuert. Die Brennstofflager- und Transporteinrichtungen müssen TRD 411, 412, den DVGW- und TRbF-Vorschriften entsprechen.

### 3.2 Speisewasseraufbereitung

Das Zusatz- oder Frischwasser für den Dampf-Kondensatkreislauf deckt den Direkdampfverbrauch und die Verluste durch Kondensat-Nachverdampfung und Leckage.

Der Betrieb von Dampfkesselanlagen erfordert aufbereitetes, der TRD 611 und der VdTÜV-Richtlinie TCh 143 entsprechendes Speisewasser.

Die Anforderungen an die Kessel- und Speisewasserqualität sind abhängig von:

- Kesselbauart
- Heizflächenbelastung
- Betriebsdruck
- Verwendungszweck des Dampfes

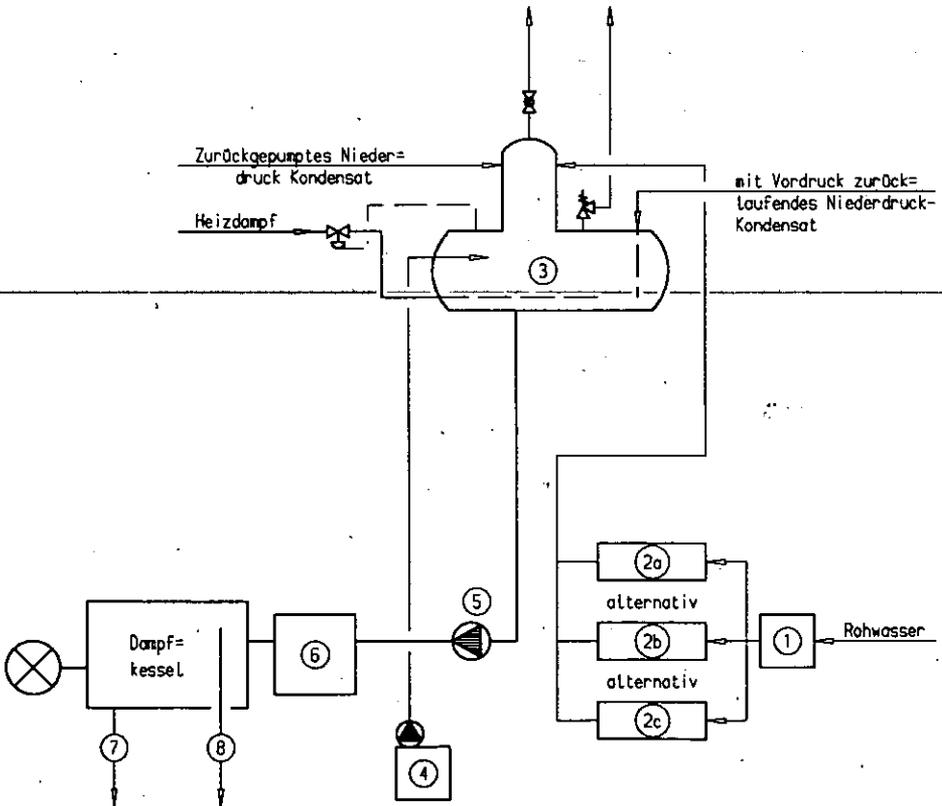
#### 3.2.1 Schädliche Stoffe und ihre Auswirkungen:

- Calcium- und Magnesiumsalze im Speisewasser führen über Kesselsteinbildung auf den Heizflächen zum Wärmestau, der abgesehen von der Wirkungsgradminderung Kühlungs-mangelschäden verursacht.
- Sauerstoff und Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) im Kessel- und Speisewasser sind verantwortlich für Korrosionen an wasserberührten Wandungen.
- Zu hoher Salzgehalt im Kesselwasser (Eindickung) bedeutet unruhige Verdampfung. Das Mitreißen von Wasser im Dampf führt über Salzablagerungen zu Querschnittsverengungen und Armaturenblockierung.
- Ölhaltiges Wasser erzeugt Kühlungs-mangel durch Ablagerungen und somit die gefürchtete Filmverdampfung mit durchgeglühten Heizflächen.
- Organische Substanzen begünstigen die Schaumbildung und damit das Mitreißen von Wasser.

### 3.2.2 Komponenten der Speiswasseraufbereitung

Das Rohwasser aus dem Versorgungsnetz wird zusammen mit dem Niederdruck-Kondensat wie folgt dargestellt aufbereitet und eingesetzt:

**Bild 2:**



**Legende:**

- 1. Feinfilter:** Zum Entfernen von Schwebstoffen und Verunreinigungen.
- 2a. Enthärtungsanlage:** Zur einfachen Enthärtung des Wassers werden sogenannte Na-Austauscher eingesetzt. Diese wandeln die härtebildenden Calcium- und Magnesiumsalze in leichtlösliche Natriumsalze um. Es erfolgt ein Austausch der Ionen. Dabei ändert sich nicht der Gesamtsalzgehalt im Wasser. Nach Sättigung der Austauscherharze mit Calcium- und Magnesiumionen ist der Austauscher erschöpft und muß mit Natriumchlorid regeneriert werden. Eine Doppelausführung dieser Anlagen ermöglicht diese Regeneration ohne Betriebsunterbrechungen.
- 2b. Entkarbonisierungsanlage** Die Wasserzusammensetzung bezüglich der Härtebildner besteht im allgemeinen aus der Karbonathärte und der Nicht-Karbonathärte, die zusammen als Gesamthärte ausgedrückt werden. Bei Wässern mit hohen Salzgehalten, insbesondere mit hoher Karbonathärte, kann es zu erheblichen Störungen im Betrieb, oder zu hohen Absalzverlusten kommen. Hier empfiehlt sich der Einsatz einer Teilentsalzungs- oder Entkarbonisierungsanlage. Diese bestehen aus einem schwachsauerem Kationen-Austauscher mit einem nachgeschalteten starksaurem Na-Austauscher. Der schwachsauerer Kationenaustauscher (H-Austauscher) tauscht die Kationen der Hydrogenkarbonate aus. Daher nennt man diesen Vorgang Entkarbonisierung. In dem nachgeschalteten Na-Austauscher werden die restlichen Härtebildner ausgetauscht. Man erzielt damit eine Teilentsalzung. Die Regeneration erfolgt hier mittels Salzsäure oder Schwefelsäure.
- 2c. Umkehr- Osmoseanlagen:** Diese Anlagen werden meist für die Gesamtversorgung installiert. Aus wirtschaftlichen Beweggründen ist sehr oft die Speisewasseraufbereitung für den Dampfkessel mit angeschlossen. Bei diesem Verfahren werden wässrige Lösungen in unterschiedlicher Konzentration durch eine halbdurchlässige Membrane getrennt. Versuchen die Konzentrationen sich auszugleichen, stellt sich auf der Seite der höheren Ausgangskonzentration der sog. "Osmotische Druck" ein. Bei der Umkehrosmose wird diesem "Osmotischen Druck" ein höherer Pumpendruck entgegengesetzt. Die Folge ist, der Vorgang läuft in umgekehrter Richtung ab. Der besondere Vorteil gegenüber anderen Verfahren in der Wasseraufbereitung liegt darin, daß neben der vollständigen Entfernung von gelösten Salzen auch gelöste organische Substanzen über die Membran-Module verringert werden. Vollentsalzungsanlagen nach dem Ionenaustauschverfahren sind hier nicht beschrieben. Diese werden immer mehr durch Umkehr-Osmoseanlagen ersetzt. Die Umkehr-Osmose ist wirtschaftlich, umweltfreundlich und benötigt einen geringen Bedienungsaufwand.

3. **Speisewasserbehälter mit Entgaser:** Hier erfolgt die Entgasung und die Bereitstellung von Speisewasser für den Dampferzeuger. Die thermische Entgasung findet in der Regel im Temperaturbereich von 103 bis 110 °C, entsprechend einem Überdruck von 0,2 bar bis 0,5 bar statt. Das Verfahren beruht darauf, daß das bereits entgaste Wasser mittels Heißdampf direkt erwärmt und im Siedezustand gehalten wird. So daß Sauerstoff und Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) aus dem zuströmenden Frischwasser und Kondensat aufgrund der feinen Tröpfchenverteilung im Entgaser über den Gegenstrom der abgeleiteten Brüden thermisch entfernt werden.
4. **Dosiereinrichtung:** Zur Nachbehandlung des bereitgestellten Kessel-Speisewassers. Hauptsächlich werden Trinatriumphosphat zur Resthärtebindung und pH-Wert-Korrektur, sowie Natriumsulfit als Sauerstoffbindemittel eingebracht. Diese Chemikalien sind nicht dampfflüchtig. Der notwendige Korrosionsschutz für das angeschlossene Dampf- und Kondensatnetz muß physikalisch (entwässern) und konstruktiv vorgenommen werden. Zum Schutz des Netzes sind auch dampfflüchtige Dosiermittel verwendbar. Diese können nicht immer direkt in den Speisewasserbehälter eingebracht werden. Herstellervorschriften sind genau zu beachten.
- 
5. **Kesselspeisepumpe.**
6. **Abgas-Wärme-Tauscher:** Siehe Abschnitt 3.3.1
7. **Kessel-Abschlammereinrichtung:** Durch Resthärtebindung abgelagerter Schlamm im Kessel muß regelmäßig entfernt werden. Dieser Abfall-Verlust ist bei Einsatz hochwertiger Wasseraufbereitungstechniken (Osmose) fast nicht gegeben.
8. **Kessel-Absalzeinrichtung:** Gerade bei Betrieb mit einer Enthärtungsanlage befinden sich Neutralsalze im Speisewasser. Da diese Salze nicht dampfflüchtig sind, sondern im Dampferzeuger eindicken, ist eine regelmäßige Absalzung des Kesselwassers erforderlich. Die sogenannte Absalzrate als Verlust kann durch größeren Kondensatrücklauf und den Einsatz von Voll- oder Teilentsalzungsanlagen vermindert werden.

### 3.3 Dampfkessel

In der Regel werden diese Kessel im Dreizug- oder Zweizugprinzip, bestehend aus Flammrohr und Rauchgaszug gebaut. Diese Flammrohr-Rauchrohrkessel bieten ein Optimum an Dampfqualität, Druckkonstanz und Zugänglichkeit für Reinigungszwecke. Durch die klare Trennung von Wasser- und Dampfraum wird tatsächlich gesättigter Dampf erzeugt, Wasser bleibt im Kessel zurück. Die Überwachung gegen Wassermangel, sowie die Steuerung der Nachspeisemengen ist eindeutig und direkt. Hierdurch werden heute in Verbindung mit hochwertigen Wasserstandsregel- und -überwachungsgeräten auf Elektrodenbasis Wassermangelschäden praktisch ausgeschlossen. Durch den im Verhältnis zur Leistung großen und eindeutig definierten Dampfraum ist der Flammrohr-Rauchrohrkessel robust gegen Dampfmengenenntnahmeschwankungen und liefert auch dann noch trockenen Dampf, wenn der Kessel kurzfristig in seiner Dampfleistung überzogen wird.

Das Flammrohr ist für den Anbau moderner Brennersysteme ausgelegt. Die Dimensionierung gewährleistet einen emissionsarmen Betrieb. Die Aufstellung und die Betriebsrahmenbedingungen für Dampfkessel regelt die Dampfkesselverordnung (DampfkV). Für die Berechnung, Erlaubnis, Prüfung und Ausrüstung sind die technischen Regeln für Dampfkessel (TRD) bindend.

#### 3.3.1 Abgaswärmetauscher

Die durch Leichtöl- und Gasfeuerungen erzeugten Abgase, stehen, je nach Kesseldruck- und -bauart, mit 240 - 280 °C hinter dem Kessel an und können um 100 - 140 K abgekühlt werden.

Das Kesselspeisewasser steht mit der dafür vorgeschriebenen Qualität, je nach thermischer Behandlung, mit 80 - 105°C als Kühlmittel zur Verfügung. Es wird um ca. 30 - 45 K erwärmt.

Die rückgewonnene Abwärme wird als Nutzwärme dem Dampferzeuger direkt zugeführt und dadurch die Brennstoffmenge für den erzeugten Dampf um 5 - 7 % vermindert.

Für den Kleinleistungsbereich bis 3 200 kg/h Dampferzeugung, wird am häufigsten der kostengünstig herstellbare Glattrohr-AWT eingesetzt.

Für den größeren Leistungsbereich wird der Rippenrohr-AWT eingesetzt. Die Verwendung von Rippenrohren erlaubt geringere Baumaße.

Das aus Rippenrohren bestehende Kompakt-Rohrbündel, ist in einem außen isolierten Stahlblechgehäuse eingebaut. In diesem Gehäuse ist ein Abgas-Bypaß integriert. Die Abgastemperatur-Regleinrichtung steuert eine im Gehäuse eingebaute Abgasklappe mit einem Stellantrieb. Hierdurch ist das teilweise oder gänzliche Umfahren des Rippenrohrbündels zur Einhaltung einer Mindestabgastemperatur hinter dem AWT möglich. Betriebszustände mit Abgaskondensation, z.B. beim Anfahren der kalten Anlage, sind durch diesen Bypaß-Betrieb vermeidbar.

Die Effektivität größerer AWT's ist optimal, wenn die Kesselfeuerung und die Speisewassermenge stufenlos geregelt sind.

AWT-Systeme für die Speisewasservorwärmung für Hochdruck-Dampferzeuger ermöglichen die Abkühlung der Abgastemperatur nur bis nahe der Eintrittstemperatur des Speisewassers. Es sind trockene Systeme, bei denen keine Kondensation der Abgase beabsichtigt und möglich ist. Deshalb wird als Werkstoff normales Stahlrohr und Stahlblech eingesetzt.

Die Abgase verlassen die Kaminmündung mit Temperaturen, die deutlich über ihrem Taupunkt liegen.

### 3.4 Heizdampfleitung und Verteilung

Mit Heizdampf ist hier grundsätzlich Sattdampf gemeint. Sattdampf fördert einen gewissen Flüssigkeitsanteil (Wassertropfen) mit sich. Reibungs- und Temperaturverluste beim Fortleiten von Sattdampf werden immer Kondensat in den Leitungen erzeugen. Dieser Dampf ist also immer bereit, schnell zu kondensieren, was gerade auf den Verbraucher-Heizflächen wegen der sehr hohen Wärmedichte erwünscht ist.

Überhitzter Dampf, also weiter erwärmter Sattdampf als sogenannter trockener Dampf, wird zur Vermeidung von Kondensatverlusten in den meisten Netzen nicht mehr verwendet. Die größere Investition für den Dampfkessel mit Überhitzeranteil wird in der Regel nicht durch verminderte Kondensatwärmeverluste im Netz gerechtfertigt. Weiterhin entfällt der Nachteil, daß überhitzter Dampf für die Wärmeübertragung auf den Verbraucher-Heizflächen einen zusätzlichen Widerstand darstellt.

---

Einige Grundsätze für die Planung von Dampfleitungen:

- Gefälle ca. 1:100 in Strömungsrichtung.
- Entwässerungsstellen in 25 - 30 m Abständen.
- Alle Tiefpunkte entwässern.
- Das Leitungsende entwässern und entlüften.
- Entwässerungsstutzen ca. 0,5 m lang und nur eine Nennweitenstufe kleiner als die Dampfleitung dimensionieren.
- Entnahme aus der Hauptdampfleitung von oben.
- Strömungsgeschwindigkeit des Dampfes < 25 m/s.
- Verteilernennweiten = 2 x größte Anschlußstutzennennweite.
- Muß mit starkem Schmutzanfall gerechnet werden, sind die Entwässerungsstutzen mit Ausblaseventilen auszurüsten.
- Umgehungen nur für Druckreglerventile, wenn bei Gerätedefekt eine Betriebsunterbrechung unzulässig ist.
- Druckreglerventile in die Nähe der Verbraucher mit niedrigerem Betriebsdruck installieren. In möglichst langen Leitungen den hohen Dampfdruck beibehalten.
- In geräuschempfindlichen Gebäudesektionen sind die Rohrleitungshalterungen mit geeigneten Einlagen auszurüsten.

Es ist selbstverständlich, daß alle Dampfleitungen ausreichend isoliert werden müssen. Dampf strömt wesentlich schneller aus als abgelagertes Kondensat in den Leitungen. Eine gute Entwässerung ist auch deshalb wichtig, weil Flüssigkeitswellen aufgeschoben, beschleunigt und gegen Absperrungen gedrückt gefährliche Schläge und Schäden an den Armaturen erzeugen. Richtige Zerstörungen können zwischen den kälteren Flüssigkeitswellen eingeschlossene, kollabierende Dampfblasen anrichten.

### 3.5 Verbraucher

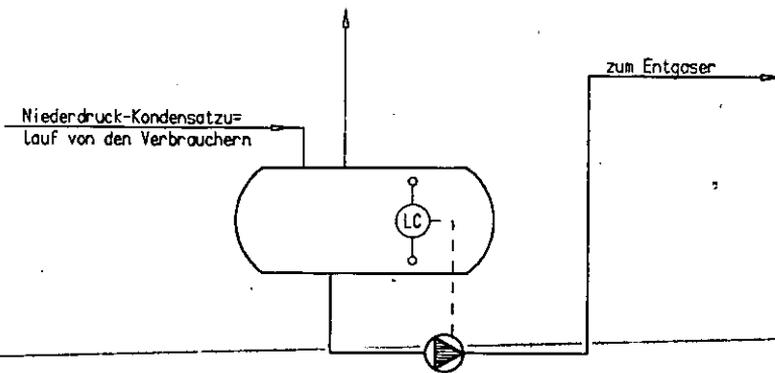
Für den dampf- und kondensatseitigen Anschluß von Verbrauchsapparaten sind folgend einige allgemeine Grundsätze formuliert:

- Verbraucher und Dampfleitungen sind entlüftbar zu installieren. Luft und andere inerte Gase vermindern die Wärmeübertragung an den Heizflächen erheblich.
- Ist die Dampfzufuhr von einem Temperaturregler abhängig, sind bei der Zuordnung der Kondensatableiter die relativ großen Druckschwankungen an den Verbraucherheizflächen zu beachten.
- Richtlinien für Rein- und Reinstdampfzerzeuger lassen nur sehr geringe Dampf temperaturschwankungen zu. Hier ist es sinnvoll die Heißdampfzufuhr über einen Druckregler zu steuern. Geringe Druckschwankungen im beheizten Medium gewährleisten hier geringe Temperaturabweichungen.
- Regelventile sind gerade im Krankenhausbereich mit schalldämmenden Einrichtungen (z.B. Lochkegel) auszurüsten.
- Zur Auswahl und Auslegung von Kondensatableitern gibt es bekannte, gute Schriften. Zu beachten ist, daß thermisch gesteuerte Ableitertypen bei unempfindlicher Einstellung ungewollten Kondensatstau an den Heizflächen verursachen. Thermodynamisch arbeitende Ableiter benötigen zum Kondensatnetz hin immer eine relativ hohe Druckdifferenz. Bei eingesetzter Hochdruck-Kondensat-Rückspeisung, also Betrieb mit Gegendruck im Kondensatnetz sind diese Ableiter ungeeignet. Am besten angepaßt sind meist Schwimmerkondensatableiter. Diese Armaturen schleusen anlaufendes Kondensat ohne Rückstau sofort in die angeschlossene Kondensatleitung aus. Sie sind auch für geringe Differenzdrücke mit vergrößerten Abschlüssen (Auslaß) ausrüstbar, und werden für komplizierte Entwässerungen (z.B. Trocknertrommeln) mit einstellbarem Bypass geliefert.
- Zur Vermeidung von kollabierenden Dampfblasen im relativ kalten Kondensat während Schwachlastphasen sind lange, waagrechte Kondensatleitungen nach den Ableitern zu vermeiden.
- In hoch liegende Kondensatsammelleitungen müssen grundsätzlich die von den tiefer liegenden Verbrauchern ausgehenden Anschlußleitungen von oben einmünden. Diese Anschlußleitungen sind unmittelbar nach den Ableitern ca. zwei Nennweitenstufen kleiner als vorgeschrieben dimensioniert, nach oben zu führen.

Da Kondensatleitungen eigentlich Dampfleitungen mit einem höheren Wasseranteil sind, ist durch diese Auslegung der Anschlußleitungen ein rasches Ableiten von Dampfblasen gegeben.

### 3.6 Niederdruck-Kondensatrückführung:

Bild 3:

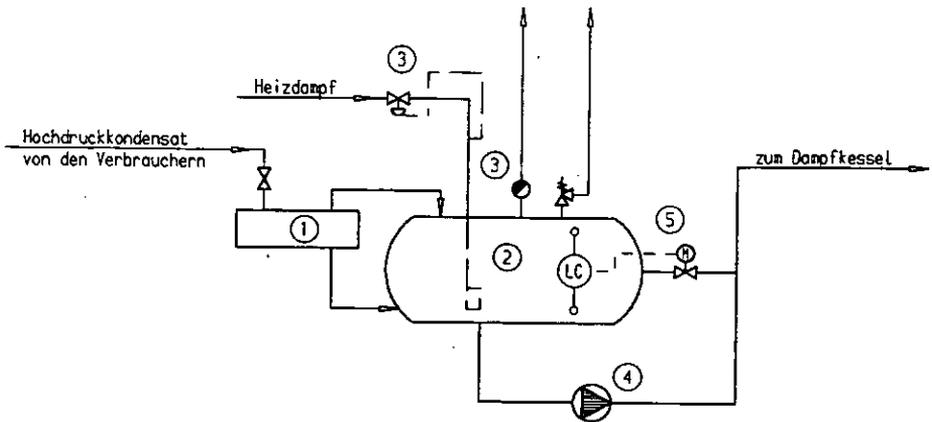


Es ist zu beachten, daß möglichst Kondensat mit nicht zu hohen Temperaturen im drucklosen Gefäß gesammelt wird. Beim Entspannen des heißen Kondensates auf Atmosphärendruck entsteht als Verlust eine oft erhebliche Nachverdampfung. Der Vorteil ist, daß über dieses drucklose Gefäß für alle Verbraucher mit unterschiedlichen Betriebsdrücken zur Kondensatableitung immer ein ausreichender Differenzdruck besteht. Vom Gefäßniveau aus geschaltet fördert eine für niedrigere Zulaufhöhen ausgelegte Pumpe das Kondensat zum Entgaser. Aus dem Netz und im Gefäß (z.B. beim Anfahren der Anlage) aufgenommene Gase werden dort entfernt.

In manchen Anlagen kann auch Kondensat aus Verbrauchern mit niedrigeren Betriebsdruck ohne Sammelgefäß und Pumpe mit sogenannten Eigendruck direkt in den Speisewasserbehälter eingeleitet werden. Zur guten Kondensatwärmeverteilung und Vermeidung von Nachverdampfung geschieht dies über ein im Behälter eingebautes Düsenrohr. Die eingebrachten mögliche Kondensat-Nachverdampfung darf jedoch nicht in jeder Laststufe die definierte Heizdampfleistung für die Entgasung überschreiten.

### 3.7 Hochdruck-Kondensatrückführung

Bild 4:



Eine Hochdruck-Kondensatrückführung wird eingesetzt zur Vermeidung und Verminderung von Verlusten durch:

- Kondensat-Nachverdampfung
- Dampfschlupf an den Kondensatableitern
- Kesselwasser-Absatzung und Speisewasseraufbereitung zum Wiedereinsatz der Nachverdampfung.

Der Grundsatz ist, daß nur die latente Wärme wirtschaftlich an den Verbraucher-Heizflächen umgesetzt werden kann. Die fühlbare Wärme ist wesentlich träger durch Wärmeleitung umzusetzen und geht zum Teil als Nachverdampfung verloren. Im geschlossenen Hochdruckkreislauf wird diese Wärme direkt in den Kessel zurückgepumpt. Im Kessel ist neben anderen Verlusten dann hauptsächlich die Verdampfungswärme wieder einzubringen.

Brennstoffeinsparungen von 10 - 15 % sind je nach Anlagenkonzeption möglich.

Die Planung und Installation einer Hochdruck-Kondensatrückführung darf nur von erfahrenem Personal unternommen werden.

Auf die Auswahl der geeigneten Kondensatableiter ist besonders zu achten. Die Betriebsdrücke in den Verbrauchern dürfen nicht zu oft und zu stark variieren. Die Verbraucher sind mit Rückschlagventilen nach den Ableitern gegen die immer wieder im Kondensatnetz gegebenen Druckdifferenzen abzuschließen.

Die Hauptkomponenten einer unabhängig vom Kesselhaus aufstellbaren Hochdruck-Kondensat-Rückspeiseanlage sind:

**1. Kondensatsammler:**

Zum Zusammenführen von Kondensatströmen mit unterschiedlichen Temperaturen und Drücken (< 1 bar) und zur vollständigen Trennung von Dampf- und Flüssigphase. In diesem Sammler kann auch eine Leitfähigkeitsmeßeinrichtung zur Überwachung des zulaufenden Kondensates eingebaut werden.

**2. Hochdruck-Kondensatbehälter:**

Als Vorlagebehälter für die Hochdruck-Kondensat-Rückspeisepumpe und Träger für den Niveaustrommitter.

**3. Aufheiz-Entgasungseinrichtung:**

Der Behälterinhalt wird mit einer separaten Aufheizeinrichtung auf einem Mindest-Betriebsdruck gehalten. Dieser Druck sichert einen geringen Brühdampfstrom über die thermisch gesteuerte Entlüftungsarmatur. Schädliche inerte Gase werden so aus dem System geschleust. Der Sattampfzustand im Behälter bleibt erhalten.

**4. Hochdruck-Kondensat-Rückspeisepumpe:**

In Spezial-Heißwasserausführung mit Zentrifugalsaugrad und Seitenkanalsystem für niedrigere Zulaufhöhen.

**5. Überström-Stetigregelung:**

Zur Vermeidung häufiger Pumpenschaltungen. Der Wasserstand im Hochdruck-Kondensatbehälter wird konstant gehalten. Zulaufendes Kondensat wird dadurch zeitgleich und verzögerungsfrei zurückgespeist. Unnötiges Zuspeisen von Frischwasser in das System aufgrund einer gepufferten Kondensatmenge entfällt.

Abschließend ist zu vermerken, daß die direkte Einspeisung von Kondensat in den Dampfkessel ohne weitere Entgasung hier möglich ist. Das Kondensatsystem steht unter Druck und dadurch ist nach dem Anfahren und Aufheizen und der damit verbundenen Entgasung ein weiteres Eindringen schädlicher Gase nicht möglich. Über die Karbonatspaltung und somit über das Frischwasser zur Deckung von Direktdampfverbrauch und Leckagen eingebrachtes CO<sub>2</sub> wird über die Behälter-Entgasungseinrichtung laufend entfernt.

#### **4.0 Schlußwort**

Die Dampf- und Kondensatwirtschaft eines Betriebes oder einer Einrichtung mit allen wichtigen Parametern und Randbedingungen zu beschreiben und zu definieren ist relativ schwierig. Zu komplex sind in Abhängigkeit von verschiedenen Verbrauchieranforderungen und Leistungsgrößen die Überschneidungen verschiedener Disziplinen wie Strömungstechnik, Stahl- und Behälterbau, Thermodynamik und Technischer Chemie. Dieser Bericht kann nur allgemeine Hinweise und Aufzählungen von Beachtenswertem vermitteln. Allein z. B. die richtige Auswahl und Zuordnung von Armaturen würde diesen Rahmen sprengen. Bleibt eigentlich nur der abschließende Ratschlag, die Planung und Ausführung einer derartigen Anlage in erfahrene Hände zu geben. Nutzen Sie diese Erfahrung auch für die Personalschulung und -einweisung, damit der Betrieb und die Unterhaltung der Anlage sicher und wirtschaftlich bleibt.

H. Moroschan

#### **Literaturhinweis:**

1. VdTÜV-Merkblatt Technische Chemie 1453
2. Loos-Richtlinie Wasserbeschaffenheit für Dampfkesselanlagen (DE 1)  
Ausgabe: 3'92.
3. Bericht von C. Kalmbach, Kraftanlagen Heidelberg
4. Produktinformationen folgender Unternehmen:
  - Loos, Gunzenhausen
  - Spirax - Sarco
  - Rewasit
  - Grünbeck

#### **Anschrift des Verfassers:**

Dipl.-Ing. Harald Moroschan  
Loos Gunzenhausen GmbH  
Nürnberger Str. 73

91710 Gunzenhausen

TK 93 "Krankenhaustechnik vor Ort"

"Installation und Betrieb des Gasversorgungsnetzes für die Betriebstechnik"

Die Anforderungen an technische Einrichtungen in Krankenhäusern sind in den zurückliegenden Jahren zunehmend gestiegen.

Um die betrieblichen Anforderungen der technischen Einrichtungen sicherzustellen, benötigen Krankenhäuser die verschiedenen Formen der Endenergie: Raumwärme, Warmwasser, Prozeßwärme (Kochen, Sterilisieren), Kälte, Licht und Kraft. Das Versorgungsunternehmen liefert in der Regel die dazu erforderliche Primärenergie in Form von Gas, aber auch Sekundärenergie als Strom und Wärme.

Die Frage, welche der v.g. Endenergien von der Betriebstechnik eines Krankenhauses selbst erzeugt und bereitgestellt werden soll und welche von einem zuständigen Versorgungsunternehmen geliefert werden sollen, kann nicht generell beantwortet werden. Die Entscheidung hängt direkt von den speziellen technischen Bedingungen und den örtlichen Gegebenheiten ab.

In den meisten Fällen kann gesagt werden, daß die Erzeugung von Dampf und Kälte dezentral erfolgt und als Angelegenheit des Betreibers gesehen werden kann.

Neben Strom hat die Versorgung mit Erdgas einen großen Anteil an der kommunalen Energieversorgung.

~~Bei einer Gasversorgung ist heute davon auszugehen, daß nur eine Belieferung mit Brenngasen nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260/I in Frage kommt. Dabei wird das Gas wie folgt angewendet:~~

- als Heizgas für die Dampferzeugung
- als Heizgas für die Raumwärmeversorgung und für die Versorgung der lufttechnischen Anlagen
- für die Warmwasserbereitung
- für die medizinischen Bereiche, wie Desinfektion, Sterilisation (chirurgische Instrumente), Labore
- für Wirtschaftszwecke in Krankenhausküchen und Wäschereien
- für Sondereinrichtungen, wie BHKW-Anlagen und Notstromaggregate

Dabei kommen Gase unterschiedlicher Gasfamilien und Gruppen zum Einsatz und werden nach weitgehend übereinstimmenden Brenneigenschaften wie folgt zusammengefaßt:

Gasbeschaffenheit nach DVGW-Arbeitsblatt G 260/1

Kenndaten	Gasfamilie I	Gasfamilie II	Gasfamilie III	Gasfamilie IV
Gassorten	Stadt-, Fern-, Kokereigas	Erdgas L und H	Propan, Propen Butan, Buten	Flüssiggas und Erdgas-Luft Gemisch
Erzeugung	Durch Vergasung fester Brennstoffe und aus Flüssiggas	Naturprodukt	Durch Verarbeitung von Erdöl und Erdgas	Durch Zumischen von Luft
Brennwert	4,6-5,9 kWh/m <sup>3</sup>	8,4-13,1 kWh/m <sup>3</sup>	13,7-14 kWh/kg	6-7,5 kWh/m <sup>3</sup>
Gewicht	leichter als Luft	leichter als Luft	schwerer als Luft	-/-
Methanzahl	veränderlich je nach Gasqualität <sup>(1)</sup>	veränderlich je nach Gasqualität <sup>(1)</sup>	10,5 - 35	veränderlich je nach Luftanteil
Toxisch	ja	nein	nein	nein
Zündgrenzen	4 - 40 Vol%	5 - 15 Vol%	1,5 - 9,5 Vol%	-/-
Zündgeschw.	0,68 m/s	0,42 m/s	0,47 m/s	-/-
Zündtemp.	560 C	640 C	500 C	-/-

<sup>(1)</sup> Bei Versorgungsunternehmen zu erfragen

Die 1. Gasfamilie umfaßt wasserstoffreiche Gase, wie "Stadtgas, Gruppe A und "Kokereigase" Gruppe B. Beide Gase werden heute - jedoch nur noch von wenigen - örtlichen Gasversorgungsunternehmen erzeugt und bereitgestellt (z.B. im Ruhr- und Saargebiet und eventuell in den neuen Bundesländern).

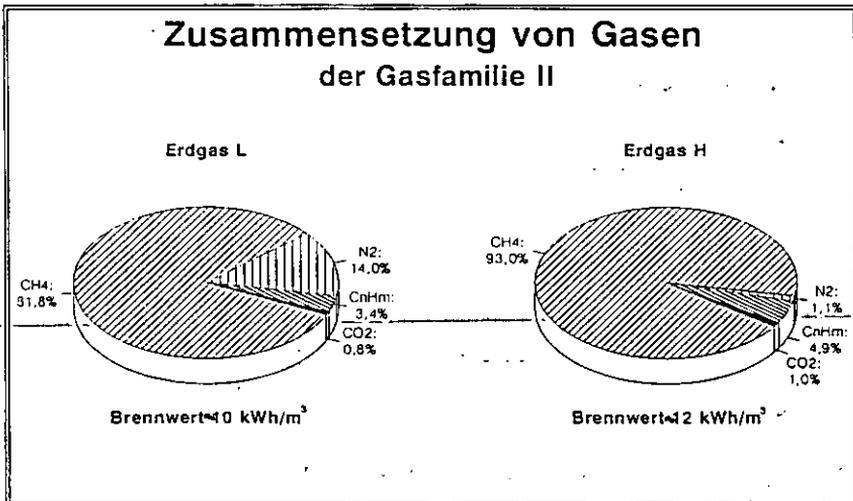
Die 2. Gasfamilie umfaßt die methanreichen Naturprodukte, die Erdgase. Zu unterscheiden sind dabei die Gruppen "Erdgas L", Low = niedrig (Brennwert ca. 10 Kwh/m<sup>3</sup>) und "Erdgas H, High = hoch (Brennwert ca. 12 Kwh/m<sup>3</sup>).

Zur 3. Gasfamilie gehören die sogenannten Flüssiggase, wie Propan, Butan und deren Gemische. Flüssiggase dürften für die Versorgung eines Krankenhauses aus Gründen der Energievorhaltung - Störfallverordnung - keine große Rolle spielen.

Die 4. Gasfamilie stellen die Kohlenwasserstoff/Luftgemische, die aus Flüssiggasen bzw. Erdgasen und Luft gemischt werden, dar. Zum Einsatz kommen diese Mischgase zur Spitzengasdeckung von örtlichen Gasversorgungsunternehmen (GVU).

In den neuen Bundesländern können regional Brenngase zum Einsatz kommen, die nicht zuzuordnen sind. Z.B. Abfallgase aus der chemischen Industrie.

In der öffentlichen Gasversorgung werden heute fast ausschließlich Brenngase der 2. Gasfamilie, also Erdgas L und Erdgas H eingesetzt. Eine Energieversorgung mit Erdgas gewährleistet eine sehr hohe Versorgungssicherheit.



Eine Ausfallquote der öffentlichen Gasversorgung, d.h. eine Unterbrechung bzw. ein Ausfall der Gasversorgung im vorgelagerten Netz, kann als ausgesprochen gering bezeichnet werden. Auf eine Energieversorgung durch Alternativ-Energie (Zweitquelle) wird daher häufig verzichtet.

I. Versorgungsbedingungen,  
Abgrenzung, Zuständigkeitsbereiche

Grundlage einer Energieversorgung mit Erdgas ist die Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Gasversorgung von Tarifkunden (AVBGas V) vom 21.6.1979, die sinngemäß in den Allgemeinen Bedingungen für die Versorgung von Sondervertragskunden Anwendung findet.

Jede Energieversorgung ist durch Lieferverträge geregelt.

Die wichtigsten Inhalte von Gaslieferungsverträgen sind u.a.:

- Art und Umfang der Lieferung (Lieferungsbereitstellung)
- Allgemeine Liefervereinbarungen
- Anschlußanlagen und Eigentumsverhältnisse (Übergabestelle)
- Anschlußkosten - (AKB) und Netzkostenbeiträge (NKB)
- Preisregelungen/Preisänderungsklausel
- Meßzeiträume (f. Leistungspreisbemessung)
- Meßeinrichtungen
- Vertragslaufzeit
- Sondervereinbarungen

Besondere Bedeutung im Gaslieferungsvertrag hat die darin festgelegte Übergabestelle. Sie kennzeichnet die Abgrenzung der Zuständigkeit und Verantwortlichkeit für die Installation und den Betrieb von Gasversorgungsanlagen.

Die Übergabestelle bildet die Grenze zwischen den Verantwortungsbereichen. Für das GUV enden an der Übergabestelle alle betrieblichen Verantwortungen und Aufgaben im Sinne der Energiebereitstellung sowie die technische Zuständigkeit nach dem DVGW-Regelwerk.

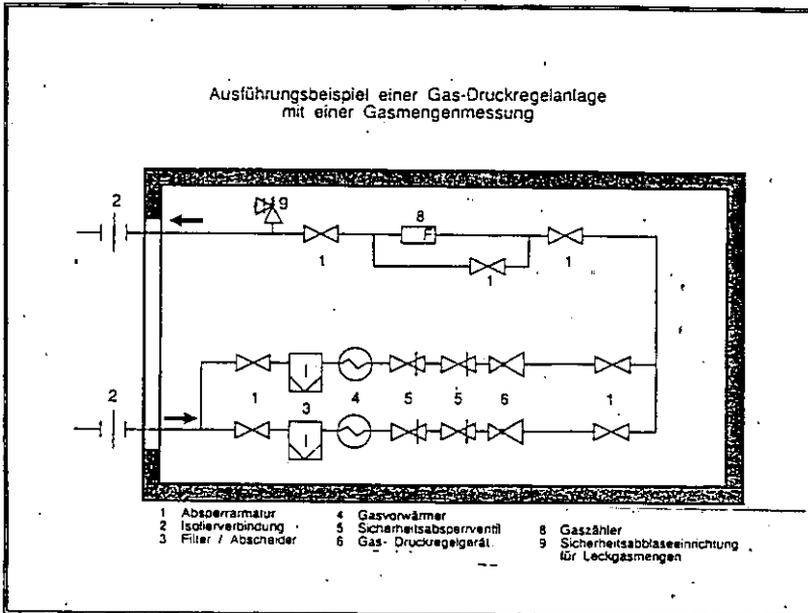
Für den Vertragskunden bzw. Betreiber dagegen beginnt hinter der Übergabestelle die Zuständigkeit hinsichtlich der AVBGas V und dem DVGW-Regelwerk für seine gesamte Gasanlage mit allen internen Gasleitungen, Gasverbrauchseinrichtungen einschließlich Abgasanlagen.

In der Praxis liegt die Übergabestelle am Austrittsstutzen der Absperrereinrichtung hinter der Gas-Druckregel- und Meßanlage (Station).

Üblich ist bei Sondervertragskunden auch die Festlegung der Übergabestelle an der Grundstücksgrenze.

## II. Installation von Gasanlagen

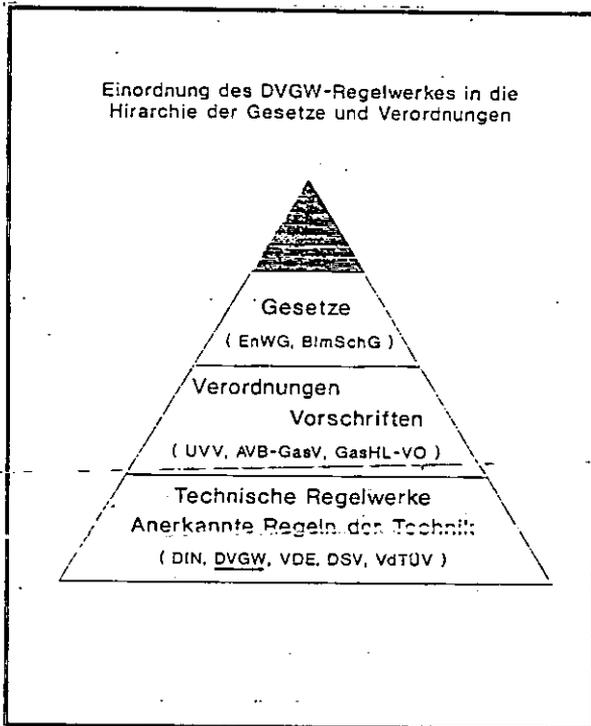
In der Regel werden Krankenhäuser über Gasdruck-Regel- und Meßstationen versorgt.



Die Gasversorgungsanlagen können bestehen aus:

- der Anschlußleitung an das Netz des Gasversorgungsunternehmens
- der Gas-Druckregel- und Meßanlage in der Übergabestation
- den oberirdischen und/oder erdverlegten Verteilungsleitungen bis zu den bereits genannten möglichen Verbrauchseinrichtungen einschließlich deren Abgasanlagen.

Planung, Installation, Betrieb und die spätere Überwachung von kundeneigenen Gasanlagen sind unter Beachtung und Einhaltung der allgemeinen anerkannten Regeln der Technik entsprechend dem DVGW-Regelwerk auszuführen.



Die Ausführung sämtlicher Arbeiten erfolgt durch qualifiziertes Personal von entsprechend zugelassenen Fachfirmen und von Vertragsinstallationsunternehmen (VIU).

Die Qualifikationsanforderungen der zugelassenen Fachfirmen orientieren sich an den Anforderungen des Energiewirtschaftsgesetzes (ENWG), der AVB Gas V und der UVV.

Die Befähigung einer Fachfirma gilt als nachgewiesen, wenn eine Bescheinigung nach entsprechendem DVGW-Arbeitsblatt vorliegt oder bei Installationsunternehmen (VIU) wenn für die Zusammenarbeit zwischen dem GUV und dem VIU gemäß dem DVGW-Arbeitsblatt G 666 ein Vertrag abgeschlossen wurde (s. § 12 Abs. AVBGas V). Die Zusammenarbeit mit den Bezirksschornsteinfegern ist, gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 665, gesondert geregelt.

Zugelassene Fachfirmen und Vertragsinstallationsunternehmen (VIU) haben bei Neuinstallationen, Anlagenänderung und Anlagenweiterung über ein allgemein bekanntes Anmeldeverfahren (Anmeldeformular des jeweiligen GUV) dem Versorgungsunternehmen von diesen Arbeiten Mitteilung zu machen.

Fachfirmen, die ausschließlich Wartungsarbeiten an Gasgeräten ausführen, benötigen lediglich eine Zulassung nach den Festlegungen des DVGW-Arbeitsblattes G 676.

Je nach der erforderlichen Erdgas-Anschlußleistung, den Versorgungsmöglichkeiten und nach Ausdehnung der Örtlichkeiten eines Krankenhauses sind für die Installation und den Betrieb eines Gasversorgungsnetzes hinter der Übergabestelle in Gasflußrichtung gesehen folgende DVGW-Regelwerke als zuständige Technische Regeln zu beachten:

## II.1. Erdverlegte Leitungen

### - Druckbereich bis 1 bar

DVGW-Arbeitsblatt 600 - DVGW-TRGI 86

Wegen der direkten Zusammenhänge von Tiefbau und Rohrbau bei erdverlegten Leitungen sind für über 1 bar hinausgehende Druckbereiche und auch für den Druckbereich unter 1 bar zusätzlich weitere DVGW-Arbeitsblätter gültig.

### - Druckbereich bis 4 bar

DVGW-Arbeitsblatt G 462/I - Gasleitungen aus Stahl

DVGW-Arbeitsblatt G 472 - Gasleitungen aus PE-HD bis 4 bar und PVC bis max. 1 bar

## II.2. Freiverlegte Außen- und Innenleitungen

### Druckbereich bis 1 bar

- DVGW-Arbeitsblatt G 600 - DVGW-TRGI 86

Für die über 1 bar hinausgehenden Druckbereiche (ggfs. auch < 1 bar) sind ebenfalls zu beachten:

Druckbereich bis 4 bar

DVGW-Arbeitsblatt G 462/I

"Errichtung von Gasleitungen bis 4 bar Betriebsdruck aus Stahlrohren, Errichtung"

Druckbereich über 4 bar - 16 bar

DVGW-Arbeitsblatt G 462/II

"Gasleitungen aus Stahlrohren von mehr als 4 bar bis 16 bar Betriebsdruck, Errichtung"

Nicht zulässig als Frei- und Innenleitungen sind Leitungen aus:

- PE-HD DVGW-Arbeitsblatt G 472
- PVC-U DVGW-Arbeitsblatt G 472

Für die Einführung von Gasrohrleitungen in Gebäuden ist das DVGW-Arbeitsblatt G 459 "Gas-Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 4 bar, Errichtung" maßgeblich.  
s. auch TRGI G 600, Kap. 3.3

II.3. Gas-Druckregel- und Meßanlage

Für die Errichtung von Gas-Druckregel- und Meßanlagen durch Fachfirmen (nicht Vertragsinstallationsfirmen - VIU) ist grundsätzlich eine Zulassung gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 493 "Verfahren der Erteilung einer DVGW-Bescheinigung für Herstellen von Gas-Druckregel- und Gasmeßanlagen" erforderlich.

Bei der Errichtung sind folgende Arbeitsblätter zu beachten:

DVGW-Arbeitsblatt G 490

"Bau und Ausrüstung von Gasdruckregelanlagen mit Eingangsdrücken über 100 mbar bis einschl. 4 bar"

- Die Prüfung und Abnahme von Gas-Druckregel- und Meßanlagen nach G 490 ist durch einen Sachkundigen des GVU bzw. eines zugelassenen Fachunternehmens durchzuführen.

DVGW-Arbeitsblatt G 491

"Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke über 4 bar bis 100 bar".

- Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme -

- Die Prüfung und Abnahme von Gas- Druckregel- und Meßanlagen mit Betriebsdrücken über 4 bar muß von einem Sachverständigen entweder:

- des DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (bei Anlagen über 16 bar mit Anerkennung nach § 12 der GasHL-VO)
- der Technischen Überwachungs-Organisation (TÜO)
- der öffentlich-rechtlichen Materialprüfungsanstalten (MPA)

durchgeführt werden.

- Nach durchgeführter Prüfung sind die Ergebnisse der Druckprüfung sowie der zusätzlichen Prüfungen sowohl durch den Sachkundigen, als auch durch den Sachverständigen in Abnahmebescheinigungen zu bestätigen (z. B. Abnahmebescheinigung nach DVGW-Arbeitsblatt G 491)

### III. Gasgeräte

#### Installation von Gasgeräten

Für die Errichtung und den Betrieb von Gasgeräten in Krankenhäusern, die mit Erdgas nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260/I betrieben werden, sind die folgenden einschlägigen Richtlinien zu beachten:

#### Dampfkesselanlagen

- Technische Regel Dampfkesselanlagen
- Gasfeuerungen an Dampfkesseln; TRD 412
- DVGW-Arbeitsblatt G 600 - DVGW TRGI 86
- evtl. weitere DVGW-Arbeitsblätter wie vorab angesprochen
- Heizraumrichtlinien (s. TRGI 86 - Kap. 5.3)
- 1. BIMSchV; 4. BIMSchV (TA-Luft)

#### Warmwasser-Kesselanlagen

- DIN-Blätter 4751 und 4752
- DVGW-Arbeitsblatt G 600 - DVGW-TRGI 86
- evtl. weitere DVGW-Blätter
- Heizraumrichtlinien (s. TRGI 86-Kap. 5.3)
- 1. BIMSchV; 4. BIMSchV (TA-Luft)

### Labor-Arbeitsräume/Laboratorien

Gasgeräte in Laboratorien von Untersuchungs- und Forschungsstätten sowie gewerblichen Arbeitsstätten, in denen unter vergleichbaren Bedingungen gearbeitet wird, unterliegen besonderen Bedingungen.

DVGW-Arbeitsblatt G 621

"Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen"

- Installation und Betrieb -

DVGW-Arbeitsblatt G 600 - DVGW-TRGI 86

### Wäschereianlagen

Für direktbeheizte Gasgeräte und Feuerstätten (gewerbliche Gasverbrauchseinrichtungen) in Wäschereianlagen sind folgende Richtlinien zu beachten:

- DVGW-Arbeitsblätter G 631

"Installation von gewerblichen Gasverbrauchseinrichtungen"

- DIN 30682 Gasverbrauchseinrichtungen  
für Wäschereianlagen

- DVGW-Arbeitsblatt G 600 - DVGW-TRGI 86

### Gasbeheizte Großküchengeräte

- DVGW-Arbeitsblatt G 634

"Installation von Gasgeräten in gewerblichen Küchen und Gebäuden"

- DIN 3363 Gasverbrauchseinrichtungen in Großküchen

- DVGW-Arbeitsblatt G 600 - DVGW-TRGI 86

- 1. BIMSChV - Verordnung über Feuerungsanlagen

### BHKW-Betrieb/Notstromaggregat

Eine Sondervariante der zentralen Wärmeversorgung mit gleichzeitiger Stromerzeugung stellt das überwiegend gasmotorisch betriebene Blockheizkraftwerk (BHKW) dar.

BHKW-Anlagen finden zunehmende Akzeptanz wegen der vorhandenen deutlichen Einsparung von Primär-Energie und dem damit verbundenen Beitrag zur Umweltschonung.

BHKW können heute auf den jeweiligen Bedarf geplant und betrieben werden. BHKW besitzen meistens als Sondervariante unter den Gasgeräten kein DVGW-Prüfzeichen. Vor der Aufnahme des Betriebes von BHKW ist daher die technische Sicherheit in geeigneter Weise nachzuweisen.

Für die Installation und den Betrieb von BHKW-Anlagen liegt derzeit noch keine Richtlinie des DVGW-Regelwerkes vor. An einem Entwurf wird gearbeitet.

Sinngemäß könnte als Richtlinie die vorläufige Prüfgrundlage (DVGW-VP) DIN 33 831 N T1 - T4

- "Wärmepumpen, anschlussfertige Heiz-Wärmepumpen mit verbrennungsmotorisch angetriebenen Verdichtern"

herangezogen werden.

Für die Anschlußleitung gilt:

- DVGW-Arbeitsblatt G 600 - DVGW-TRGI 86
- evtl. weitere DVGW-Arbeitsblätter wie vorab aufgeführt
- 1. BIMSChV; 4. BIMSChV (TA-Luft)

Auf die unmittelbaren Zusammenhänge von gleichbleibender Gasqualität, Methanzahl des Erdgases und den Methanzahlbedarf eines jeweiligen Gasmotors wird hingewiesen.

Im Bedarfsfall erteilt das zuständige GvU die entsprechende Auskunft.

#### IV. Service und Betrieb.

Überwachung, Instandhaltung/Überwachungszeiträume

Aus sicherheitstechnischen Gründen müssen Gasversorgungseinrichtungen funktionsfähig sein. Dieser Grundsatz trifft sowohl für die öffentliche Gasversorgung wie auch für die Gasanlagen von Kunden zu.

Das DVGW-Regelwerk stellt daher unter Berücksichtigung der auf Gasanlagen wirkenden Einflußgrößen und deren Folgen Überwachungsmaßnahmen auf, die aus den vorliegenden Erkenntnissen und Erfahrungen von Betreibern resultieren.

Die wichtigsten Arbeitsblätter für den Betrieb von Gasanlagen sind für:

#### IV.1 Erdverlegte Gasleitungen

- DVGW-Arbeitsblatt G 465/I -

"Überwachen von Gasrohrnetzen mit einem Betriebsüberdruck bis 4 bar" (für alle Werkstoffe)

- DVGW-Arbeitsblatt G 465/II -

"Arbeiten an Gasrohrnetzen mit einem Betriebsdruck bis 4 bar"

- DVGW-Arbeitsblatt G 466/I -

"Gasrohrnetze aus Stahlrohren mit einem Betriebsdruck von mehr als 4 bar; Instandhaltung"

- DVGW-Arbeitsblatt G 469 -

"Druckprüfverfahren für Leitungen und Anlagen der Gasversorgung"

---

Zu den technischen Grundlagen für eine fachgerechte Leitungsüberwachung gehören u.a.:

- Genaue Vermessung von Erdleitungen auf dem Betriebsgrundstück
- zeichnerische Unterlagen nach DIN 2425
- Aussage über Material und Herstellungsdatum
- Zugänglichkeit der erdverlegten Rohrleitung auf Dauer. Keine nachträgliche Überbauung durch Gebäude oder Pflanzung von Bäumen zulässig.
- Kennzeichnung der Leitung durch Hinweisschilder

Als Überwachungszeiträume werden vom Regelwerk die folgenden Überprüfungszeiten für Gasleitungen genannt:

Betriebsdruck - p -	bis 100 mbar - ND -	über 100 mbar bis 1 bar - MD -	über 1 bar - HD -
Überprüfungs- zeitraum (Jahre)	4	2	1
verkürzter Zeit- raum (Jahre)	2	1	1/2

#### IV.2. Freiverlegte Außen- und Innenleitungen bis 4 bar

- siehe DVGW-Regelwerk für erdverlegte Gasleitungen -

Das DVGW-Regelwerk hält für freiverlegte Außen- oder Innenleitungen keine gesonderten Technischen Regelwerke (Ausnahme TRGI 86) vor.

Für die Überwachung und Instandhaltung sind daher für freiverlegte Gasleitungen sinngemäß die v.g. Arbeitsblätter für erdverlegte Leitungen anzuwenden.

Die angesprochenen Arbeitsblätter hatten ursprünglich inhaltlich alleinige Bedeutung für Gasleitungen der öffentlichen Gasversorgung.

Die Anforderungen an kundeneigene Gasleitungen sind im DVGW-Regelwerk nicht explizit angesprochen. Die v.g. Arbeitsblätter hätten daher als Technisches Regelwerk entsprechend dem Zuständigkeitsbereich ausschließlich empfehlenden Charakter.

In Verbindung mit der Novellierung der Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung - DruckbehV zum 21. April 1989) wurde durch den Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung offiziell bestätigt, daß auch Gasversorgungsanlagen von Kunden mit einem Versorgungsdruck von 100 mbar bis 16 bar bis unmittelbar vor ein Gasgerät Energieanlagen im Sinne des Energie-Wirtschaftsgesetzes (ENWG) sind.

Danach sind auch bei der Überwachung und Instandsetzung von kundeneigenen Gasanlagen die allgemein anerkannten Regeln der Technik - DVGW-Regelwerk - zu beachten.

#### IV.3. DVGW-Arbeitsblatt G 600 DVGW-TRGI 86 - Druckbereich bis 1 bar

Auch im v. g. Arbeitsblatt werden für freiverlegte und erdverlegte Gasleitungen keine verbindlichen Vorgaben bezüglich Unterhaltung bzw. Instandhaltung von Gasleitungen mit einem Betriebsdruck bis 1 bar gemacht.

Derzeit zeigt sich hier eine Lücke im DVGW-Regelwerk.

Mit der Einführung des DVGW-Arbeitsblattes G 600/Teil II/- Entwurf

- Technische Regeln für Gasinstallationen - Betrieb -  
als erforderliche Ergänzung zur TRGI 86 -.

wird sich diese Lücke im Regelwerk in Kürze schließen.

Danach sind künftig durch den Betreiber jährliche Sichtkontrollen von der gesamten Gasanlage vorzunehmen. Weitergreifende Arbeiten sind ausschließlich durch zugelassene Fachfirmen bzw. Vertragsinstallationsunternehmen auszuführen. Vorgegebene Überwachungszeiträume sind ebenfalls zu berücksichtigen.

#### IV.4. Betrieb von Gas-Druckregel- und Meßanlagen

Für Überwachungs- und Instandhaltungsmaßnahmen sind die Anforderungen nach Arbeitsblatt G 493 zu erfüllen.

Maßnahmen und Fristen sind im Arbeitsblatt G 495 "Gas-Druckregelanlagen und Anlagen für die Großgasmessung; - Überwachung und Wartung" - geregelt.

Entsprechende Arbeiten können an zugelassene Fachfirmen oder an das zuständige GVU in Auftrag gegeben werden.

Ebenso ist zu beachten:

DVGW-Arbeitsblatt G 498

"Durchleitungsdruckbehälter in Gasrohrleitungen und -anlagen der öffentlichen Gasversorgung  
(für Anlagenteile, wie Abscheider, Filter, Wärmetauscher)

#### IV.5. Gasverbrauchseinrichtungen/Gasgeräte

Für die betrieblichen Instandhaltungsmaßnahmen der jeweils eingesetzten Gasgeräte, wie Gasfeuerstätten mit Brennern ohne/mit Gebläse, Warmwasserbereiter, gasbetriebenen Küchengeräte, gasbetriebenen Wäschereianlagen etc. wird auf die Herstellerangaben verwiesen. Die Ausführung von Arbeiten an diesen Geräten hat ausschließlich durch zugelassene Fachfirmen (VIU) zu erfolgen.

Literatur

- Breton, Eberhard  
"Handbuch der Gasversorgungstechnik"
- Recknagel, Sprenger, Hönmann  
"Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik"
- DVGW-Regelwerk
- ASUE - Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und  
umweltfreundlichen Energieverbrauch E. V.  
Schriftenreihe BHKW-Technik

Verfasser: Dipl.-Ing. R. Niemeyer  
Dipl.-Ing. H.-W. Hansen  
Stadtwerke Hannover AG  
Stammestraße 105  
30459 Hannover

Medizinische Gas-, Druckluft- und Vakuumversorgung  
Überwachung und Service vor Ort

von Peter Fleischer, Auetal

Zunehmende technische Ausstattung der betriebstechnischen Einrichtungen eines Krankenhauses bedeuten in der Regel:

- erhöhten Komfort für Patienten und Bedienstete des Krankenhauses
- die Sicherstellung der Einhaltung von Normen und Richtlinien
- betreiben eines Krankenhauses nach verbesserten ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten

Zunehmende technische Ausstattung will aber auch durch das technische Personal ständig überwacht und betriebsbereit gehalten werden.

Hier kommen wir genau an einen Punkt, der sich sehr oft nicht mit dem Personalmanagement der Krankenhäuser deckt, auf der einen Seite immer mehr kompliziertere Technik, auf der anderen Seite immer weniger Personal.

Aufgrund der immer enger werdenden Personaldecke kommt das technische Personal in der Regel nicht mehr dazu, eine vorbeugende Instandhaltung zu betreiben bzw. durch die komplizierte installierte Technik ist der Techniker im Krankenhaus oft gezwungen, auf Spezialisten der einzelnen Fachfirmen zurückzugreifen. Dieses ist keine Abwertung der Krankenhaustechniker, sondern eine Entwicklung, die noch weitergehen wird.

Ich möchte hier nur mal an die Entwicklung im Bereich der Kraftfahrzeugmotoren von der Elektrik zur Mikroprozessorsteuerung erinnern. Wer von uns hier ist auf Anhieb in der Lage ohne aufwendige Meßeinrichtungen und Spezialschulungen einen Fehler an seinem Kraftfahrzeugmotor in der Elektrik zu finden? Ich auch nicht!

Zu den vielen Aufgaben der Krankenhaustechniker wird auch in Zukunft weiter die Verantwortung für den störungsfreien wirtschaftlichen Betrieb der ihm anvertrauten Anlagen gehören. "Jede Kette ist so stark wie ihr schwächstes Glied". Dieses gilt auch für jede haustechnische Anlage und dementsprechend auch für medizinische Gas-, Druckluft- und Vakuumversorgungsanlagen. In der Regel stehen über zentrale Versorgungsanlagen die Medien Sauerstoff 5 bar, Lachgas 5 bar und Kohlensäure 5 bar aus einer doppelseitigen Flaschenbatterieanlage zur Verfügung. Bei einem größeren Bedarf werden für Sauerstoff Kaltvergaser und für Lachgas Flüssiggastanks eingesetzt. Druckluft 5 und 10 bar wird über ölgeschmierte Kolben- oder Schraubenkompressoren produziert und entsprechend aufbereitet. Vakuum wird über ölgeschmierte Drehschieberpumpen erzeugt. Es gibt eine Menge einfacher Maßnahmen für den Krankenhaustechniker, um schwache Glieder in seiner Gasversorgungsanlage zu erkennen und auszumerzen, bevor es zu einer Katastrophe kommt. So sollte es zum MUSS Ihrer Mitarbeiter gehören, jede technische Anlage mindestens täglich einmal zu begehen.

Die Begehung sollte dokumentiert werden. Folgende Angaben sollten mindestens aufgezeichnet werden:

- Datum, Uhrzeit, Namenszeichen
- Betriebsstunden der einzelnen Aggregate bzw. Flaschenwechsel
- Raumtemperaturen, Störungen, Reparaturen, Inspektionen

Anlagen, die der DIN 13260 Teil 1, gültig seit 01.12.1990, entsprechen, lassen sich verhältnismäßig einfach überwachen, da die DIN mehrere wichtige Komponenten fordert, die die Betriebssicherheit erhöhen bzw. im Störfall eine Aufrechterhaltung der Versorgung der Patienten mit medizinischen Gasen sicherstellen. Außerdem sind Einrichtungen vorhanden, durch die Fehlermeldungen beim Auftreten von Störungen generiert werden. Leider entsprechen aber sehr viele Anlagen nicht dem technischen Stand der DIN 13260 Teil 1. Um so wichtiger ist die tägliche Begehung der Zentralen.

Worauf sollte der Techniker hierbei achten ?

#### Flaschenbatterieanlagen

- Die Räume dürfen nicht zum Lagern von brennbaren Stoffen mißbraucht werden.
- Brennbare Gase wie Propan, Wasserstoff, Acetylen und verbrennungsfördernde Gase, wie Sauerstoff, dürfen nicht im Krankenhaus im gleichen Raum gelagert bzw. Flaschenbatterien betrieben werden.
- Der Raum muß belüftbar gehalten werden.
- Öle und Fette dürfen an den Armaturen nicht eingesetzt werden. Es besteht sonst Brand- und Explosionsgefahr.
- Die Anschlußbogen zwischen Flaschenabsperrventil und der Sammelleiste müssen in einem einwandfreien, also undeformierten Zustand sein, der zulässige Betriebsdruck beträgt 200 bar bei Sauerstoff.
- Die Anschlüsse sollen von Hand angezogen werden, der Gebrauch von Zangen sollte grundsätzlich an diesen Armaturen unterbleiben.
- Nach jedem Flaschenwechsel sollen die Verbindungen auf Dichtigkeit durch Abpinseln oder Einsprühen mit einem Leckfinder überprüft werden. Gegebenenfalls sind die Dichtungen an den Anschlußbögen gegen neue zu ersetzen. So manche Flasche Sauerstoff bzw. Lachgas entwich so ungenutzt in die Atmosphäre.
- Entlastungsleitungen von Sicherheitseinrichtungen an der Austrittsöffnung von Zeit zu Zeit mit Leckfinder prüfen, ob die Sicherheitseinrichtung auch dichtschießt.
- Durch Betrachten der Manometer für die Hinterdrücke an den Druckreduziereinrichtungen feststellen, ob die Sollwerte eingehalten werden. Bei Abweichungen von mehr als 0,8 bar liegen in der Regel Störungen vor und es sollte der Service des Anlagenerstellers gerufen werden. Instandsetzungsarbeiten an Druckreduziereinrichtungen dürfen nur von hierzu autorisierten Personen durchgeführt werden.

Störungen an der Umschalteinrichtung gehen meist parallel einher mit Sollwertabweichungen der Druckreduziereinrichtung. Auch hier kann in der Regel der Service des Herstellers helfen. Eine Überwachung des Flaschenvorrates erfolgt über Druckschalter. Nach Leerwerden der Betriebsseite erfolgt selbsttätig eine Umschaltung auf die Reserveflaschenseite. Daß eine Seite der Flaschenbatterie verbraucht ist, wird nun optisch und akustisch an eine Stelle die Tag und Nacht besetzt ist, meist beim Pförtner, gemeldet.

#### Kaltvergaseranlage

Wenn Sie über eine Kaltvergaseranlage verfügen, sollten Sie diese in die Begehung mit einbeziehen und ein besonderes Augenmerk auf das Sicherheitsventil richten. Spricht dieses Ventil häufig an, so ist die Abnahme des Sauerstoffes durch das Krankenhaus kleiner als die Ruheverdampfung des Kaltvergasers, dieses kann ein Hinweis auf einen schleichenden Defekt der Vakuumisolierung des Flüssiggastanks sein. Jeglicher Sauerstoff, der aus diesem Sicherheitsventil entweicht, trägt kostenmäßig das Krankenhaus, auch während des Füllvorganges.

#### Druckluftherzeugungsanlagen

Hier ist die Begehung der Anlage umfangreicher und auch unangenehmer. Der verursachte Geräuschpegel ist meist zu hoch, die Räume sind meist zu warm. Trotzdem es sollte auf folgendes geachtet werden:

- Sichtprobe an den Kompressoren auf Ölleckagen
- Sichtprobe aller kondensatführenden Bauteile auf Undichtigkeiten
- Hörprobe auf unregelmäßige oder abnorme Kompressorlaufgeräusche
- Raumtemperatur feststellen, max. nach VDMA-Einheitsblatt 35°C
- Betriebsstunden der Kompressoren feststellen, anhand der Laufzeiten lassen sich Rückschlüsse über Kapazitätsbedarf, Auslastung, Wartungsintervalle u.s.w. schließen, sie dienen aber auch zur Sicherung von Gewährleistungsansprüchen gegenüber Lieferanten
- Wöchentlich Ölstand prüfen und gegebenenfalls Öl nachfüllen. Hierbei gleichzeitig Keilriemenspannung und Keilriemenzustand prüfen.
- Ölwechsel, Ventilplattenaustausch, prüfen der Sicherheitseinrichtungen wechseln der Ansaugfilterelemente, Überprüfung der Fördermengenleistung des Kompressors sollten nach Wartungsplan des Kompressorherstellers erfolgen. Zur Ausführung dieser Arbeiten sollte in der Regel der Service des Anlagenerstellers angefordert werden.
- Kondensatablaßeinrichtungen betätigen und hierbei auf Funktion prüfen, moderne Kondensatableiter verfügen über eine Selbstüberwachung und melden unzulässigen Kondensatanstieg. Was nutzt der beste Kältetrockner, wenn der Kondensatableiter nicht funktioniert und die entfeuchtete Druckluft ständig wieder Wasser aufnimmt und bis in die Beatmungsgeräte trägt?

Hier sei auf das Wasserhaushaltsgesetz § 7 A hingewiesen. Dieses schreibt gemeinsam mit dem Regelwerk Abwasser/Abfall eine Aufbereitung des ölhaltigen Kondensates nach dem Stand der Technik vor. Es darf nur noch Kondensat mit max. 20 mg/l Öl in die öffentlichen Abwasserleitungen eingeleitet werden.

- Füllstand des Öl-Wassertrenners prüfen, gegebenenfalls Inhalt des Sammelbehälters ordnungsgemäß entsorgen
- Kältetrockner auf Taupunkt am Anzeigeelement prüfen, er soll bezogen auf den Betriebsdruck + 5°C betragen. Hier hat sich auch die sogenannte Handprobe bewährt, mit einer Hand die ankommende Druckluftleitung, mit der anderen die abgehende Druckluftleitung umfassen. Zwischen der ankommenden und der abgehenden Leitung muß bei Druckluftverbrauch eine merkliche Temperaturdifferenz bestehen. Die abgehende Leitung muß bei funktionierendem Trockner immer kälter sein, als die ankommende Leitung. Der Wärmetauscher vom Kälteaggregat sollte öfter gereinigt werden, um den Wirkungsgrad zu erhalten und die Energiekosten nicht in die Höhe schnellen zu lassen. Auch hier sein bemerkt, eine zu hohe Raumtemperatur schränkt den Wirkungsgrad des Kältetrockners erheblich ein.
- Filter- und Reduzierstation prüfen, die Qualitätsanforderungen an die medizinische Druckluft sind in der DIN 13260 mit folgenden Grenzwerten festgeschrieben:
  - Wasserdampfgehalt: Taupunkt von + 5°C entsprechend dem Betriebsüberdruck im Rohrleitungssystem.
  - Ölgehalt: 0,5 mg/m<sup>3</sup>
  - Kohlenstoffdioxid: 1000 ppm
  - Kohlenstoffmonoxid: 5 ppm
  - Keimarmut: Anforderungen nach DIN 1946 Teil 4, Raumklasse 1 müssen erfüllt werden.

Eine qualitative Prüfung der Einhaltung der vorgegebenen Werte kann nur mit entsprechenden Geräten und dem dazugehörigen Spezialisten erfolgen. Um zu prüfen, ob die Aktivkohlefilter gesättigt sind und unverzüglich ausgetauscht werden sollten, kann der Techniker mit geringem Aufwand durch "Schnüffelprobe" feststellen. Hierzu muß er nur Druckluft nach dem Filter über ein Ventil an seiner Nase vorbeiströmen lassen, sobald der geringste Ölgeruch wahrnehmbar ist, müssen die Filter ausgetauscht werden. Riechen und Schmecken Sie bitte einmal in Ihrem Krankenhaus die von Ihnen zur verfügbare Druckluft.

Durch Betrachten der Manometer für die Hinterdrücke an den Druckreduzier-einrichtungen feststellen, ob die Sollwerte eingehalten werden. Bei Abweichungen von mehr als 0,8 bar nach oben, liegt in der Regel eine Störung, ein sogenannter "Nachsteiger" vor. Es sollte der Service des Anlagenherstellers gerufen werden. Bei Unterschreiten des Sollwertes ist vermutlich der Verbrauch gestiegen und es müssen Maßnahmen zur Verbrauchsanpassung erfolgen bevor es zu Versorgungsengpässen kommt.

### Elektroschaltschrank der Druckluftanlage

Von hier aus erfolgt die Steuerung der Anlage und gleichfalls die Überwachung der Anlagenkomponenten wie

- pro Kompressor ein Steuerstromkreis
- Betrieb-Kompressor 1, 2, 3
- Störung-Kompressor 1, 2, 3
- Störmeldung wird generiert, weil Motorschutz angesprochen oder kein Systemdruckaufbau erfolgte
- Betrieb Kältetrockner 1, 2
- Störung Kältetrockner 1, 2
- Taupunkt-Temperatur über Sollwert
- Störung Kondensatableiter 1, 2, 3, 4, 5
- Druckanstieg im Druckluft-Rohrnetz
- Druckabfall im Druckluft-Rohrnetz

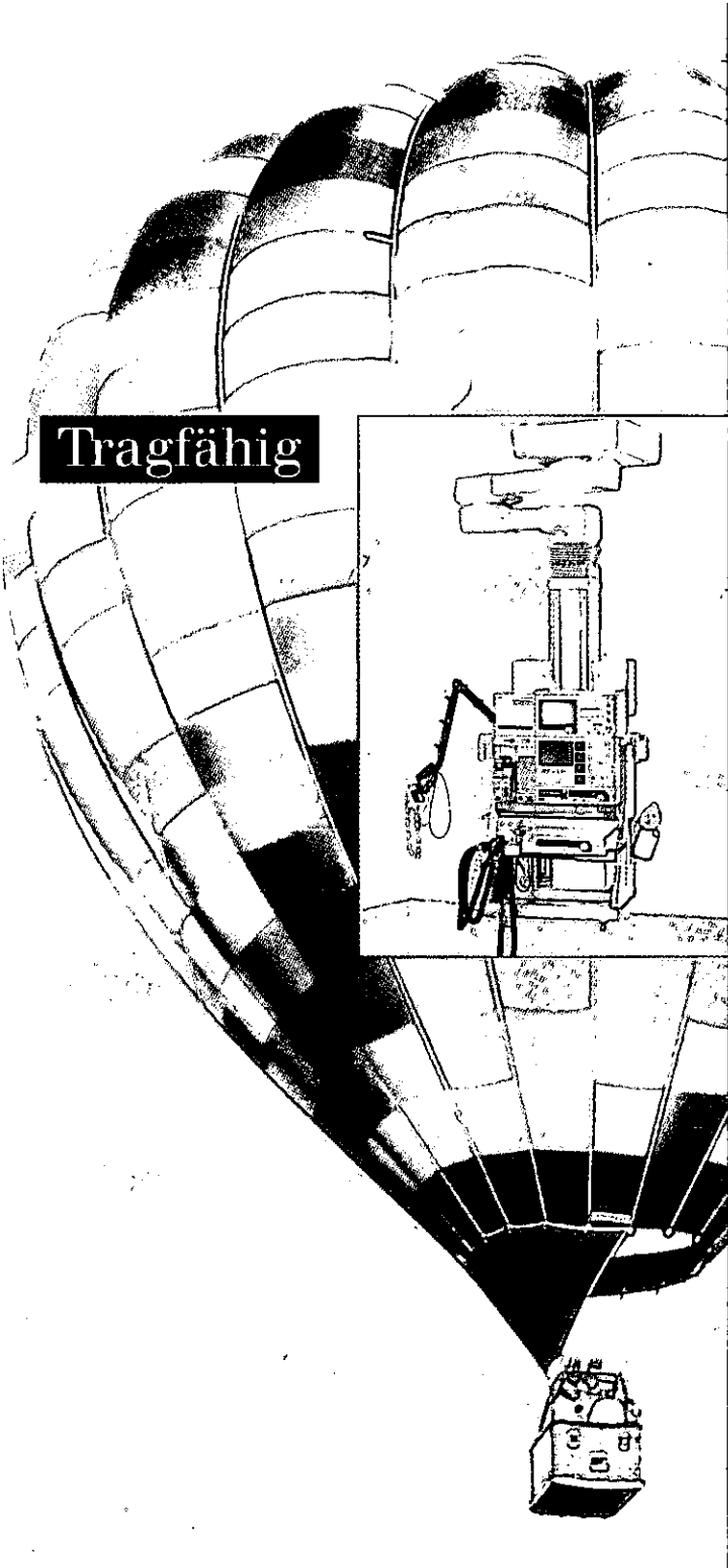
Die Meldungen werden über Leuchten am Schaltschrank angezeigt, parallel auf potentialfreie Kontakte (Wechsler) geführt und können einzeln oder als Sammelstörmeldung verarbeitet werden z. B. über eine Personensuchanlage.

### Vakuumerzeugungsanlagen

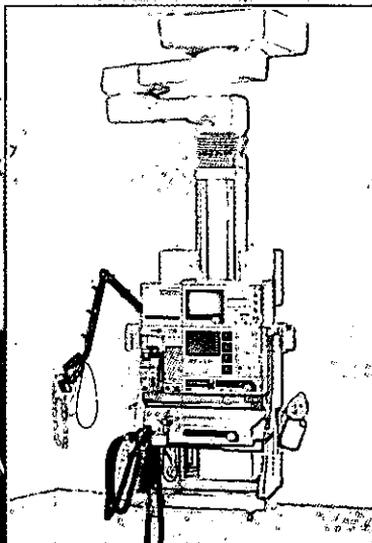
Diese sind sehr oft von den Druckluftzentrale getrennt, anderweitig räumlich untergebracht. Es sollte bei der Begehung auf folgendes geachtet werden:

- Sichtprobe an den Vakuumpumpen auf Ölleckagen
- Hörprobe auf unregelmäßige oder abnorme Pumpengeräusche
- Raumtemperatur feststellen
- Betriebsstunden der Pumpen feststellen, anhand der Laufzeiten lassen sich Rückschlüsse über Kapazitätsbedarf, Auslastung, Wartungsintervalle usw. schließen
- wöchentlich Ölstand prüfen und gegebenenfalls Öl nachfüllen
- Ölwechsel, Ölfilterwechsel, wechseln der Ansaugfilterelemente zur Belüftung der Pumpe, zwecks drucklosen Anlauf, Überprüfung der Pumpenleistung, prüfen der Sicherheitseinrichtungen bzw. der Pressostate sollten nach Wartungsplan des Pumpenherstellers erfolgen. Zur Ausführung dieser Arbeiten sollte in der Regel der Service des Anlagenherstellers angefordert werden.
- Sekretauffangvorrichtung auf Inhalt und Ablagerungen prüfen. Beim ordnungsmäßigen Betreiben der Absaugung am Patienten bleibt das abgesaugte Gut im Sammelgefäß am Absauggerät. Bei Fehlbedienungen oder Gerätefehlern kann Sekret in die Leitungen gelangen. Zum Schutz von Bakterienfiltern und zum Spülen des Netzes ist die Sekretauffangvorrichtung eingebaut. Bei Ablagerungen versuchen den Verursacher zu ermitteln, meistens kommt noch mehr Sekret ins Netz und das Netz wächst langsam, aber kontinuierlich zu. Spätestens dann meldet sich der Verursacher, weil seine Entnahmestellen keine Leistung mehr bringen und das Netz muß mit großem Aufwand gespült werden.

# Dräger



**Tragfähig**



Die moderne Medizintechnik in Krankenhausfunktionsbereichen erfordert eine ergonomische und patientengerechte Arbeitsplatzgestaltung.

Die Deckenversorgungssysteme von Dräger schaffen die Voraussetzungen.

**Deckenversorgung bedeutet:  
Freier Zugang  
zum Patienten.**

Die bedarfsorientierten Deckenversorgungssysteme von Dräger sind Voraussetzungen für ergonomische Arbeitsplätze, für Hygiene, für klare Versorgungslinien im Raum, für eine störungsfreie Behandlung des Patienten.

Sie gewährleisten, daß der Patient im Mittelpunkt des medizinischen Geschehens bleibt.

Drägerwerk AG, Lübeck  
Medizintechnik  
Telefon (04 51) 8 82-38 67  
Telefax (04 51) 8 82-26 75

**Dräger.  
Technik für das Leben.**

Elektroschaltschrank der Vakuum-Erzeugungsanlage

von hier aus erfolgt die Steuerung der Anlage und gleichfalls die Überwachung der Anlagenkomponenten wie

pro Vakuumpumpe ein Steuerstromkreis  
Betrieb - Pumpe 1, 2, 3  
Störung - Pumpe 1, 2, 3, weil Motorschutz angesprochen  
Druckanstieg im Vakuum-Rohrnetz  
Anlage ausgefallen

Die Meldungen werden über Leuchten am Schaltschrank angezeigt, parallel auf potentialfreie Kontakte (Wechsler) geführt und können einzeln oder als Sammelstörmeldung verarbeitet werden z. B. über eine Personensuchanlage.

Sollte in Ihrem Krankenhaus noch über Wasserringpumpen das Vakuum erzeugt werden, so ist es an der Zeit diese zwecks Schonung der Wasserressourcen auszutauschen. Bei einem m3-Preis von nur DM 2,00 und 5 Stunden Laufzeit pro Tag hat sich eine neue ölgeschmierte Rotationsvakuumpumpe innerhalb von 1 - 1 1/2 Jahren amortisiert.

Noch zwei Tips zum Sparen:

Die Narkosegasabsaugung, über Druckluft betrieben, sollte nach Betriebs-schluß durch das Pflegepersonal außer Betrieb gesetzt werden. Hier werden sonst pro Anschluß pro Minute 15 Liter Druckluft vergeudet. Bei nicht im Einsatz befindlichen-Beatmungs--,Narkose--und-Absauggeräten-sollten die-Ventile für die medizinischen Gase geschlossen sein. Außerdem empfiehlt es sich, den Gasstrom durch Nutzen der Parkstellung in der Steckkupplung zu unterbrechen, sonst entweicht manch ein Liter Gas ungenutzt.

Verteilernetz

Die Rohrleitungsnetze werden grundsätzlich aus Kupferrohr in Sonderqualität gefertigt. Dieses Material ist sehr korrosionsbeständig, es bedarf kaum Schutz bzw. einer Pflege solange es im trockenen Mauerwerk oder in Räumen aufputz bei normaler Luftfeuchtigkeit verlegt ist. Durch die bakterizide und fungizide Wirkung ist eine Desinfektion der Rohrleitungen weder im Innern noch außen erforderlich. Mit der Ausnahme Rohrnetze für Druckluft in denen sich wegen defekter Drucklufttrockner oder Kondensatableiter Wasserpfützen gebildet haben, sie sind, solange Wasser im Netz vorhanden ist, gefährdet zu verkeimen. Durch Ausblasen mit der Betriebsdruckluft sollten nach Defekten die Druckluftnetze schnellstens getrocknet werden.

Eine Verengung der Leitungsquerschnitte des Vakuumversorgungsnetzes kann, wie schon bei der Vakuumzentrale erwähnt, durch Auftrocknen des Sekretes, welches durch Fehlbedienungen, Fehlverhalten des Personales oder Gerätefehler in die Leitungen gelangte, geschehen. Abhilfe ist hier durch Spülen der Rohrleitungen zu erzielen.

Eine Drucküberwachung auf Leitungsbruch erfolgt in der Regel nicht. In größeren Einrichtungen gibt es aber Verbrauchsmengenmessenrichtungen zur Kostenverteilung. An diesen Messeinrichtungen ist nur eine Funktionskontrolle möglich, Eichungen kann nur der Hersteller durchführen.

#### Absperr- und Kontrolleinrichtungen

Sie dienen der Unterteilung des Rohrnetzes in Haupt- und Nebengruppen, über Manometer lassen sich die Netzdrücke ablesen. Die Gängigkeit der Ventile sollte von Zeit zu Zeit überprüft werden. Hierbei kann man auch ermitteln, ob der Schließmechanismus im Ventil schließt. Dieses ist ein sehr wichtiger Funktionsfaktor. Gerade in der letzten Vergangenheit bei einigen Bränden in Krankenhäusern, hat sich gezeigt wie wichtig dichtschließende Ventile sind. Nach mehreren Jahren Betriebszeit, so lehrt die Erfahrung, sind die Ventillinneleben im Schließmechanismus im Bereich der Dichtwerkstoffe verschlissen und müssen gegen neue Schließkegel ausgetauscht werden. Untersuchungen haben gezeigt, daß die Dichtungswerkstoffe in den trockenen Gasströmen an Elastizität verlieren und porös werden. Ähnliches gilt auch für die Membranen an Druckreduziereinrichtungen. Solche Austauschaktionen lassen sich nur nach sorgfältiger Vorplanung mit entsprechend großer Anzahl von Technikern und der Aufrechterhaltung der Gasversorgung der betreffenden Bereiche über Notmaßnahmen durchführen.

Dichtigkeitsprüfungen ganzer Abteilungen lassen sich im Betrieb wegen der Versorgungssicherstellung der Patienten nur schwer durchführen. Im Rahmen von Stilllegungszeiten, wie Desinfektionen einzelner Bereiche oder Renovierungen, sollte eine Überprüfung der Dichtigkeit stattfinden. Es ist nicht die erste Schraube mit Dübel und nicht der letzte Stahl Nagel, der quer durch die Rohrleitung getrieben war und so ausfindiggemacht wurde. Für Bereichswarnsignale sind Kontaktgeber in wichtigen Krankenstationen vorhanden. Die Überprüfung kann hier nach Absprache mit dem Pflegepersonal durch Absperrern der Ventile der einzelnen Gase nacheinander erfolgen.

#### Entnahme- und Anschlußstellen

Sie sind einem harten Betrieb unterworfen. Oft werden hier unter Zeitdruck und in hektik Geräte ein- und ausgekuppelt, dieses bringt zwangsläufig Verschleiß, Dichtungen altern oder werden durch deformierte Gerätestecker beschädigt. Instandsetzung ist hier angesagt. Viele Krankenhäuser haben einen oder zwei Mitarbeiter ausbilden lassen, die diese Instandsetzungen mit wenigen Handgriffen, fast routinemäßig, erledigen. Die Steckkupplungen nach DIN 13260 Teil 2 haben neben der äußeren Gasartkennung noch eine innere Gasartkennung, so werden bei Wartungen oder Reparaturen Gasartwechselungen ausgeschlossen. Ein Rückschlagventil in der Steckkupplung erlaubt eine Reparatur auch bei laufendem Betrieb. Schon wegen der Reparaturfähigkeit im Betrieb, gegeben durch das Rückschlagventil in der Steckkupplung, sollte eine Umrüstung auf die neue Steckkupplungsgeneration schnellstmöglich erfolgen. Messungen von der Gewerbeaufsicht in Operations- und Einleitungsräumen haben teilweise hohe unzulässige Lachgaskonzentrationen in der Raumluft nachgewiesen. Zum Zeitpunkt der Messungen wurde keine Narkosegeräte betrieben. Die Lachgaskonzentrationen entstanden durch nicht gewartete Steckkupplungen.

Diese Erkenntnisse lassen den Schluß zu, daß nicht gewartete Steckkupplungen für Sauerstoff und Druckluft sich im gleichen Zustand befinden, wie die für Lachgas. Wobei die Benutzungsfrequenz von Sauerstoff- und Druckluftsteckkupplungen wesentlich höher zu bewerten ist, als die von Lachgassteckkupplungen, also der Verschleiß entsprechend höher liegt.

Es gibt im Bereich der Gasversorgungsanlage aber noch weitere Bausteine, die einer Überprüfung bedürfen. Aus dem Bereich der Licht und Elektrotechnik kommen eine ganze Anzahl von Installationseinheiten unterschiedlicher Gestaltung mit diversen Medienversorgungsanschlüssen für Strom, Nachrichtentechnik, Patientenüberwachung, elektronischer Datenverarbeitung, Dialyseeinrichtungen aber auch medizinischen Gasen. In diesen Installationseinheiten gibt es gastechnische Verbindungen z. B. im Einspeisepunkt deren Dichtungswerkstoffe einem natürlichen Alterungsprozeß unterliegen. Auch hier ist vorbeugende Instandhaltung gefordert.

Im Bereich der Operations- und Behandlungsräume werden zur Medienversorgung an der Decke montierte Versorgungseinheiten benutzt. Diese haben, wegen ihrer Drehgelenke in den Armen und höhenveränderbare Hubeinrichtungen, im Inneren flexible Schläuche. Auch hier besteht die Möglichkeit, daß diese Schläuche oder ihre Verbindungen mechanisch durch Scheuern oder durch Alterungsprozesse undicht werden. Eine Kontrolle in bestimmten Zeitabständen ist auch hier erforderlich.

Eine große Anzahl meiner Hinweise sind präventive Maßnahmen, die dazu beitragen können, daß Sie und die Patienten Ihrer Einrichtung von einer Katastrophe verschont bleiben.

Peter Fleischer  
Große Breite 8  
31749 Auetal

## Schäden in Kälteanlagen - Auftreten und Abwendung

J. Himler, Coppenbrügge - 8

### 1.) Funktion und Aufbau einer Kälteanlage

Die Erzeugung niedriger Temperaturen unter Einsatz von Verdichtungskälteanlagen auf dem Prinzip, daß der zu kühlenden Stelle Wärme durch verdampfendes Kältemittel entzogen wird. Der Wärmehalt des zu kühlenden Mediums (z.B. Luft, Wasser, Sole) und der zu kühlenden Güter wird dadurch reduziert und die Temperatur abgesenkt. Die im angesaugten Kältemitteldampf enthaltene zuzüglich der durch den Verdichtungs Vorgang indizierten Wärme wird am Verflüssiger nach außen abgegeben.

Für den Betrieb einer Kälteanlage sind also Verdampfer, Verflüssiger, Verdichter mit Antrieb, entsprechende, Regelorgane und Leitungen sowie Kältemittel als umlaufender Stoff erforderlich. Das Kältemittel als Wärmemengenträger nimmt Wärme bei niedrigem Niveau durch die Zustandsänderung von flüssig in Dampf - verdampfen, Aufnahme von latenter Wärme - auf, der Verdichter komprimiert den Kältemitteldampf auf ein höheres Druck- bzw. Temperaturniveau. Bei diesem hohen Temperaturniveau wird die Wärme wiederum durch Zustandsänderung von Dampf in Flüssigkeit - verflüssigen, Abgabe von latenter Wärme - plus der der Verdichtungsarbeit äquivalenten Wärmemenge an die Umgebung abgegeben.

Durch den Wärmefluß werden die Austauschere gekennzeichnet. An der Kühlstelle fließt die Wärme von einem hohen Temperaturniveau zum Verdampfer. Am Verflüssiger wird die Wärme von dem höheren Temperaturniveau des Verflüssigers an die Umgebung abgegeben.

### 2.) Schäden am Verdichter

Im Verdichter wird Kältemitteldampf mechanisch verdichtet. Für die ausreichende Versorgung aller drehenden und gleitenden Triebwerksteile ist eine entsprechende Ölmenge im Kurbelgehäuse

des Verdichters erforderlich. Der Ölstand ist bei fast allen Verdichtern aller Hersteller über ein Ölschauglas zu erkennen; ausgenommen sind vollhermetische Motorverdichter, deren Einsatz aber überwiegend für Anlagen kleinerer Leistung Verwendung findet. Bei diesen Anlagen ist der Ölhaushalt innerhalb des Kältekreislaufes selten gestört.

Zu beachten sind die vom Hersteller oft über entsprechende Hinweise, Klebeschilder etc. vorgegebenen minimalen und maximalen Ölstände. Üblich ist ein Ölstand zwischen 1/3 und der Hälfte des Ölschauglases. Zu viel Öl führt durch die Schleuderwirkung der eintauchenden Pleuellager zu einer unzulässigen Erwärmung und zu einer starken Abwanderung des Öls über die Arbeitsventile aus dem Verdichter heraus. Es können hierdurch Schäden entstehen, z.B. Bruch der Arbeitsventile und eine starke innere Verölung der Austauschere. Ein zu geringer Ölstand kann - je nach der Art der Ölversorgung der Triebwerksteile ( Schleuder- oder Pumpenschmierung ) zu Schmiermangel und damit zu Lagerschäden führen.

Jeder Verdichter hat aufgrund seiner Konstruktion Anwendungsgrenzen. Diese Anwendungsgrenzen sind aus Katalogen und Typenblättern der Hersteller zu entnehmen. Unter Anwendungsgrenzen sind die maximale Umgebungstemperatur, die tiefste Verdampfungstemperatur, die höchste Verflüssigungstemperatur sowie die höchsten Ansaugtemperaturen des Kältemitteldampfes zu verstehen. Schon äußerlich ist an der Lackverfärbung des Verdichters am Zylinderkopf zu erkennen, daß ein Verdichter mit zu hohen druckseitigen Überhitzungstemperaturen gefahren wird. Die Folge ist ein Abreißen des Ölfilms an der Zylinderwand, was wiederum zu einem Defekt führen kann. Mit dem Größerwerden des Druckverhältnisses  $p_c/p_o$  erhöht sich die spezifische Lagerbelastung, und es ergibt sich hieraus eine Betriebsgrenze durch die Stangenkräfte.

### 3.) Schäden am Verdampfer und Verflüssiger

Wärme muß an der Kühlstelle möglichst ungehindert aufgenommen

und am Verflüssiger ebenso ungehindert wieder abgegeben werden können. Bei der Konstruktion dieser Austauscher wird also darauf geachtet, daß die Oberfläche, die Wärmeleitkoeffizienten und der Wärmeübergang möglichst groß sind. Die Größe dieser Werte bestimmt die notwendige Temperaturdifferenz. Je größer die Fläche und der Wärmedurchgangskoeffizient auf der Basis der Formel

$$Q = A \times K \times T_m$$

umso kleiner wird die Temperaturdifferenz sein. Kleine Temperaturdifferenzen sind gleichbedeutend mit geringerem Energieaufwand.

Die Oberfläche der Austauscher muß also frei von wärmeflußhemmenden Stoffen sein. Der Wärmefluß am Verdampfer wird durch Reif- und Eisansatz und der Wärmefluß am Verflüssiger durch Staub, Schmutz, Fette und Öle, Kalkablagerungen beeinflusst. Der Wärmeleitkoeffizient für Kupfer ist 395 W/mK, der für Reif 0,09 W/mK, für Eis 2 W/mK und für Ruß 0,03 W/mK.

Allein aus diesen Zahlen ist zu entnehmen, wie stark der Wärmedurchgang bei entsprechender äußerer Verunreinigung verschlechtert wird. Wenn weniger Wärme aufgenommen werden kann, z.B. bei einem stark vereisten Verdampfer, wird in der errechneten Zeiteinheit die Temperatur an der Kühlstelle nicht abgesenkt werden können, was über eine längere Laufzeit der Anlage kompensiert wird. Hinzu kommt, daß die Verdampfungstemperatur und damit der Verdampfungsdruck weiter abfallen und die saugseitige Betriebsgrenze des Verdichters überschritten werden kann.

Verschmutzte Verflüssiger haben entsprechend dem schlechter werdenden K-Wert eine größere Temperaturdifferenz, damit einen höheren Verflüssigungsdruck. Auch hier kann die Anwendungsgrenze des Verdichters überschritten werden. Hinzu kommt noch, daß der Energieaufwand größer wird und der spezifische Kältegewinn ungünstiger.

Eine regelmäßige optische Kontrolle der Austauscher hilft also, nicht nur Betriebskosten zu sparen, sie reduziert auch den unnötigen Verschleiß des Verdichters.

#### 4.) Kältemittelbedingte Betriebsstörungen

Neben dem klassischen Kältemittel Ammoniak wurden bisher überwiegend fluorierte Chlorkohlenwasserstoffe eingesetzt. Diese Kältemittel sind unter den Handelsbezeichnungen Frigen, Freon, Kaltron im Einsatz. Als Derivate von Methan und Athan mit unterschiedlichem Gehalt an Fluor, Chlor und Wasserstoff kann es bei hohen Endverdichtungstemperaturen und dem Vorhandensein entsprechender Katalysatoren und freiem Wasser zu Spaltprodukten wie Chlorwasserstoffsäure und Flußsäure kommen. Die Säuren greifen die Isolation der mit im Kältemittel liegenden Motorwicklungen bei voll- und halbhermetischen Motorverdichtern an; Kurzschlüsse der Motorwicklung sind die Folge.

Es empfiehlt sich also, je nach Art der Anlage in regelmäßigen Zeitabständen - z.B. einmal jährlich, das Öl als Säurelösungsmittel auf seinen Säuregehalt hin zu überprüfen; der Fachhandel hält hierfür Testflüssigkeiten bereit.

Kältemittel selbst muß ausreichend in der Anlage vorhanden sein, daß für alle Betriebsbedingungen eine hundertprozentige Beaufschlagung des Verdampfers gewährleistet ist. Überall dort, wo innerhalb des Verdampfers Kältemittel verdampft, wird auch Wärme übertragen. Vor dem Kältemittelmengen regulierenden Regelorgan muß ausreichend dampfblasenfreies Kältemittel anstehen. Kältemittelmangel führt zu einer erheblichen Minderleistung des Regelorgans und damit zu unzureichender Kältemittelversorgung des Verdampfers.

Zum Ausgleich des aus verschiedenen Betriebsbedingungen resultierenden Volumenstromes ist ein Sammler eingebaut. In diesem Sammler wird flüssiges Kältemittel bevorratet. Der Flüssigkeitsstand ist durch ein Schauglas zu erkennen. Fehlt das Schauglas am Sammler, so ist ein sogenanntes Flüssigkeitsschauglas in die Flüssigkeitsleitung möglichst kurz vor dem Regelorgan eingebaut. Dampfblasenanteile in der Flüssigkeit sind in diesem Schauglas zu erkennen und das erste Warnzeichen dafür, daß an irgend einer

Stelle Kältemittel entweicht.

In sehr seltenen Fällen bilden sich trotz ausreichend vorhandenen Kältemittels auch Dampfblasen; hier können Teilentspannungen durch Verstopfungen, zu starke Wärmebelastung der Flüssigkeitsleitung und ein sehr hoher Massenstrom nach dem Abtauen die Ursache sein.

Weitaus häufiger jedoch ist der Mangel an Kältemittel durch auftretende Undichtigkeiten zu verzeichnen. Undichte Stellen - hierzu zählen Löt- und Schraubverbindungen - sind oft schon äußerlich durch das Vorhandensein von Ölspurens zu erkennen; d.h. überall dort, wo an irgend welchen Verbindungsstellen Öl entweicht, entweicht auch gleichzeitig Kältemittel. Bei Anlagen mit großer Kältemittelfüllung und den mit dem Kältemittelverlust verbundenen hohen Materialkosten sollten die Anlagenteile regelmäßig auf eventuelle undichte Stellen unter Zuhilfenahme entsprechender Werkzeuge und Geräte überprüft werden.

Besonderes Augenmerk ist den Schwingungen zu widmen. Verdichter und pulsierende Kältemitteldampfsäulen führen zu Schwingungen der Verbindungs- und Drucksteuerleitungen. Befestigungsmaterialien können sich während des Betriebes lösen. Entsprechende Schwingungen führen zu Materialbruch oder Materialabrieb. Da hier das Kältemittel nicht kontinuierlich sondern schlagartig entweichen kann, sind die Verluste und damit die Kosten entsprechend groß.

Rechtzeitiges optisches und akustisches Wahrnehmen von Unregelmäßigkeiten und äußerlichen Veränderungen an Kälteanlagen sichert nicht nur die Werterhaltung, sondern erhöht die Betriebssicherheit und senkt die Betriebskosten.

Anschrift des Verfassers:

J. Himler

Norddeutsche Kältefachschule, Springe 1

Birkenweg 2

3256 Coppenbrügge - 8

### Problematiken bei der Umstellung von Kälteanlagen auf umweltfreundliche Kältemittel

In etwas mehr als 60 Wochen läuft entsprechend der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung die Frist für den Einsatz von FCKW-Kältemittel ab. Das bedeutet auch, daß damit die FCKW-Produktion endgültig eingestellt wird und die Umstellung für Neuanlagen und bereits installierte Kälteanlagen auf umweltschonende Kältemittel zu erfolgen hat.

Weltweit wurden bei großangelegten Untersuchungsprogrammen unter ca. 860 Substanzen nur wenige Ersatzstoffe für die in der Verbots-Verordnung aufgeführten Kältemittel gefunden. Es ist äußerst schwierig, neue adäquate Stoffe einzusetzen, da parallel zu den physikalischen Eigenschaften für die in Frage kommenden Alternativstoffe auch die ökologischen und toxikologischen Untersuchungsergebnisse von maßgebender Bedeutung sind.

Für das Kältemittel R12 werden als Reinstoff R134a und MP39 als Mischung angeboten. Für R134a liegen ausreichende Erfahrungen vor. Der Einsatz ist bei Serien- und kleinen gewerblichen Anlagen mehrfach erprobt. Der relativ hohe Siedepunkt von  $-26^{\circ}\text{C}$  begrenzt den Anwendungsbereich auf Anlagen mit höheren Verdampfungstemperaturen, da bei Tiefkühlanlagen (to niedriger als  $-27^{\circ}\text{C}$ ) der Einbruch von Luft und Feuchtigkeit in die Anlage unvermeidbar ist.

Über die Verwendung vom MP39 ist z.Zt. eine definitive Stellungnahme nicht möglich. Der Stoff ist auch in der Bundesrepublik noch nicht verfügbar.

Für R22 und R502 werden nach heutigem Stand keine alternative Reinstoffe angeboten. Man ist hier auf naheazeotrope Gemische wie HP62 und HP80 angewiesen. Der Einsatz von HP62 ist wegen des zu hohen GWP-Wertes nicht empfehlenswert.

Als mögliche Ersatzstoffe für R11-Anlagen sind die beiden H-FCKWs R141b und R123 verfügbar. R141b ist jedoch brennbar und R123 toxikologisch nicht unbedenklich. Da aber R11 überwiegend in Klimaanlage mit Turboverdichtern eingesetzt wird, die von ihrer Anzahl und der enthaltenen Kältemittelmenge in der Summe nicht von großer Bedeutung sind, werden sich auf diesem Gebiet andere Technologien durchsetzen.

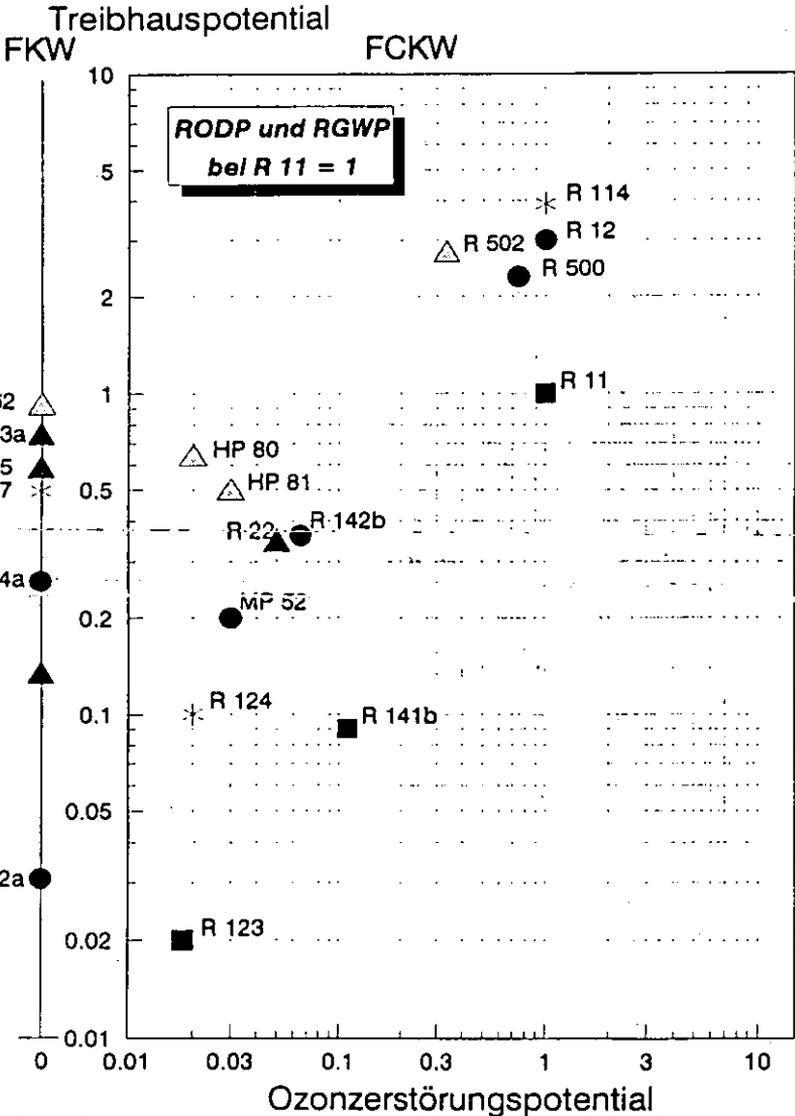
Mögliche Ersatzstoffe für bekannte Kältemittel

FCKW (vorhanden)	Ersatzstoff	ODP und GWP bei R 11 = 1	
R 11	R 123 (C <sub>2</sub> H <sub>1</sub> Cl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> ) (toxikologisch nicht unbedenklich)	ODP = 0,02	GWP = 0,02
	R 141b (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> F) (entflammbar)	ODP = 0,11	GWP = 0,09
	R 245 (C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> ) Isomere (steht erst langfristig zur Verfügung)	ODP = 0	GWP = n.b.
	R 356 (C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> F <sub>6</sub> ) (steht erst langfristig zur Verfügung)	ODP = 0	GWP = n.b.
R 12	R 134a (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> )	ODP = 0	GWP = 0,25
	R 152a (C <sub>2</sub> H <sub>1</sub> F <sub>5</sub> )	ODP = 0	GWP = 0,03
	R 227 (C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub> ) nur zum Teil (Wärmepumpen)	ODP = 0	GWP = 0,5
	R 290 (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) (Propan, brennbar)	ODP = 0	GWP = 0
R 12B1	R 227 (C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub> )	ODP = 0	GWP = 0,5
R 13	R 23 (CHF <sub>3</sub> ) (langfristige Alternative)	ODP = 0	GWP = n.b.
R 13B1	R 32 (CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ) (Entwicklungsprodukt, brennbar)	ODP = 0	GWP = 0,13
R 22	R 32 (CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ) (Entwicklungsprodukt, brennbar)	ODP = 0	GWP = 0,13
	R 125 (C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub> ) (Entwicklungsprodukt)	ODP = 0	GWP = 0,58
	R 143a (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> ) (brennbar)	ODP = 0	GWP = 0,74
	Entwicklung von naheazeotropen Gemische (aus z.B.: R 32, R 125, R 134a)		
R 113	R 123 (C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> ) (toxikologisch nicht unbedenklich)	ODP = 0,02	GWP = 0,02
	R 141b (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> F) (entflammbar)	ODP = 0,11	GWP = 0,09
R 114	R 124 (C <sub>2</sub> HClF <sub>4</sub> )	ODP = 0,02	GWP = 0,1
	R 227 (C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub> )	ODP = 0	GWP = 0,5
R 502	R 32 (CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ) (Entwicklungsprodukt, brennbar)	ODP = 0	GWP = 0,13
	R 125 (C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub> ) (Entwicklungsprodukt)	ODP = 0	GWP = 0,58
Entwicklung von naheazeotropen Gemischen (z.B.: HP 62, HP 80, HP 81, R 69S, R 69L)			

Einige der oben genannten Stoffe sind brennbar und nur zur Vollständigkeit mitgenannt worden. Ob sie zum Einsatz gelangen, ist aus momentaner Sicht noch fragwürdig.

Die oben erstellte Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und muß je nach Stand der Dinge erweitert werden. Durch weitere Ergebnisse bei der Stoffforschung können auch einige Substanzen wieder als nicht geeigneter Alternativstoff verschwinden.

# Treibhaus- und Ozonerstörungspotential für Fluor(chlor)kohlenwasserstoffe



Bei der Umstellung auf Kältemittel mit geringerem RGWP- und ROPD-Wert bzw. ROPD=0 im Rahmen von Reparaturen und Wiederinbetriebnahmen sind je nach Substitut eine Reihe von Ausrüstungsänderungen und Arbeitsvorgängen zu beachten. In den nachfolgenden Kapiteln werden die wichtigsten Punkte beschrieben.

#### Anlagenumstellung von R12 auf R22

- Massenstrom R22 ca. 60% von R12
- Anwendungsgrenzen beachten
- Flüssigkeitsleitung: ohne Probleme
- Saugleitung/Druckleitung: steigend mit, fallend ohne Probleme
- Einbauten (RV) beachten
- E-Ventil tauschen
- Eventl. Pulsationsdämpfer einbauen
- Ölwechsel
- Sicherheitsgeräte neu einstellen
- Kennzeichnung ändern
- Bei Minus-Anlagen: SL isolieren, WA entfernen, eventl. Ölabscheider einbauen

#### Anlagenumstellung von R502 auf R22

- Massenstrom R502 ungefähr gleich R22
- Anwendungsgrenzen beachten
- WA entfernen, SL isolieren
- E-Ventil (nicht) tauschen
- Ölwechsel
- Kennzeichnung ändern
- Sicherheitsgeräte neu einstellen
- Bei Minus-Anlagen:
  - SL isolieren
  - WA entfernen
  - evtl. Ölabscheider/Pulsationsdämpfer einbauen

Anlagenumstellung von R12 auf R134a

Die Umstellung sollte nur bei Anlagen mit einem guten inneren Zustand erfolgen.

- Kältemaschinenöl entsorgen
- Esteröl auffüllen
- Anlage noch mit R12 kurzfristig betreiben
- Öl nochmals entsorgen und Anlage weiter mit R12 betreiben
- Diesen Arbeitsvorgang 2 - 3mal wiederholen
- R12 entsorgen
- Esteröl einfüllen
- Filtertrockner und Expansionsventil wechseln
- Bei offenen Verdichtern Wellenabdichtung erneuern
- Anlage mit R134a füllen und in Betrieb nehmen
- Kennzeichnung ändern
- Sicherheitseinrichtung neu einstellen

Besonderheiten bei Ausführung von R22-Systemen (Insbesondere bei Tiefkühlung)

- Verdichtereinsatzgrenzen beachten
  - evtl. Verzicht auf Leistungsregler
  - evtl. Einsatz von zweistufigen Verdichtern oder Schrauben
- Zusatzkühlung
  - Lüfter (Aufstellung im Verflüssiger-Luftstrom)
  - W-köpfe
  - Nacheinspritzung
  - Druckgasüberhitzungsschutz
- Sauggasüberhitzung
  - Verzicht auf Wärmeaustauscher
  - Wärmegedämmte Saugleitung
  - Kurze Wege
  - Nacheinspritzung
- Geringstmögliches Druckverhältnis
  - Reichliche Dimensionierung von Verflüssiger und Verdampfer
  - Geringe Druckabfälle
  - Absicherung der Arbeitsdrücke
  - Verzicht auf Abpumpschaltung
- Bei isolierter Saugleitung Kältemittelverlagerung bei Abtauung beachten
- Höchster Grad an Sicherheit und Trockenheit
  - Einfluß auf Ölstabilität
- Verwendung hochstabiler Schmierstoffe
  - Teil- und Vollsynthetiköle

Besonderheiten bei Ausführung von R134a-Systemen

- Sehr sauber und sehr trocken montieren
- Kleine Molgröße - höhere Leckraten
- Größere Trockner, MS = 3 Angström
- Spez. Lecksuchgerät
- E-Ventile (neu); R12-Ventile sind u.U. möglich
- Keine Verträglichkeit mit Mineralölen und mit einigen synthet.Ölen (Chlorfrei)
- Nur Polyglykole (PAG) u.Esteröle
- Keine Probleme mit R12 Üb1.Metallen bei Abwesenheit von miner.- und synthet.Öl
- R12 geeignete Schläuche: ungeeignet
- Elastomeres Dichtungsmaterial geeignet
- Bei Zersetzung bildet sich HF
- Getrenntes Werkzeug

### Anlagenumstellung von R502 auf HP80

Unter der Bezeichnung HP80 ist ein FCKW-freies Kältemittel auf dem Markt, daß sich zur Umrüstung und Ersatz für R502 - Anlagen eignet.

**Hinweis des Verfassers:** Die Lieferung erfolgt z.Zt. in 40 kg-Druckgasbehälter, amerikanischer Herkunft, die mit einem bei uns unüblichen Anschlußgewinde ausgestattet sind. Ein entsprechender Adapter ist erforderlich.

FCKW-haltige Kältemittel werden künftig nicht mehr zur Verfügung stehen, sei es weil sie nicht mehr angewendet, sei es daß sie nicht mehr hergestellt werden dürfen. Um die vorhandenen, mit R502 betriebenen Anlagen innerhalb ihrer technischen Lebensdauer weiter nutzen zu können, müssen sie auf ein alternatives Kältemittel umgestellt werden. HP80 ist ein Dreistoffgemisch aus H-FCKW 22, FKW 125 und KW 290 (Propan), das als Alternative zu R502 entwickelt worden ist. Unter Beachtung der folgenden Richtlinien lassen sich die meisten mit R502 betriebenen Anlagen, soweit sie mit Verdrängungsverdichtern (z.B. Hubkolben-, Rotations-, Schrauben- und Spiral-Kompressoren) arbeiten, einfach und wirtschaftlich auf HP80 umstellen. Damit können vorhandene Anlagen auch dann noch sicher und effektiv weiterarbeiten, wenn R502 nicht mehr lieferbar sein wird.

Der Einsatz von geeigneten Schmierstoffen wird z.Zt. noch erprobt. Praxistests mit Alkylbenzol-, Alkylbenzol/Mineralölgemisch (70/30) und Polyolesterölen haben bisher befriedigende Leistungen gezeigt. Es wird empfohlen, Auskünfte bei dem Verdichterhersteller oder auch beim Kältemittel-Fachhandel einzuholen.

Wie bereits dargestellt, erfordert die Umstellung von R502 auf H-FCKW 22 umfangreiche Änderungen an der Anlage. Die Umstellung auf HP80 ist wesentlich einfacher und damit erheblich kostengünstiger.

#### **Erforderliche Ausrüstung und Neuteile:**

- Manometer
- Vakuumpumpe
- Lecksuchgerät
- Neues Öl
- Neues Kältemittel
- Neue Trockner

#### **Umstellungsarbeiten:**

- Ausgangsdaten festhalten
- R502 - Füllung entsorgen
- Öl entsorgen, evtl. wie bei R134a beschrieben, ist je nach Zustand und Ausführung der Anlage ein mehrfacher Ölwechsel erforderlich.
- Vorgegebene Ölsorte und -menge auffüllen
- Trockner erneuern
- Anlage evakuieren, mit neuem Kältemittel füllen u. in Betrieb nehmen

Beim Befüllen der Anlage mit HP80 ist darauf zu achten, daß nur flüssiges Kältemittel aus dem Behälter entnommen wird, da bei diesem nicht vollständig azeotropen Gemisch sich die Zusammensetzung des Dampfes von der flüssigen Phase unterscheidet. Bei vollständiger Entleerung der Flüssigkeit kann dampfförmig weiter gefüllt werden.

### **Zusammenfassung**

Die Umstellung auf umweltfreundliche Kältemittel ist realisierbar. Industrie, Handwerk und Betreiber können anlagenspezifisch oft zwischen mehreren Möglichkeiten entscheiden. Priorität haben hier die Kosten und die für die Schonung unserer Umwelt wichtigen Daten.

Der Einsatz der Ersatzstoffe löst jedoch noch weitere Probleme aus. Aus der Ersatzteilvielfalt, Vorratswirtschaft, Werkzeugvorhaltung, Bestückung der Service-Fahrzeuge, Beachtung der Verordnungen (z.B. die Mindestmengenregelung für Kältemittel nach GGVST), Unterweisung der Servicetechniker etc. resultieren Schwierigkeiten mit entsprechendem Aufwand.

Die Konsequenz hieraus müßte lauten:

#### **Ein Kältemittel für alle Einsatzbereiche.**

Selbst wenn diese Forderung als ein Wunschdenken zu verstehen ist, sollte der Kältemittelmarkt als Zielsetzung eine Bereinigung erfahren.

Literatur: QSK-Schulungsmappe - 2.Auflage  
Du Pont Chemicals / Schweiz

Verfasser: Karlheinz Gäfgen, Springe  
Juni 1993

## **GANZKÖRPER-KRYO-TECHNIK**

### **ein moderner, therapeutisch-technischer Beitrag zur Rehabilitation von Rheumakranken**

Dr. H. Sörensen, Berlin

#### **Das Problem**

In Europa leiden bis zu 20% der Bevölkerung an rheumatischen Erkrankungen, die zum Teil mit großen Schmerzen und Funktionseinschränkungen des Bewegungsapparates einhergehen. Nur eine sinnvolle Therapiekombination bei Bevorzugung nebenwirkungsarmer, die Selbstheilungskräfte mobilisierender, die Aktivität fördernder und die psychische Problematik beachtender Therapieformen ist für den Patienten auf Dauer hilfreich.

Die Ganzkörperkryo-Therapie, bei der der Patient für wenige Minuten einer trockenen Raumatmosphäre bis  $-100^{\circ}\text{C}$  ausgesetzt wird, ist ein wichtiger Teil des Konzeptes. Sie ist bei Beachtung der Risiken nebenwirkungsarm und vermag durch ihre schmerzlindernde und entzündungshemmende Wirkung die Voraussetzung für eine intensive Krankengymnastik zu schaffen.

#### **Medizinische Wirkungsweise und Zusammenhänge**

Unter Rheuma versteht man eine Vielzahl von entzündlichen und degenerativen Erkrankungen der Gelenke, der Wirbelsäule und der Weichteile. Gemeinsame Symptome sind Schmerzen und Funktionseinschränkungen des Bewegungsapparates. Die Ursachen sind nur zu einem geringen Teil bekannt, so daß meist nur eine symptomatische Therapie zur Verfügung steht.

**Ihre Ziele sind:**

**die Linderung von Schmerzen,**

**die Unterdrückung von entzündlichen und gewebserstörerischen Vorgängen,**

**die Erhaltung oder die Wiedererlangung von Gelenkfunktionen,**

**und die Verbesserung der psychischen und sozialen Situation der Patienten.**

Bei der Therapieplanung sind Therapieformen zu bevorzugen, die nebenwirkungsarm sind, die Selbstheilungskräfte mobilisieren und die körperliche und seelische Aktivität fördern.

Die Ganzkörperkryotherapie, bei der der Patient bis zu einigen Minuten einer kalten, trockenen Atmosphäre ausgesetzt wird, deren Einblastemperatur bis minus 175°C betragen kann, ist ein wichtiger Teil eines sinnvollen Therapiekonzeptes. Sie ist bei Beachtung der Risiken nebenwirkungsarm und die Voraussetzung für eine intensive Krankengymnastik.

Ihre Wirkung ist:

- schmerzlindernd,
- entzündungshemmend,
- durchblutungsfördernd
- und muskelkrampflösend.

---

### **Bestehende Ganzkörper Kältetherapie-Technik**

Die Ganzkörper-Kältetherapie wurde bereits 1980 in der Rheuma-Medizin vorgestellt und fand seither einzelne Anwender.

Bei diesem Verfahren erfolgt die Behandlung rheumatischer Erkrankungen durch den Aufenthalt betroffener Patienten bei einer Raumtemperatur bis minus 100°C in einer Kältekammer.

Die Aufenthaltsdauer der Patienten dort beträgt, je nach Verträglichkeit und Gewöhnung, bis zu einigen Minuten in der Kältekammer selbst.

Zur Erzielung der tiefen Temperaturen wird bei den bisherigen Verfahren getrocknete Druckluft mittels flüssigem Stickstoff auf die gewünschte Therapietemperatur gekühlt. Da bei dieser Verfahrensweise sehr viel Flüssigstickstoff für die Kühlung aufgebracht werden muß, wird ein Teilstrom der Atmosphäre im Kreislauf geführt.

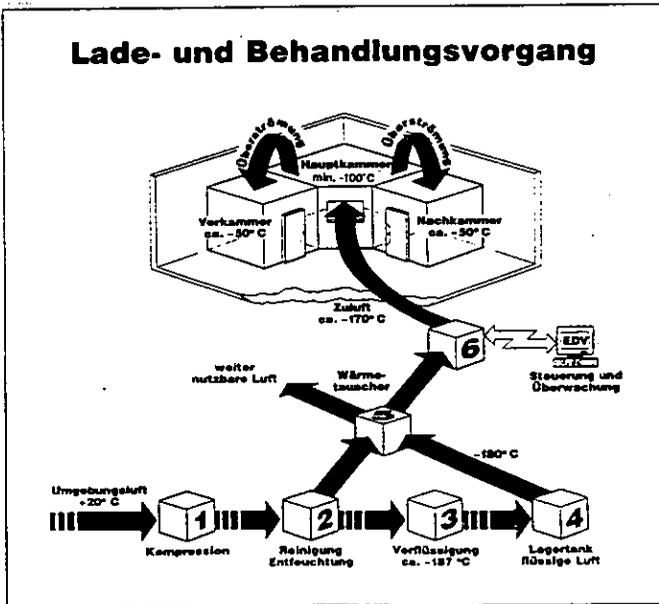
Dies führt bei diesem Verfahren mit zunehmender Behandlungszeit durch Feuchtigkeitsaufnahme zu erheblicher Nebelbildung in der Kältekammer. Zusätzlich verweisen die Wärmetauscher, an der die Behandlungsluft gekühlt wird und die Temperatur steigt dann rapide an. Eine kontinuierliche, wirtschaftliche Betriebsweise ist so nicht möglich.

## Die Lösung

Um die medizinischen Voraussetzungen für eine optimale Therapie zu erreichen, hat das Hamburger Unternehmen ROM (Rud. Otto Meyer) die GKR-Technik (Ganzkörper-Kryo-Rheumatherapie) entwickelt und in der Rheumaklinik Immanuel-Krankenhaus in Berlin eingebaut. Unsere fachärztlichen Forderungen der Inneren Rheumatologischen Abteilung wurden in dem neuen Konzept verwirklicht. Hierbei wurde höchster Wert auf technische Betriebssicherheit und Reproduzierbarkeit von Temperaturbereichen gelegt.

Die Bereitstellung der erforderlichen Kühlmedien tiefster Temperatur bei ca.  $-175^{\circ}\text{C}$ , wird ermöglicht durch die Wahl von zwei grundsätzlichen Verfahrensweisen. Größte Wirtschaftlichkeit in den Verfahren der GKR-Technik wird in jedem einzelnen Anwendungsbedarf nachgewiesen, weshalb in der Rheumaklinik eine Luftverflüssigungsanlage zum Einsatz kommt. Die Kammer-Behandlungszonen liegen vollkommen im Bereich einer atembaren Atmosphäre. Alle Materialien entsprechen höchsten Hygieneanforderungen.

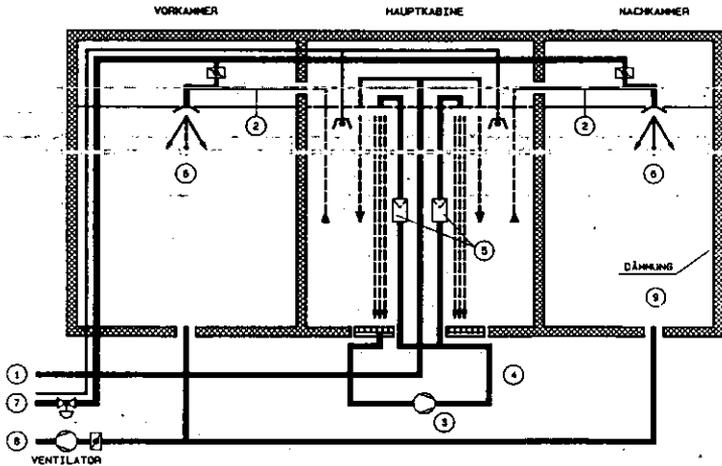
### 3-Kammer Kältetherapie-System



## Neuentwicklung der GKR-Technik

Es wurde eine optimierte Verfahrenstechnik entwickelt, deren Vorteile im wesentlichen in geringeren Betriebskosten, reduzierter Nebelbildung und längerer Betriebszeit bestehen. Die wesentlichen Merkmale dieser Anlage: Spezialgedämmtes Dreikammersystem mit Vor-, Haupt- und Nachkammer für die Behandlung, Bereitstellung von z.B. flüssiger Luft als Kältemedium, Einführung der gekühlten Druckluft als Behandlungsatmosphäre über einen Deckenverteiler in die Hauptkammer. Nachgeschaltete Kaltluftführung unter Zumischung warmer Raumluft für die Vor- und Nachkammer. Absaugung der Luft aus Vor- und Nachkammer über einen Abluftventilator ins Freie. Die EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT Nr. 0 226 107B1 beschreibt das Verfahren, dessen Nutzungsrechte bei Firma Rud. Otto Meyer, Hamburg, liegen. Die sicherheitstechnischen und medizinischen Anforderungen an die Kältetherapieanlage, entsprechend der Medizingeräteverordnung (MedGV), werden erfüllt. Die Anlage ist TÜV geprüft und vom Amt für Arbeitsschutz abgenommen.

### Der Verfahrensablauf



#### GKR Kammer-Kaltluftführung

1. Kaltluftzufuhr
2. Überströmluft aus der Hauptkammer bis ca.  $-100^{\circ}\text{C}$
3. Umluftventilator
4. Entnebelung Umluft
5. Filter zur Eispartikelabscheidung
6. Zuluft
7. Gereinigte und getrocknete Raumluft
8. Fortluft aus Vor- und Nachkammer ca.  $-30^{\circ}\text{C}$
9. Dämmung mehrschichtig, ca. 500mm holzverkleidet



Technik für  
Mensch & Umwelt

ROM gehört zu den Marktführern der Technischen Gebäudeausrüstung und des Anlagenbaus. Über 40 Niederlassungen bieten: Beratung, Planung, Ausführung, Service, Forschung & Entwicklung für die Geschäftsbereiche: Energietechnik, Luft- und Klimatechnik, MSR- und Elektrotechnik, Rohrleitungssysteme, Brandschutz, Umwelt- und Sanitärtechnik, Schiff- und Dockbautechnik, Service, Consulting und Umweltsimulation/Prüfstandtechnik.

## Dem Patienten zuliebe: Kältetherapeutische Behandlung



Ganzkörper-Kryo-Rheumatherapie  
Ansicht vom Bedienpult  
Immanuel Krankenhaus Berlin

**ROM-Hamburg**  
RUD. OTTO MEYER  
Tilsiter Straße 162  
22047 Hamburg  
Telefon: 0 40 / 69 49-0  
Telefax: 0 40 / 69 49 1545



Technik für  
Mensch & Umwelt

## Wir sind ganz in Ihrer Nähe



## Unser Leistungsspektrum

### Geschäftsbereiche:

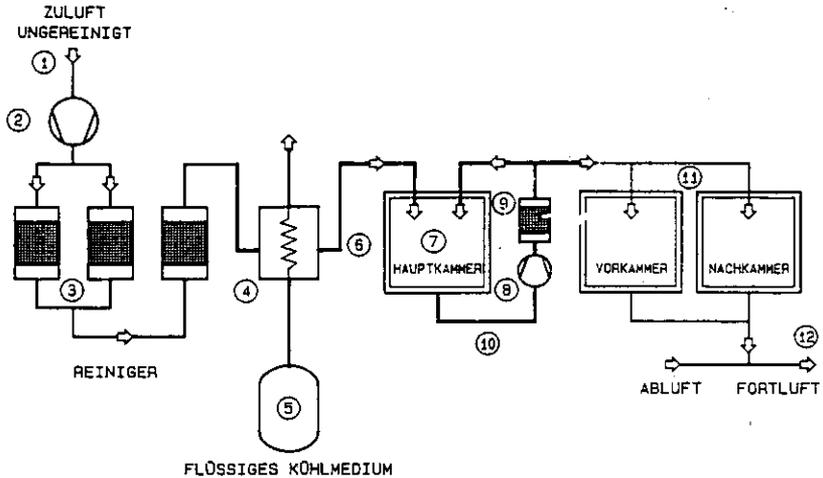
- Energietechnik
- Luft- und Klimatechnik
- MSR- und Elektrotechnik
- Rohrleitungssysteme
- Brandschutz
- Umwelttechnik
- Sanitärtechnik
- Schiff- und Dockbautechnik
- Umweltsimulation/ Prüfstandtechnik
- Service
- Consulting

### Leistungsumfang:

- Beratung
- Planung
- Ausführung
- Service
- Forschung & Entwicklung

**ROM-Hamburg**  
RUD. OTTO MEYER  
Tilsiter Straße 162  
22047 Hamburg  
Telefon: 0 40 / 69 49-0  
Telefax: 0 40 / 69 49 1545

## G K R - Funktionsablauf



- |                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Zuluft/Umgebungsluft     | 7. Hauptkammer          |
| 2. Kompressor               | 8. Ventilator           |
| 3. Druckwechseladsorber     | 9. Abscheider           |
| 4. Luftverflüssigung Kühler | 10. Umluft              |
| 5. Lagertank/flüssige Luft  | 11. Vor- und Nachkammer |
| 6. Pipe-in-Pipe-Rohrsystem  | 12. Fortluft            |

Der Kompressor (2) saugt Umgebungsluft (1) im Normalzustand an und komprimiert diese auf 11 bar. Diese Luft wird zur Reinigung über einen Druckwechseladsorber (3) geleitet. Die gereinigte und ultratrockene Druckluft kann in einer Luftverflüssigungsanlage (4) auf eine Verflüssigungstemperatur von  $-192,3^{\circ}\text{C}$  abgesenkt und in einem Lagertank (5) als flüssiges Kühlmedium bevorratet werden. Eine Bereitstellung bereits verflüssigter Kühlmedien ist ebenfalls möglich. Dieser Speicherzyklus erfolgt in der behandlungsfreien Zeit, z. B. in der Nacht.

Im Therapiezyklus wird gereinigte, ultratrockene Druckluft mit flüssiger Luft (5) als Kühlmedium im Kühler (4) auf die benötigte Tieftemperatur gebracht und als Behandlungsatmosphäre über das vakuumgedämmte Pipe-in-pipe-Rohrsystem (6) zur Hauptkammer geführt. Über einen Spezial-Deckenauslaß, im Strömungslabor von Rud. Otto Meyer entwickelt und erprobt, wird die Luft in den Therapieraum (7) eingespeist. Die niedrigste einstellbare Lufttemperatur liegt bei  $-175^{\circ}\text{C}$  und kann durch Zumischung warmer Druckluft den jeweiligen therapeutischen Anforderungen entsprechend durch den behandelnden Arzt, in den physikalisch vorgegebenen Grenzen, am Bedienpult eingestellt werden. Dadurch ergeben sich Behandlungstemperaturen bis  $-100^{\circ}\text{C}$ .

Ein Teilstrom der Abluft wird zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit und zur Entnebelung über einen Ventilator (8) und einen Abscheider (9) geführt und als Umluft (10) in die Kammer zurückgeführt. Die überströmende Abluft kühlt die Vor- und Nachkammer (11), einstellbar auf ca. -50°C, und wird danach zur Fortluft (12).

### **Vorteile der neuen GKR-Technik**

Das Sicherheitskonzept des Verfahrens ist einfach und effektiv:

- Als Kühlmedium wird Luft verwendet.
- Keine Gefahr für Patienten und Bedienungspersonal, selbst bei etwaigen mechanischen Störungen im System, da das Kältemedium nur aufbereitete atmosphärische Luft und kein gefährliches Gas ist.
- Im Störfall kann sich die Kammer nur auf Raumtemperatur erwärmen.
- Eine Entmischung der Luft durch Sauerstoffkondensation ist beim neuen GKR-Verfahren physikalisch nicht möglich, da nur gekühlte Luft verwendet wird ohne auch nur annähernd den Kondensationspunkt der Luft zu erreichen.
- Durch die neue GKR-Technik kommt es in der Behandlungskammer nur zu geringfügiger Nebelbildung.
- Das Benutzerrisiko wird beim neuen GKR-Verfahren auf ein medizinisch vertretbares Minimum reduziert.
- Die Wirtschaftlichkeit des neuen GKR-Verfahrens ist bedeutend.

### **PRAKTISCHE KLINISCHE ERFAHRUNGEN**

Die Durchführung der 3-Phasen-Ganzkörper-Kältetherapie geschieht unter der Aufsicht eines Arztes bzw. von ärztlich angeleitetem medizinischen Personal.

Am Monitor der EDV-Steuerungsanlage im Vorraum kann die jeweilige Temperatur der in verschiedenen Raumhöhen angebrachten Meßfühler in jeder der Kältekammern abgelesen werden. Je nach Erfordernis kann sie höher oder tiefer eingestellt werden.

Die von uns als optimal angesehene Behandlungstemperatur beträgt minus 80 bis minus 100 Grad Celsius. Tiefere Behandlungstemperaturen konnten von uns nicht getestet werden, da wir sie mit der uns zur Verfügung stehenden Technik bisher nicht erreichen konnten.

In Gruppen bis zu 4 Personen treten die Patienten zunächst in eine minus 50 Grad Celsius kalte Vorkammer ein. Letztere hat Schleusenfunktion, die einen Wärmeeinbruch in die Hauptkammer verhindert.

Danach betreten sie die Hauptkammer, in der sie bei der ersten Behandlung nur 30 sec. verweilen. Über die Nachkammer mit minus 50 Grad Celsius werden sie wieder ausgeschleust.

Die Ganzkörper-Kältetherapie wird 1 bis 2 mal täglich durchgeführt. Die Behandlungsdauer wird täglich um 30 sec. bis auf durchschnittlich 2 - 3 Minuten pro Behandlung gesteigert. Während des Aufenthaltes in der Kältekammer werden die Patienten angehalten, sich je nach ihrer Fähigkeit ständig ausgiebig zu bewegen. Gesunde Personen, die sich in sportlicher Weise bewegen können, konnten ihren Aufenthalt in der Kältekammer bei minus 100 Grad Celsius bis zu 4,5 Minuten ausdehnen.

Über eine Zwei-Wege-Mikrofonanlage sind Patienten und Arzt ständig akustisch miteinander verbunden. Durch große Glasscheiben zwischen dem Überwachungsraum einerseits und Vor-, Haupt- und Nachkammer andererseits ist auch eine ständige optische Kontrolle möglich, die nur durch die Nebelbildung infolge Feuchtigkeitabgabe -vorwiegend aus der Atemluft- etwas eingeschränkt wird. Der Nebel wird jedoch ständig abgesaugt. Nach etwa 30 sec. in der Kältekammer setzt eine deutliche Schmerzlinderung bis Schmerzfreiheit ein, die durchschnittlich 3 - 12 Stunden anhält. Manche Patienten sind ausgesprochen euphorisch.

Blutspiegelmessungen nach der Behandlung zeigten einen Anstieg von Stresshormonen wie Adrenalin, Noradrenalin, ACTH und Cortisol. Hierdurch ist die entzündungshemmende Wirkung erklärbar. Die prompte schmerzlindernde Wirkung könnte vielleicht durch eine besondere Reaktion der Kälterezeptoren in der Haut erklärt werden, die auf die unphysiologisch tiefen Temperaturen anders als auf "normale" Kälte ansprechen. Es kommt möglicherweise -wie bei der Akupunktur- zur Hemmung von Schmerzsignalen auf der Ebene des Rückenmarks und des Hirnstamms (gate-control-Theorie). Letztlich sind die Wirkungsmechanismen, die zur Schmerzfreiheit führen, noch unerforscht.

Therapeutisch nutzen wir die Schmerzfreiheit aus, um im Anschluß an die Ganzkörper-Kältetherapie eine intensive krankengymnastische Übungsbehandlung durchführen zu können. Hierdurch kann das Bewegungsausmaß erweitert werden, so daß z.B. die Hand wieder zum Mund geführt werden kann und der Betroffene lernt, wieder selbständig zu essen.

Eine derart anhaltende Schmerzlinderung bei Patienten mit rheumatischen Erkrankungen kann sonst oft nur durch massiven Einsatz von schmerz- und entzündungshemmenden Medikamenten mit entsprechend großen Nebenwirkungen erreicht werden.

Als Indikationen zur Ganzkörper-Kältetherapie gelten die chronische (rheumatoide) Polyarthrit und andere entzündliche Gelenkerkrankungen, die sog. Bechterew'sche Erkrankung und das Fibromyalgie-Syndrom.

Als Gegenindikation werden ein ausgeprägtes Raynaud-Phänomen sowie das Vorhandensein von Kälteagglutininen und Kryoglobulinen angesehen. Auch Patienten mit dekompensierter Herzinsuffizienz, instabiler Angina pectoris, unreguliertem Bluthochdruck und höhergradigen peripheren Durchblutungsstörungen werden nicht in die Kältekammer geschickt.

Die Verträglichkeit ist sehr gut. Erfrierungen haben wir nicht beobachtet, was durch die praktisch 100%ige Trockenheit der Behandlungsatmosphäre bedingt ist. Weder signifikante Kreislaufreaktionen noch andere unerwünschte Wirkungen sind bei unseren Patienten aufgetreten.

Bei 80% von 300 in unserer Kältekammer über 3 - 4 Wochen behandelten Rheumakranken haben wir einen guten Behandlungserfolg erzielen können.

### **Fazit**

Jede neue GKR-Anlage wird nach Angaben des Betreibers über seine künftigen Bedürfnisse entsprechend angepaßt, geplant und gebaut. Hierfür steht genügend Spielraum in der ausführenden Technik zur Verfügung.

Mit der neuen GKR-Technik steht dem Benutzer ein Verfahren zur Verfügung, das in sicherheitstechnischer, hygienischer und wirtschaftlicher Hinsicht den hohen Anforderungen der Medizintechnik entgegenkommt.

Dr.med. Helmut Sörensen  
Chefarzt der Inneren Rheumatologischen Abteilung  
Rheumaklinik Immanuel-Krankenhaus Berlin

## **Abwärmenutzung aus Kälteanlagen**

**U. Klauck, Heusenstamm**

---

- A. Die Hochdruckseite der Kälteanlagen
- B. Möglichkeiten der Wärmenutzung
- C. Bewertung der Wirtschaftlichkeit
- D. Technische Besonderheiten der einzelnen Komponenten
  1. Die Reihenschaltung von Wärmetauschern
  2. Die Parallelschaltung von Wärmetauschern
- E. Zusammenfassung und Planungsgesichtspunkte

### **A. Die Hochdruckseite der Kälteanlage**

Abb. 1 zeigt schematisch eine einfache aus Kompressor, Verflüssiger, Sammler, Expansionsventil und Verdampfer bestehende Kälteanlage. Beim Kühlen wird dem Kühlgut Wärme entzogen. Der Kompressor saugt Kältemittelgas aus dem Verdampfer ab und fördert es unter Druck und Temperaturanstieg in den Verflüssiger.

Die Aufgabe des Verflüssigers ist die Wärmemenge abzuführen, die aus der im Verdampfer aufgenommenen Kälteleistung zuzüglich der durch Kompression zugeführten Wärmemenge (Motorwärme) besteht. Im ersten Teil des Verflüssigers wird die Überhitzungswärme abgeführt. Hierbei wird die Gastemperatur auf Verflüssigungstemperatur reduziert.

Die Temperatur des Druckgases liegt je nach den Betriebsverhältnissen der Kälteanlage um  $25^{\circ}$ - $50^{\circ}$  C höher als die Verflüssigungstemperatur. Die abgeführte Überhitzungswärme beträgt oft zwischen 8-15% der Verflüssigerwärme. In der Verflüssigungszone wird das nunmehr abgekühlte Druckgas bei konstantem Druck und konstanter Temperatur verflüssigt. Der untere Teil des Verflüssigers enthält normalerweise nur Flüssigkeit.

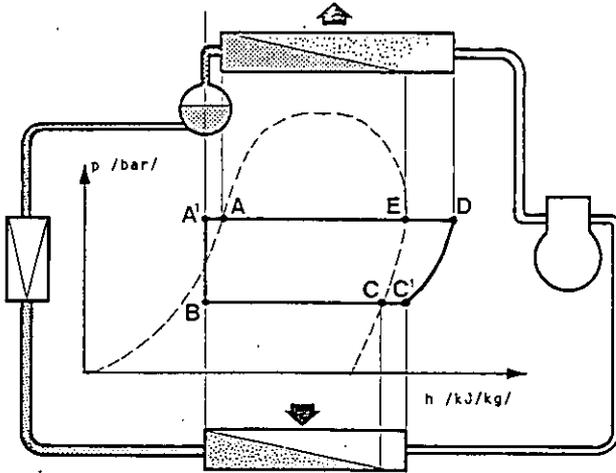


Abb. 1 Schema einer Kälteanlage

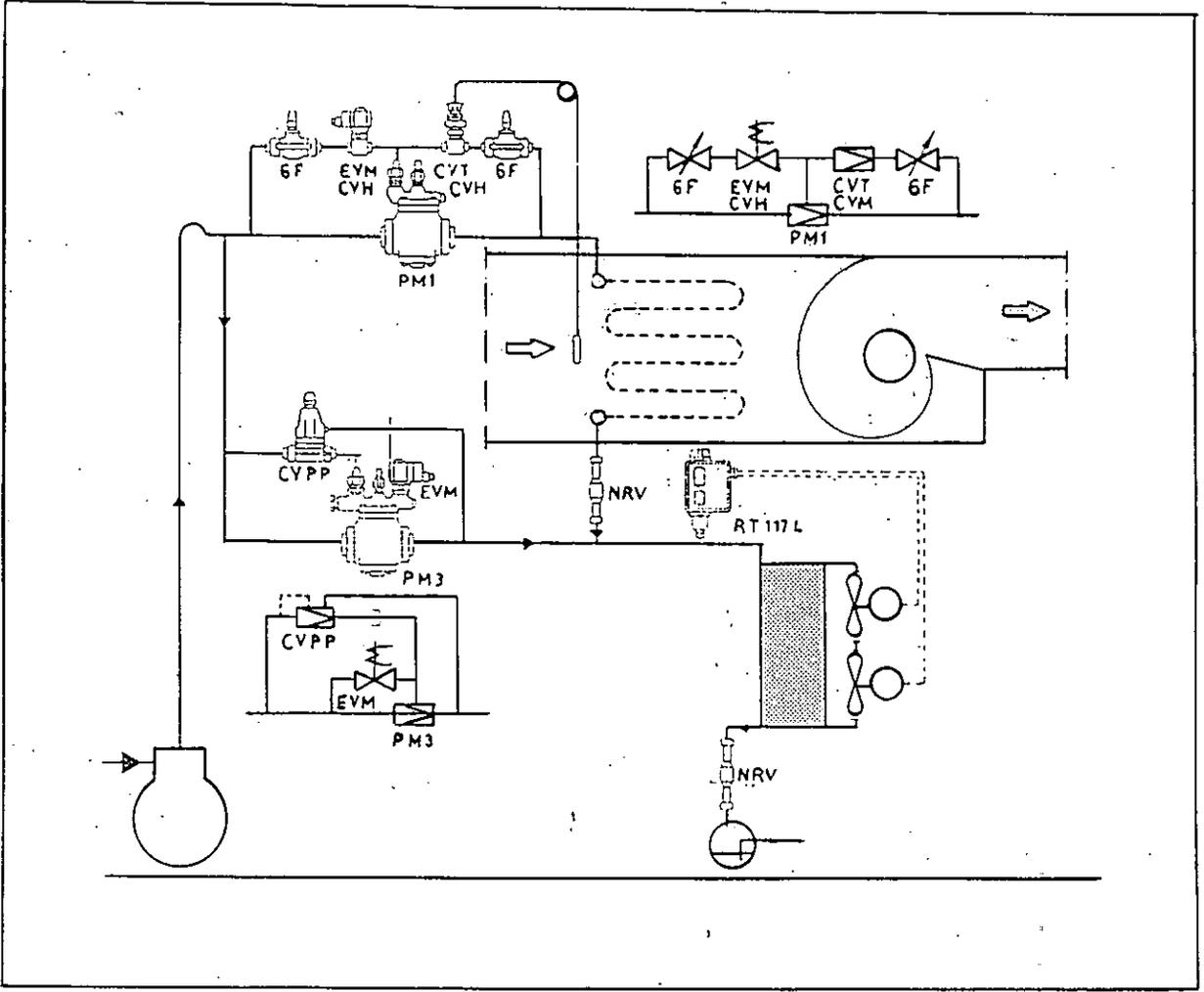
### B. Möglichkeiten der Abwärmenutzung

Seit Jahren wird Wärme aus gewerblichen und industriellen Kälte- und Klimaanlage rückgewonnen. In Kälteanlagen ist es möglich, die Verflüssigungs- sowie die Druckgaswärme für Heizzwecke zu nutzen. So kann man beispielsweise die komplette Wärmeleistung einer Kälteanlage zur Lufterhitzung oder Lufttrocknung in einem Klima-Luftkreislauf verwenden. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen soll hierbei der Wärmetauscher im Gegenstromprinzip eingebaut werden, um eine gleichmäßige Auslastung des Verflüssigers zu erreichen. Der Einsatz einer Verflüssigungsdruckregelung in Kombination mit einer Medientemperaturregelung ist hierbei empfehlenswert (PM-Hauptventil und Piloten CVP und CVQ) (Abb. 2).

Eine weitere sinnvolle und sehr häufig durchgeführte Möglichkeit der Abwärmenutzung in Kälteanlagen ist eine Brauchwassererwärmung.

Hierbei besteht die Möglichkeit, den Verflüssiger direkt im Wasserbehälter (Boiler) anzuordnen, oder aber einen separaten, externen Doppelrohrverflüssiger zu verwenden. Es empfiehlt sich, hier einen Koaxialverflüssiger zu verwenden, da hierbei die im Verflüssiger verbleibende Kältemittelrestmenge am geringsten ist.

Abb. 2 Möglichkeiten der Abwärmenutzung



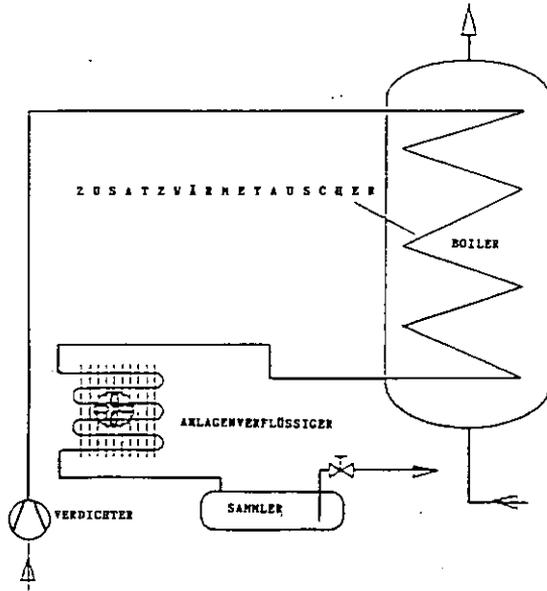


Abb. 3 Koaxialzusatzwärmetauscher für hohe Brauchwassertemperaturen

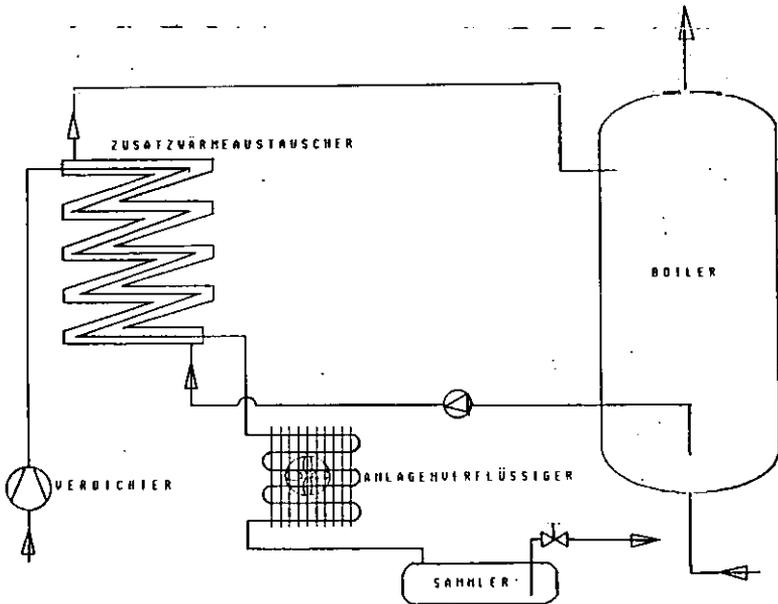


Abb. 4 Legende siehe Abb. 3

Die Verwendung eines externen Koaxialzusatzwärmetauschers bietet weiterhin die Möglichkeit, relativ hohe Brauchwassertemperaturen zu erreichen (Abb. 3 + 4).

### C. Bewertung der Wirtschaftlichkeit in WRG-Systemen

In den folgenden Beispielen sind unterschiedliche Möglichkeiten aufgeführt, Brauchwasser zu erwärmen. Die Wirtschaftlichkeit ist zum besseren Vergleich gegenübergestellt.

Beispiel	Anlagendaten	Gesamtkosten	
		DM/je 24 Std.	%
a	Verflüssigungstemp. 35°C. Wassererwärmung von 10 bis 50°C durch Elektroheizung	12,36	153
b	Verflüssigungstemp. 35°C Nutzung d. Überhitzungs- wärme. Wassererwärmung von 45 bis 50°C durch Elektroheizung	8,08	100
c	Verflüssigungstemp. 55°C Keine Zusatzbeheizung d. Wassers	13,08	161
d	Wechsel zwischen 35 und 55°C Verflüssigungstemp. Keine Zusatzbeheizung d. Wasser	8,19	101

Aus dem Beispiel c geht deutlich hervor, dass ein Betrieb mit konstant hoher Verflüssigungstemperatur unwirtschaftlich ist.

Interessant ist hierbei, daß die technisch einfachste Lösung, die der Anlage langfristig die geringste Belastung zumutet, auch noch die preiswerteste Lösung darstellt (Abb. 5, 6 + 7).

### D. Technische Besonderheiten der einzelnen Komponenten

Es besteht auch die Möglichkeit, einfach Heißwasser zu erzeugen, wie im dargestellten Beispiel der Abb. 8 .

Hierbei bleibt die Heizwärmenutzung ohne jeglichen Einfluß auf den Betrieb der Kälteanlage. Sie stellt auch eine sehr wirtschaftliche Lösung dar. Voraussetzung für diese Anwendung ist aber:

- Die gewonnene Heizwärmemenge muß den Wärmebedarf decken.
- Die gewonnenen, dem Heißgas entzogenen Wärmemengen sind in Relation zur Verflüssigungsleistung sehr klein.

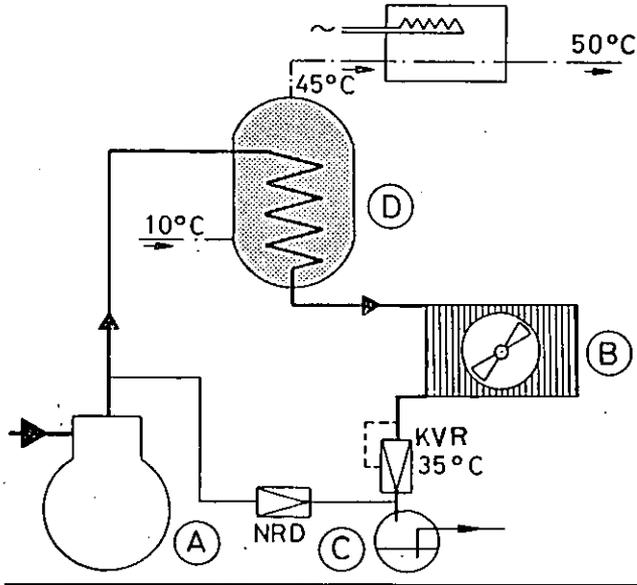


Abb. 5 Einfache Lösungen für die Brauchwassererwärmung

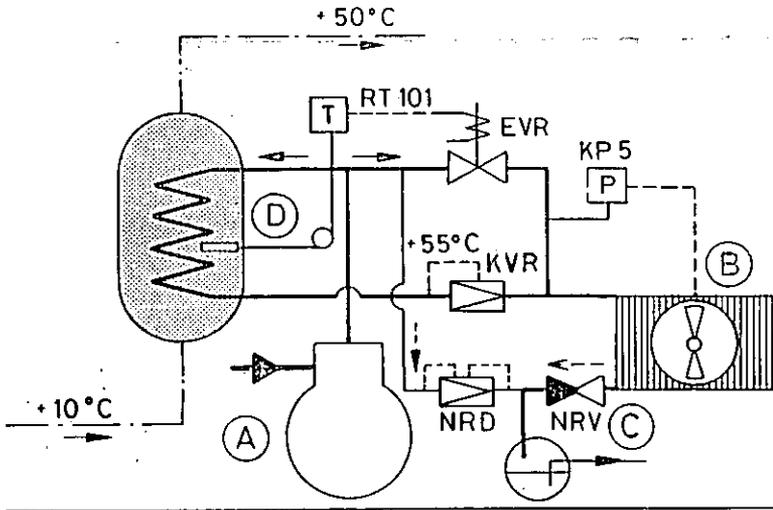


Abb. 6 Legende siehe Abb. 5

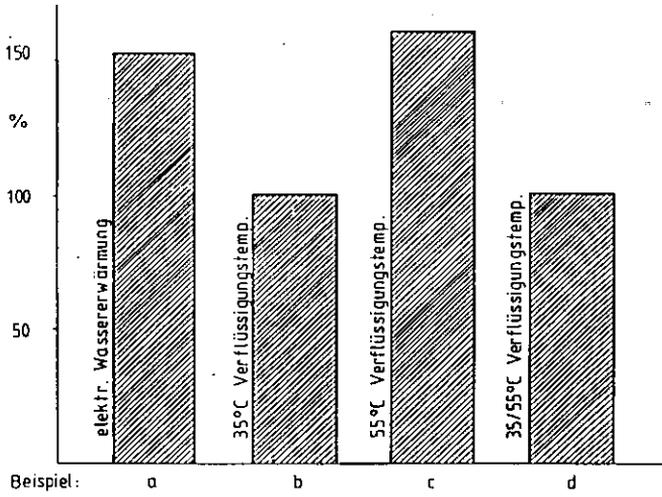


Abb. 7 Betriebskosten für Kühlung und Wassererwärmung

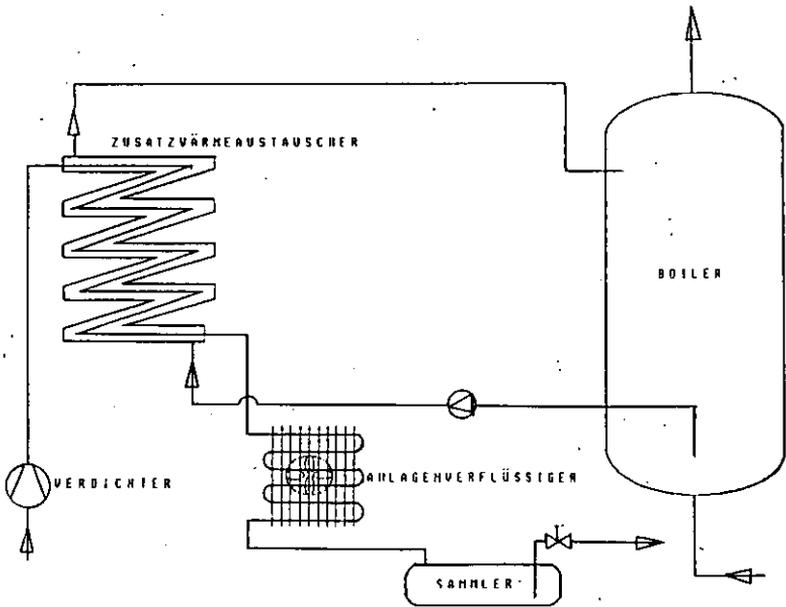


Abb. 8 Heißwassererzeugung aus Kälte

- Die ausführende Installationsfirma muß hierbei darauf hingewiesen werden, daß im Falle geringer oder nicht benötigter Wasserentnahme sehr hohe Wassertemperaturen (auch über 100° C) anliegen können. Dieses bedeutet nicht, daß das Wasser kocht, sofern der Boiler mit Netzwasserdruck beaufschlagt ist.

Die Entnahme dieses Wassers an den Zapfstellen ist außerordentlich gefährlich, denn hier kocht das Wasser unter atmosphärischem Druck auf. Deshalb möchten wir hier auf geltende Normen, Richtlinien und Verordnungen hinweisen (Doppelwandigkeit, Systemtrennung zur Verhinderung, daß bei Undichtigkeiten Öl ins Wasser gelangt, usw.).

Auch muß der Anschluß des Boilers, wie in den Skizzen gezeigt, ausgeführt werden.

Auf Höhendifferenzen zwischen Zusatzwärmetauscher und dem Anlagenverflüssiger ist besonders zu achten (Anfahr- und Teillastbetrieb). Weiterhin muß hierbei die Kältemittelfüllung der Anlage genau angepaßt sein (Teillastbetrieb).

Die Strömungsgeschwindigkeit der Gase in den Röhren sollte 3-4 m/s nicht überschreiten. Auch hier sind nur Koaxialverflüssiger empfehlenswert.

#### **Vorteile dieser Verflüssiger sind:**

- geringes Kältemittelvolumen im Teilverflüssigungsfall
- geringe Oberflächen
- ausreichende Gasgeschwindigkeiten
- günstiges Preisverhältnis.

#### **1. Die Reihenschaltung von Wärmetauschern**

Bei der Reihen- oder auch Serienschaltung von Wärmetauschern ist der Heizverflüssiger dem Anlagenverflüssiger in Strömungsrichtung des Kältemittels vorgeschaltet. Zwischen Anlageverflüssiger und Sammler sind ein Verflüssigungsdruckregler und zwischen Druckleitung und Sammler ein Sammlerdruckregler angeordnet (Abb. 9).

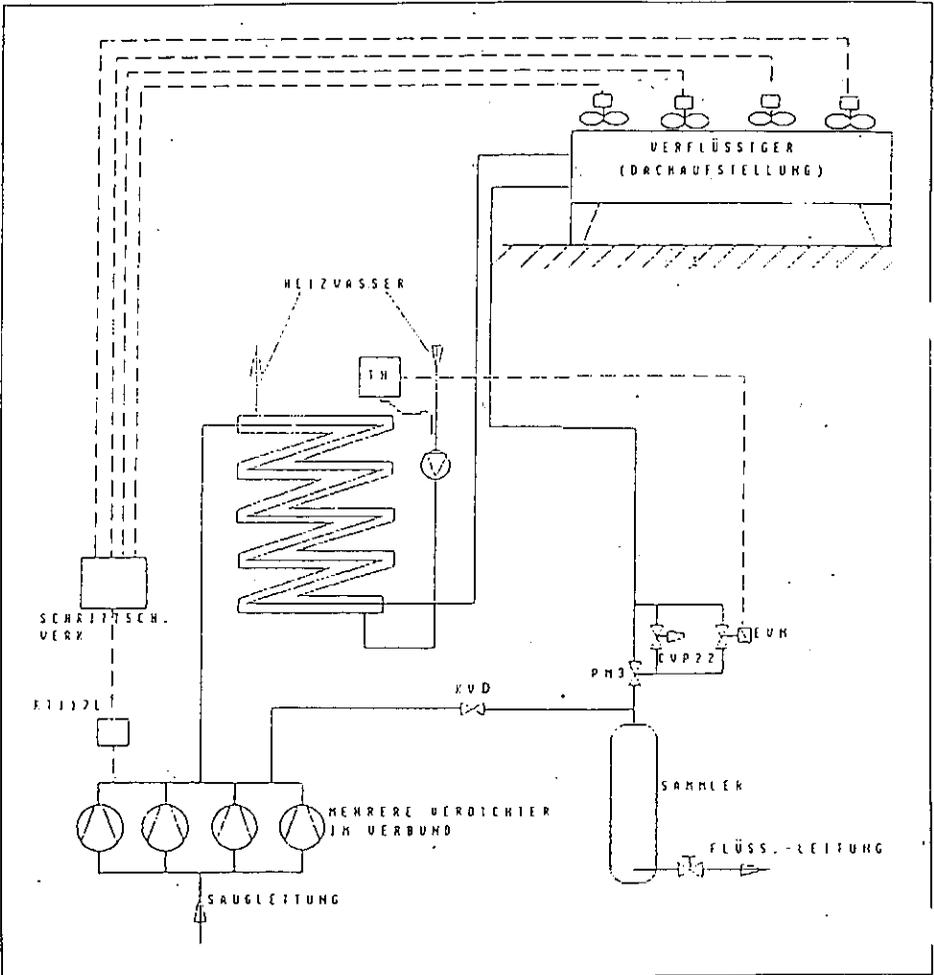


Abb. 9 Wärmerückgewinnung durch Reihenschaltung von Wärmetauschern

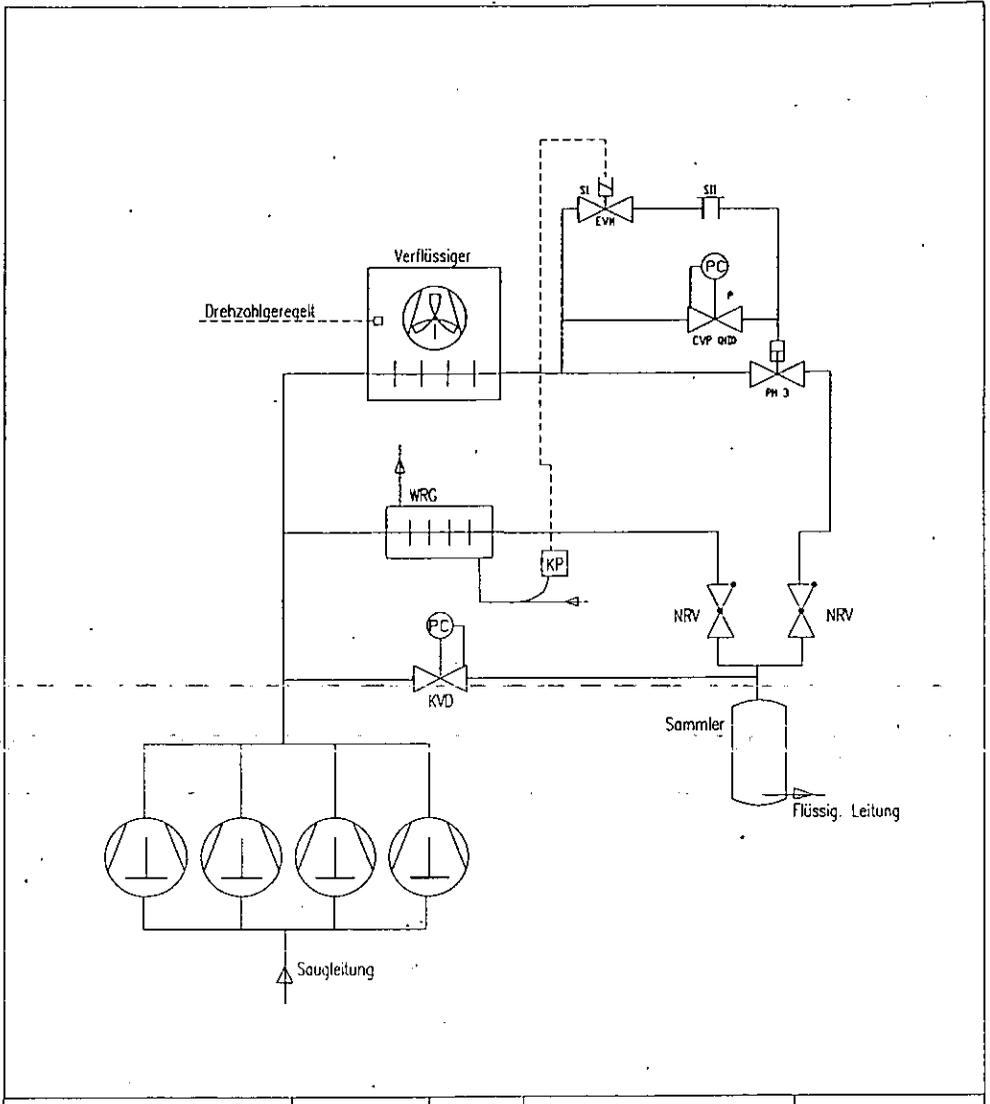


Abb. 10 Wärmerrückgewinnung durch Parallelschaltung von Wärmetauschern

Die Aufgabe des Verflüssigungsdruckreglers ist hierbei die modulierende Anpassung des Verflüssigungsdrucks an die benötigte Brauchwassertemperatur. Bei dieser Regelung wird durch Anstauen von Kältemittel die wirksame Verflüssigeroberfläche so modulierend verändert, daß sich eine Regelung in Abhängigkeit vom Heizbedarf ergibt. Durchgeführt werden kann diese Regelung, wie in der Abb. 9 gezeigt, mit den Ventilen PM 3 und den dazugehörigen Piloten CVP und EVM.

Zur Vermeidung möglicher Unterdruckstörungen durch fehlendes Kältemittel vor dem E-Ventil ist es weiterhin erforderlich, eine Verflüssigungsdruckregelung mit einem Sammlerdruckregler zu kombinieren sowie den Sammler für die nun größere Kältemittelmenge des Systems auszulegen. Zur Verkürzung der Regelstrecke bzw. Anhebung der Regelgeschwindigkeit empfiehlt es sich, die Verflüssigerlüfter des Anlagenverflüssigers zu regeln. Besonderes Augenmerk gilt der Auslegung des Wärmerückgewinnungsverflüssigers und der Beachtung der Heißgasgeschwindigkeiten in demselben. Es empfiehlt sich, wie in gezeigter Verbundanlage evtl. der Einsatz mehrerer parallel geschalteter Doppelrohrverflüssiger. Auch in Frage käme hier ein Rohrbündelverflüssiger, welcher aber in der Serienschaltung wegen seines großen Volumens genau zu überprüfen wäre. In vorliegendem Anlagenbeispiel wird nach Erreichen einer eingestellten Brauchwassertemperatur mittels eines Magnetventils das Hauptventil PM 3 zwangsgeöffnet. Hierdurch wird erreicht, daß die Kälteanlage nun einen ganz normalen Kühlbetrieb führt und keinerlei energetische Nachteile entstehen (Abb. 9).

## **2. Die Parallelschaltung von Wärmeaustauschern**

Bei dieser Schaltungsvariante sind Anlagenverflüssiger und Wärmerückgewinnungsverflüssiger kältemittelseitig parallel angeordnet. Beiliegende Abbildung 10 zeigt die Schaltung am Beispiel einer Verbundkälteanlage. Auch hier ist dem Anlagenverflüssiger eine modulierend arbeitende Verflüssigungsdruckregelung nachgeschaltet sowie eine Sammlerdruckregelung integriert.

**Unterschiede der Parallelschaltung zur Reihenschaltung sind:**

- Im Bedarfsfall wird nur ein Verflüssiger geflutet.

- Daraus resultiert eine geringere Gesamtkältemittelmenge.
- Daraus resultiert ein evtl. kleinerer Sammler.

Vorteil gegenüber der Reihenschaltung ist: es liegen geringere Strömungsdruckabfälle vor, weil nur jeweils ein Verflüssiger vom Kältemittel durchströmt wird.

Der energetische Vorteil liegt im günstigeren Druckverhältnis am Verdichter und der daraus resultierenden, geringeren Stromaufnahme. Leider hat die Parallelschaltung gegenüber der Reihenschaltung einen wesentlich höheren Planungsaufwand zur Folge. Sie setzt ein höheres technisches Know-How voraus, da einige wichtige Grundbedingungen erfüllt sein müssen, ohne die ein zufriedenstellender Betrieb nicht erreicht werden kann. Bei Betrachtung der anliegenden Skizze wird dem Betrachter die Problematik sofort klar. So stellt jeder der beiden möglichen Wege des Kältemittels durch die Verflüssiger einen Bypass dar. Strömt durch beide Verflüssiger Kältemittel, so muß der Druckabfall längs jeden Weges gleich sein, wobei dies für die Wege von der Verzweigungsstelle 1 zur Verzweigungsstelle 2 gilt. Der Teilmassenstrom, der durch jeden Weg strömt, hängt von der jeweiligen Verflüssigungsleistung der beiden Verflüssiger ab.

Die Verflüssigungsleistung des Anlagenverflüssigers wird durch den Verflüssigungsdruckregler geregelt. Der bei geringer Außentemperatur hohen Verflüssigungsleistung des Anlagenverflüssigers wirkt der Verflüssigungsdruckregler entgegen. Er drosselt und verkleinert somit durch Kältemittelanstauung die wirksame Verflüssigeroberfläche. Als Folge hieraus wird der durch diesen Verflüssiger strömende Teilmassenstrom geringer und der durch den WRG-Verflüssiger strömende Massenstrom größer. Im Sommer dagegen wird der Verflüssigungsdruckregler PM 3 und CVP über ein Pilotmagnetventil EVM zwangsgeöffnet. Die Anlage befindet sich im normalen Kühlbetrieb (Abb. 10).

Die Heißwasserpumpe wird ausgeschaltet sein, wodurch der Weg durch den WRG-Verflüssiger nicht mehr durchströmt wird. Hieraus folgt, daß gleiche Druckverhältnisse an Verzweigungsstelle 2 herrschen.

Ganz wesentlich für den Kältemitteltransport innerhalb der Anlage ist nun die Höhendifferenz vom Verflüssiger zum Sammler. Die Gravitationskräfte, die auf die im Anlagenverflüssiger befindliche Flüssigkeit wirken, dienen als treibende Kraft. Bildlich gesprochen, muß die Flüssigkeit hinunterfallen. Grundsätzlich muß in der Kälteanlage soviel Massenstrom abströmen, wie an den Expansionsventilen zur Verdampferfüllung benötigt wird. Diese Menge kann in Verbundanlagen großen Schwankungen unterliegen. Bezogen auf den Anlagenverflüssiger muß soviel Kältemittel abströmen, wie verflüssigt wird. Strömt weniger ab, so bleibt der Anlagenverflüssiger teilgeflutet. Dies ist dann der Fall, wenn die für die Fallgeschwindigkeit verantwortliche Flüssigkeitshöhe zu gering ist oder aber die Flüssigkeitsablaufleitung zum Sammler zu klein ist oder beides zutrifft. Als Hinweis sei hier nur gesagt, daß die Geschwindigkeiten in Flüssigkeitsleitungen üblicherweise zwischen 0,5 und 1,2 m/s - abhängig von der Leitungslänge - liegen. Die statischen Drücke können aus anliegender Tabelle entsprechend dem Kältemittel.

Kältemittel	statischer Druck	
	in bar	in K
R 12	~ 0,49	2
R 22	~ 0,44	1,3
R 502	~ 0,44	0,8

Tabelle 1 Statische Drücke für den Kältemitteltransport

### **E. Zusammenfassung und Planungsgesichtspunkte**

Soll die auf der Hochdruckseite einer Kälteanlage erzeugte Wärme genutzt werden, so müssen zum Erzielen guter Wirtschaftlichkeit bei der Anlagenplanung folgende Punkte beachtet werden:

**- Kann der Heizbedarf allein durch die Überhitzungswärme der Hochdruckseite gedeckt werden?**

Die größte Wirtschaftlichkeit und der geringste Anlagenaufwand ergeben sich, wenn dies zutrifft.

**- Ist der Heizbedarf so groß, daß die volle oder teilweise Verflüssigungsleistung benötigt wird?**

Trifft dies zu, ist der erforderliche Eingriff in die Kälteanlage erheblich größer.

Bezogen auf den Kühl- und Heizbetrieb zusammen, steigt die Wirtschaftlichkeit allerdings erheblich. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn der Verflüssigungsdruck während des ausschließlichen Kühlbetriebes (kein Wärmebedarf) wieder auf ein normales Niveau abgesenkt wird.

Der für den Wärmerückgewinnungsbetrieb erforderliche Zusatzverflüssiger muß dem Anlagenverflüssiger als Serienschaltung vgeschaltet werden bzw. sind die Verflüssiger in einer Parallelschaltung zueinander im Kältekreislauf anzuordnen.

**- Wie ist die Gleichzeitigkeit zwischen Heizbedarf und Wärmeangebot durch die Kälteanlage?**

Ist keine Gleichzeitigkeit zwischen Heizbedarf und Wärmeangebot durch die Kälteanlage vorhanden, so muß ein Wärmespeicher eingeplant werden, der die Überschußwärme speichert. Bei Brauchwasser bildet der Boiler den Wärmespeicher. Bei Raumheizung muß ein besonderer Speicher entsprechender Größe eingeplant werden.

Alle Wärmespeicher dienen zugleich als Entkoppler zwischen Wärmeezeuger (Zusatzverflüssiger) und dem Verbraucher. Die durch den Zusatzverflüssiger geförderte Wassermenge muß gleichbleiben und darf nicht geregelt werden. Es ist eine vom Verbrauchernetz unabhängige, separate Umwälzpumpe vorzusehen.

**- Welche Schaltungsart ist für die Verflüssiger am sinnvollsten?**

Wie sind die baulichen Gegebenheiten für die Aufstellung von Verflüssiger und Sammler hinsichtlich des Höhenniveaus zueinander?

Bei der Parallelschaltung müssen die Verflüssiger ausreichend hoch über dem Sammler angeordnet werden.

**- Welche Bauart hat der wassergekühlte Verflüssiger (Rohrbündel, Koaxial, usw.)?**

Rohrbündel können wegen ihres großen Volumens nicht mit

Kältemittel geflutet werden.

- **Welche zusätzliche Kältemittelmenge muß zwecks Verflüssigerfluten vorgesehen werden und wie groß muß der Sammler sein?**  
Dies bestimmt sich aus der verwendeten Schaltungsart, aus dem Voluminar des verwendeten Verflüssigers sowie aus der max. Flutung derselben.
- **Wirtschaftlichkeit der Wärmerückgewinnung?**
- **Welche Regelkomponenten sind erforderlich?**
- **Soll eine Drehzahlregelung in die Wärmerückgewinnung mit einbezogen werden?**

Verfasser: Ulrich Klauck

Danfoss Wärme- und Kältetechnik GmbH  
Kleiner Seligenstädter Grund 1  
6056 Heusenstamm

## **Energieeinsparnis bei RLT-Anlagen für Krankenhäuser nicht nur durch Energierückgewinnung.**

### **EINLEITUNG**

Energieeinsparung kann nicht ausschließlich über Einsatz von Energie- bzw. Wärmegewinner erzielt werden. Die Wärmerückgewinnung bringt allgemein volkswirtschaftlich, bezogen auf Primär-Energie, kaum einen Gewinn.

Die Reduzierung des Energieeinsatzes kann durch gezielte bauliche Konzepte, Raumeinteilung (Raum-Layout), kritische Unterteilung der Nutzungsbereiche, unter dem Aspekt der Notwendigkeit der nutzungsabhängigen Klimatisierung und speziell ausgewählten raumlufttechnischen Lösungen erreicht werden.

### **1. VORAUSSETZUNGEN**

Über das Raum-Layout hinaus müssen bauliche Maßnahmen in Form von Wärmedämmung, Glasanteil der Fassaden, Sonnenschutzvorrichtungen, Anzahl der Geschosse, Raumhöhe u.a. gezielt bestimmt werden.

Hierzu müssen auch Ort und Raumbedarf für die technischen Anlagen auf Nutzung und Gebäudekonzeption abgestimmt werden.

Die Anzahl der Schächte muß u.a. so gewählt werden, daß keine längere horizontale Trassenführung erforderlich wird. Dies ist auch bei niedrigeren Gebäudehöhen von Vorteil.

### **2. FESTLEGUNG DER RAUMLUFTKONDITIONEN DER NUTZUNGSBEREICHE, OHNE UND MIT RAUMLUFTTECHNIK**

Die Nutzungsbereiche können aus Sicht des Klimafachmannes wie folgt unterteilt werden:

**Bereich 1:** Büros, Ärzte- und Schwesternräume, Pflegeräume, Flure, Warteräume, Eingangshallen, Naßräume u.a.

**Bereich 2:** Ambulante Behandlungsräume, Geräteräume, EDB-Rechnerräume, Forschung, Lehre, Laborräume u.a.

**Bereich 3:** Küchen, Kantinen, Cafeterien, Nebenräume.

**Bereich 4:** Räume der Raumklassen 1 und 2 nach DIN 1946, Teil 4, wie OP- und OP-Nebenräume, Intensivpflege, reine und unreine Flure, Schwerverbrannten- und Infektionsräumen, Endoskopien und Kreissäle.

Die nachfolgende Tabelle enthält einen Vorschlag, wie die o.a. Bereiche raumlufttechnisch behandelt werden sollten, um deutliche Einsparungen zu erzielen.

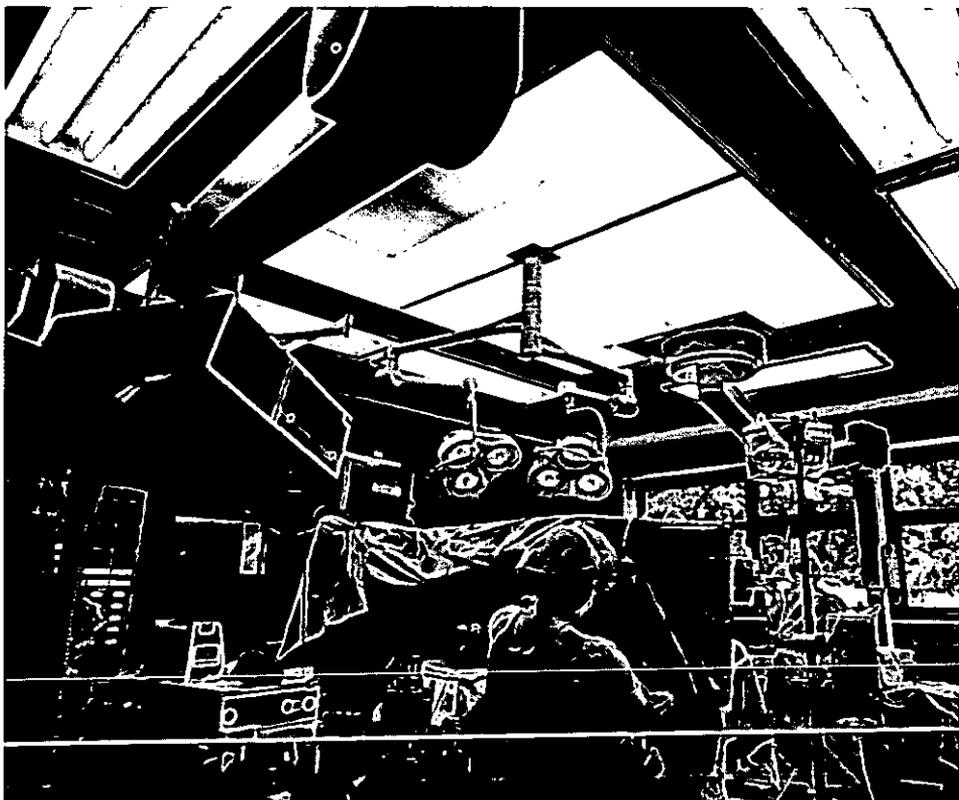
# *Für reine Luft- Alles im Griff!*

**Filterlieferung**  
aller marktgängigen  
Typen und Abmessungen

- + **Filtereinbau**  
inkl. Demontage der  
verbrauchten Filter
- + **Filterprüfung**  
im eingebauten Zustand  
mit Abnahmeprotokoll
- = **Vorteilhafte  
Betriebssicherheit!**



# Luwa® Zuluftdecke CG



## Zuluftdecke mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung für OP-Räume

- Bedarfsgeführtes angenehmes Raumklima
- Äußerst niedrige Keimzahl ( $<10$  KBE/m<sup>3</sup>) während der Operation
- Besondere Wirtschaftlichkeit durch Punktschutzprinzip
- Kompakte Bauweise mit hoher Anpassungsfähigkeit an den Baukörper

Luwa Filtertechnik GmbH  
Hanauer Landstraße 200 · 60314 Frankfurt  
Postfach · 60014 Frankfurt  
Tel. 069/4035-0 · Telex 411755 · Fax 069/4035-307

**Luwa**

Art der Raumluftbehandlung	Fensterlüftung		RLT-Anlage ohne Befeuchtung und Kühlung		RLT-Anlage Klimaanlage ohne örtliche Kühlung
	Örtliche Kühlung ohne	mit	Örtliche Kühlung ohne	mit	
Bereich 1	X				
Bereich 2		X		X	
Bereich 3	X		X		
Bereich 4					X

Statische Heizung ist hierbei Grundausstattung.

Tabelle 1

Für **Bereich 1** wird empfohlen, Heizung mit Fensterlüftung anstelle von Klimaanlage vorzusehen.

Den Energiebedarf für die Klimatisierung bei 3fachem Luftwechsel, mit und ohne Wärmerückgewinnung sowie Heizung mit Fensterlüftung zeigt das Bild 1.

Im Bild 1 sind die flächenbezogenen Primär-Energiebedarfswerte nach Recknagel/Sprenger (Ausgabe Nr. 66, 92/93) wie folgt gerechnet:

Wärme x 1,5,  
Kälte x 1,2,  
Elektro x 3,0.

Aus Bild 1 läßt sich entnehmen, daß eine Energiebedarfs-Einsparung von über 170 kWh (m<sup>2</sup> a) erzielt werden kann.

Zu dieser Energieeinsparung kommt noch eine Investitionskosten-Einsparung von mindestens 140,00 DM/m<sup>2</sup> hinzu.

Im **Bereich 2** besteht grundsätzlich ebenfalls kein Grund, Klimaanlage vorzusehen. Hier handelt es sich auch um Bereiche, die als krankenhausspezifisch bezeichnet werden können. Daher kann für diesen Bereich grundsätzlich Heizung mit Fensterlüftung empfohlen werden.

Im Falle von höheren nutzungsbedingten Innenlasten empfiehlt sich örtliche Kühlung in Form von Umluft-Kühlgeräten oder Kühldecke anstelle von Klimatisierung einzusetzen.

Die Energiebedarfsreduktion in Abhängigkeit von unterschiedlichen flächenbezogenen Lasten zeigt Bild 2.

Für den Fall, daß raumlufttechnische Anlagen vor allem bei innenliegenden Nutzräumen für den **Bereich 2** eingesetzt werden, empfiehlt sich ein Mindest-Standard an mechanischer Lüftung, z.B. mit 3fachem Luftwechsel, vorzusehen.

Falls die thermischen Lasten über  $50 \text{ W/m}^2$  liegen, kann für diesen Bereich auch zusätzliche Kühlung, z.B. in Form einer Kühldecke, eingesetzt werden. Die Energiebedarfs-Einsparung läßt sich aus **Bild 3** entnehmen.

Die Anlagenkosten für Heizung mit Fensterlüftung und Kühlung, für mechanische Lüftung und Kühlung sowie für raumlufttechnische Anlagen, ohne örtliche Kühlung, sind aus **Bild 4** zu erkennen.

In diesem Bild wurden auch die flächenbezogenen Anlagenkosten in Abhängigkeit von thermischen Lasten angegeben.

Im **Bereich 3** müssen Lüftungsanlagen (mechanische Lüftung) entsprechend den Norm- und Richtlinien-Vorschlägen zum Einsatz kommen.

Dieser Bereich darf keineswegs gekühlt, be- und/oder entfeuchtet werden.

Bei Kantinen und Cafeterien kann auch Heizung und Fensterlüftung - je nach Ort und Lages des Bereiches - gewählt werden.

Vor allem für OP- und OP-Nebenräume des **Bereiches 4** ist ein Temperatur- und relatives Feuchte-Feld zwischen  $22^\circ\text{C} + 26^\circ\text{C}$  und  $30 \% + 60 \% \text{ r.F.}$  nach DIN 1946, Teile 2 und 4, vorgesehen; siehe h,x-Diagramm **Bild 5-0**.

Das Auslegungsfeld ist nicht so vorgesehen, daß der Nutzer innerhalb dieses Feldes jeden zusammenhängenden Temperatur- und Feuchtwert nach Belieben einstellen kann. Dies würde zu extrem hoher und unkontrollierbarer Energieverschwendung führen

Die Reduktion der Anschlußleistungen der Kälte- und Wärme im Falle richtiger Auslegung zeigt **Bild 5**.

Die Energiebedarfswerte bei sogenannter "Normal"-Auslegung (Mitte des Feldes,  $24^\circ\text{C} + 45 \% \text{ r.F.}$ ) zeigt **Bild 5-1**.

Wenn jedoch die Auslegung für Winter- und Sommerbetrieb gemäß Vorschlag des Bildes 5-0 nach Minimum- und Maximum-Raumluftzustand ausgelegt würde, ließen sich deutliche Energie-Einsparungen auch im OP-Bereich erzielen, s. **Bild 5-1**.

Die Mehrung und Minderung der Energiebedarfswerte (Winter/Sommerauslegung) im Bereich der Kälte und Befeuchtungswärme kann aus **Bild 5-2** entnommen werden.

Das Gesamt-Energiepotential beträgt ca.  $40 \text{ MWh/a}$ , entsprechend ca.  $3.000,- \text{ DM/a}$ , gegenüber der "Normal"-Auslegung. Hierbei wurden auch für 2-Schichtbetrieb  $50 \% \text{ Fehlbedienung}$  eingerechnet.

### 3. KONZEPTION DER RLT-ANLAGEN

Das Konzept der RLT-Anlagen hat insofern wesentliche Auswirkungen auf den Energiebedarf, als die Möglichkeit besteht, sogenannte zentrale- oder dezentrale raumlufttechnische Versorgung für ein Krankenhaus vorzusehen.

Bei zentralen RLT-Anlagen erhalten alle Bereiche die gleichen Raumluftkonditionen (Kühlung, Befeuchtung u.a.).

Darüber hinaus wird bei Zentralanlagen - um Teilbereiche im Schwachlastbetrieb versorgen zu können - eine Mindest-Vordruckhaltung während der ganzen Betriebszeit erforderlich.

Demgegenüber können bei dezentraler raumlufttechnischer Versorgung die Einzelbereiche auf die gewünschten Raumluftkonditionen eingestellt werden.

Darüber hinaus kann sich die erforderliche Nutzungszeit (Betriebszeit) nach der effektiven Nutzung des Bereiches richten und eine Vordruckhaltung - die normalerweise auch ein Hochdruck-Klimasystem bedingt - wird nicht erforderlich.

Die jährlichen Energie-, Kapital- und Wartungskosten bei Zentral- und Dezentral-konzeption für das Kreiskrankenhaus Weinheim zeigt **Bild 6**.

Aus diesen Zahlenwerten des Bildes ist auch zu entnehmen, daß durch die zentrale Konzeption nicht nur Energiekosten, sondern auch Investitionskosten gegenüber einem gering höheren Wartungsaufwand zu erzielen sind.

Bei diesem Weinheimer Krankenhaus sind die Technikzentralen im Untergeschoß und die Fortluftgeräte über der Dachfläche installiert.

Ein besonderer Vorteil des dezentralen Systems über die erwähnten Vorteile hinaus ist, daß die Wärmerückgewinnung (KV-System) auch dezentral der bestimmten Anlage zugeordnet werden kann.

Um weitere Energie- und Investitionskosten-Einsparungen zu erzielen, wird empfohlen, die RLT-Anlagen nicht alle z.B. in Untergeschossen, sondern in Nutzungsraumnähe unterzubringen.

### 4. BEHANDLUNG DER RAUMKLASSEN I UND II NACH DIN 1946, TEIL 4

Innerhalb eines OP-Bereiches können nach DIN 1946, Teil 4, die Nebenräume mit aufbereiteter klimatisierter Luft von 20 bzw. 15 m<sup>3</sup>/h (m<sup>2</sup>) versorgt werden.

Die Luftbilanz kann für derartige, direkt belüftete Nebenräume aus **Bild 7-1** ersehen werden.

Nach genauer Auslegung des erwähnten DIN-Blattes können die Nebenräume "indirekt" mit der von den OP-Räumen überströmenden Luft behandelt werden. In diesem Fall sind sogar die Druckstufen (Überdruck des OP-Raumes) deutlich größer und stabiler, als sie bei der "direkten" Lüftung zu erwarten wären. Die Luftbilanz kann aus Bild 7-2 ersehen werden.

Der gesamte Primär-Energiebedarf, die jährlichen Energiekosten und die Investitionskosten-Ersparnis der "indirekten" Lösung gegenüber der "direkten" Belüftung der Nebenräume kann aus Bild 8 entnommen werden.

Bei dieser Empfehlung können - wie bei allen anderen Vorschlägen - nicht nur Energiebedarf, sondern auch Investitionen eingespart werden.

## 5. ENERGIERÜCKGEWINNUNG

Am günstigsten und problemlosesten setzt man eine Wärmerückgewinnung nach dem Kreislauf-Verbund-System (KV-System) ein. Wichtig ist dabei die Aufteilung und Anordnung der RLT-Anlagen zu den zusammengehörenden Nutzungsbereichen.

Bei derartigen dezentralen Lösungen läßt sich die Energierückgewinnung am einfachsten und effektivsten betreiben (Raumlufzustand, Betriebszeiten).

Die zentrale Rückgewinnung ist wesentlich ungünstiger wegen der stetigen Teilauslastung der Wärmeaustauscher und wegen der erforderlichen Schubventilatoren u.a.

Bei Einsatz einer optimalen Wärmerückgewinnung empfiehlt es sich, im Sommerbetrieb den Fortluftstrom zu befeuchten.

Mit dieser Maßnahme läßt sich ein sensibler Wärmeaustausch (Kühlung der Außenluft) im Sommerbetrieb dahingehend erreichen, als der Außenluftstrom bei wärmeren Außentemperaturen bis auf ca. 20°C gekühlt werden kann.

Die hierbei zu erzielende Reduktion der Kälteleistung und den Mehraufwand an Befeuchtung und Lufttransport zeigen die Bilder 9-1 und 9-2.

Auch bei dieser Maßnahmen, bei der sich die Angaben auf je 1 m<sup>3</sup>/h Luft beziehen, läßt sich einerseits Kälteleistung und andererseits Kältearbeit in deutlicher Größe einsparen.

## 6. ENERGIEKONZEPTE

Zuletzt wird ein Energiekonzept des neuen Klinikums Berlin-Marzahn vorgestellt.

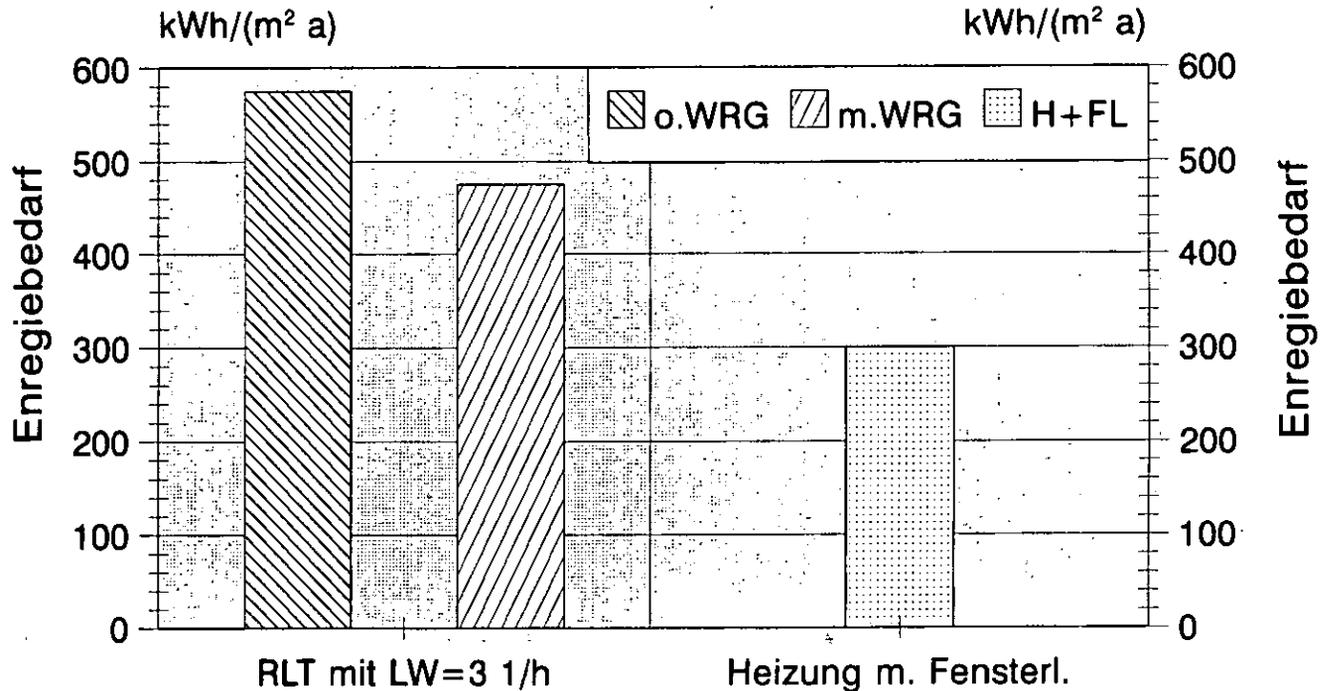
Als energiegunstigste Lösung ergeben sich hier BHKW's mit Absorptions-Kältemaschinen.

*Prof. Dr.-Ing. Tibor Rákóczy*  
Brandt Ing. GmbH, Köln

UNI Essen, Institut von Thermodynamik und Klimatechnik

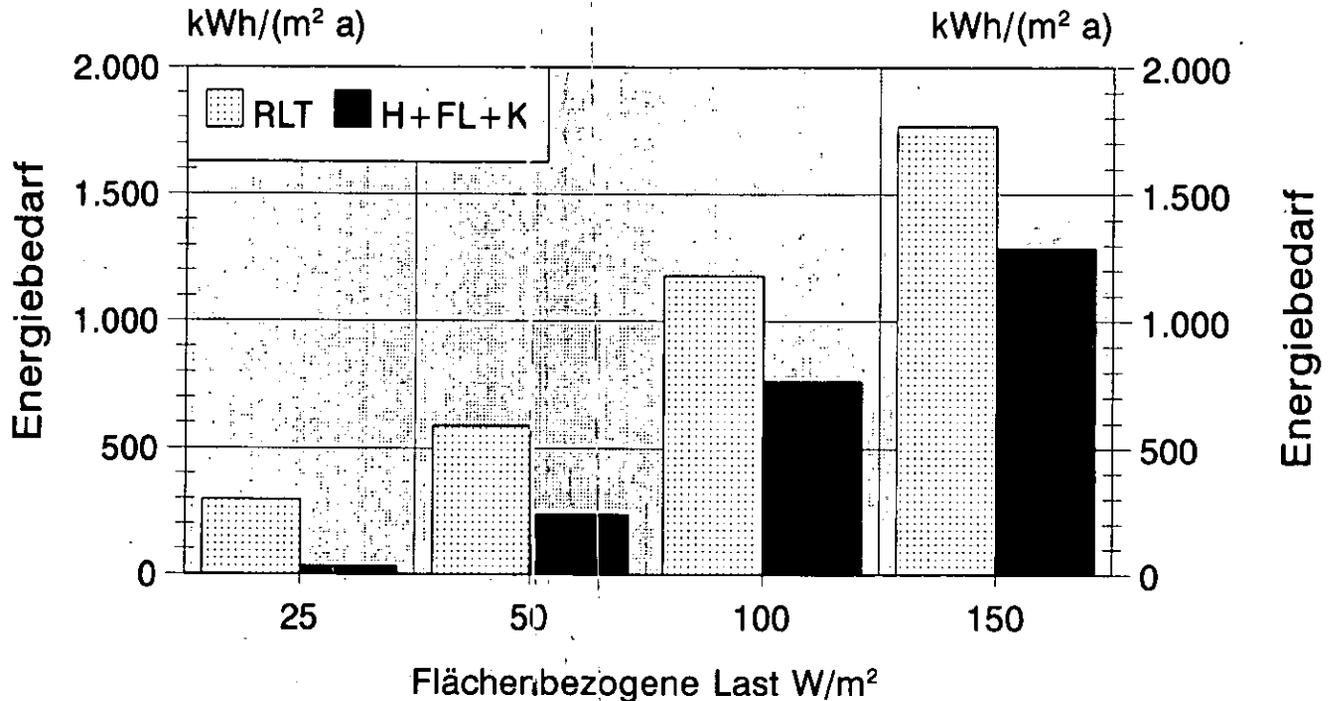
# Heizung mit Fensterlüftung anstelle RLT-Anlage

## Fächenbezogener Primärenergiebedarf



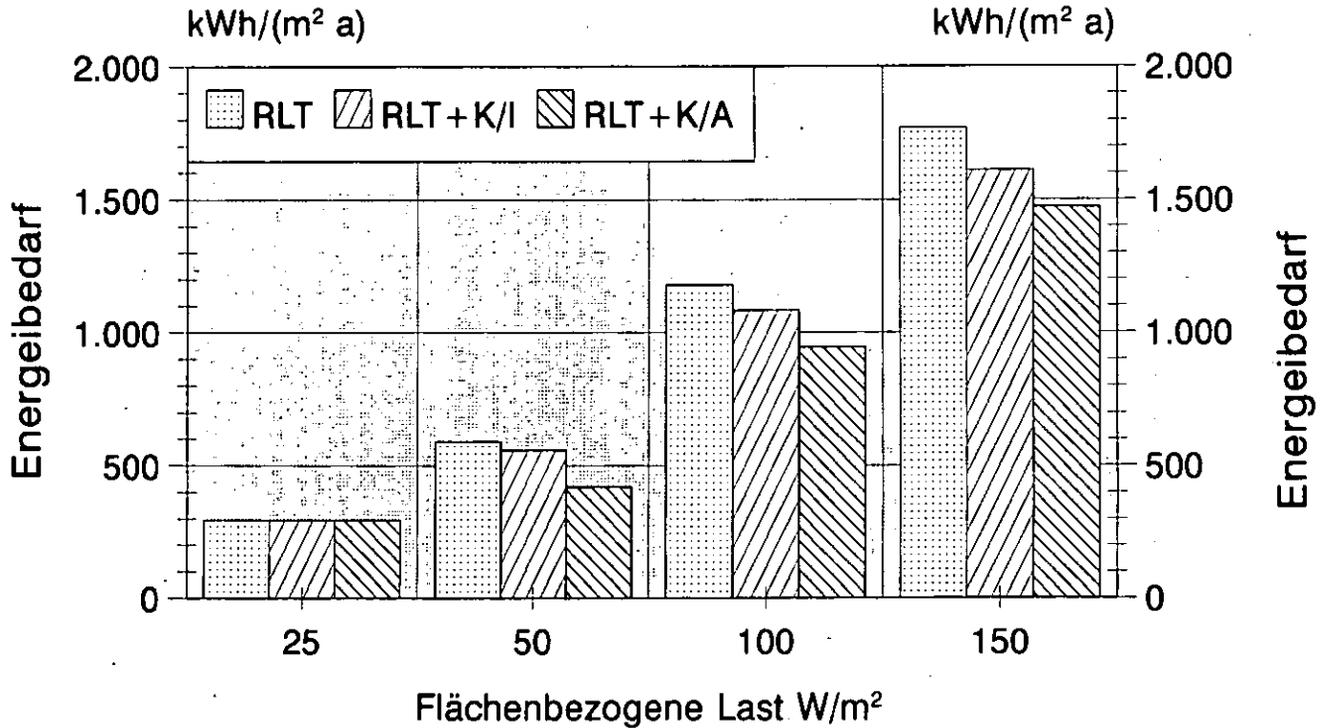
# RLT oder Heizung, Fensterlüftung und Kühldecke

## Flächenbezogener jährlicher Primärenergiebedarf



- 329 -

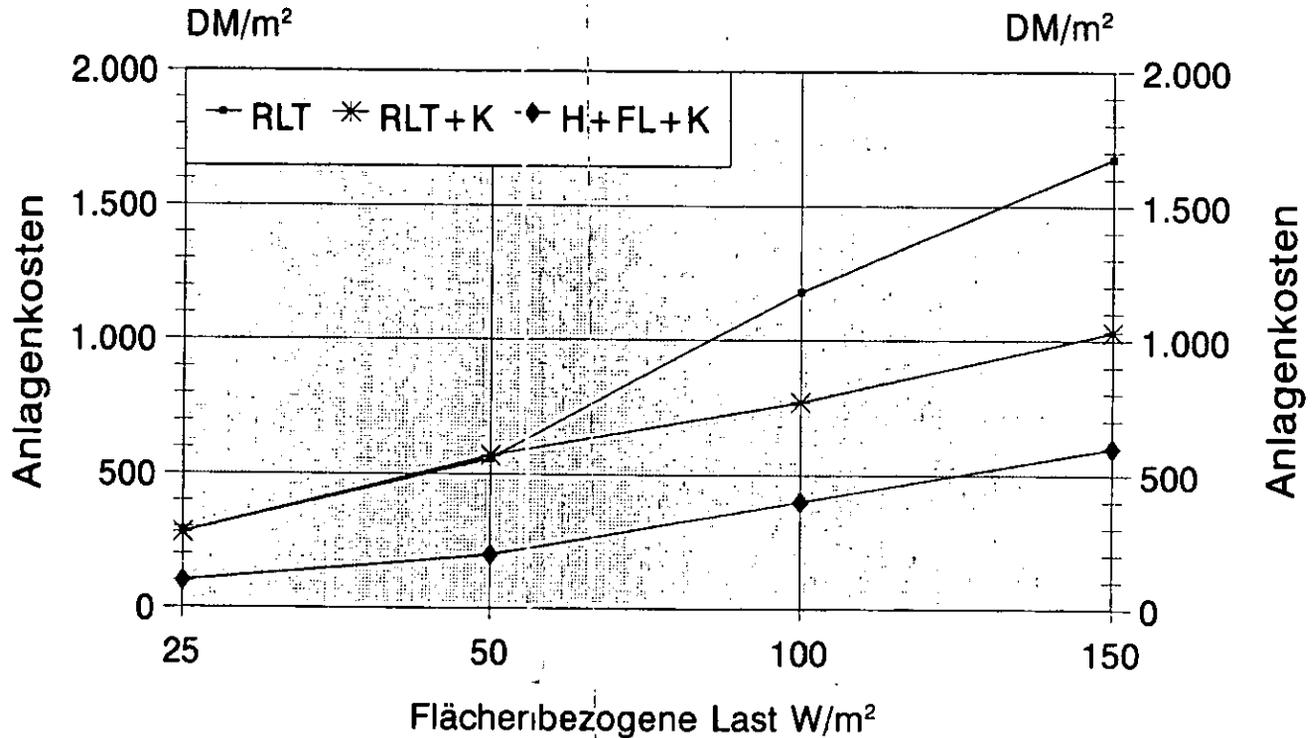
# RLT-Anlage ohne und mit örtlicher Kühlung (z.B.Kühldecke) Flächenbezogener Primärenergiebedarf



- 330 -

# RLT-Anlage und Heizung mit Fensterlüftung mit örtlicher Kühlung

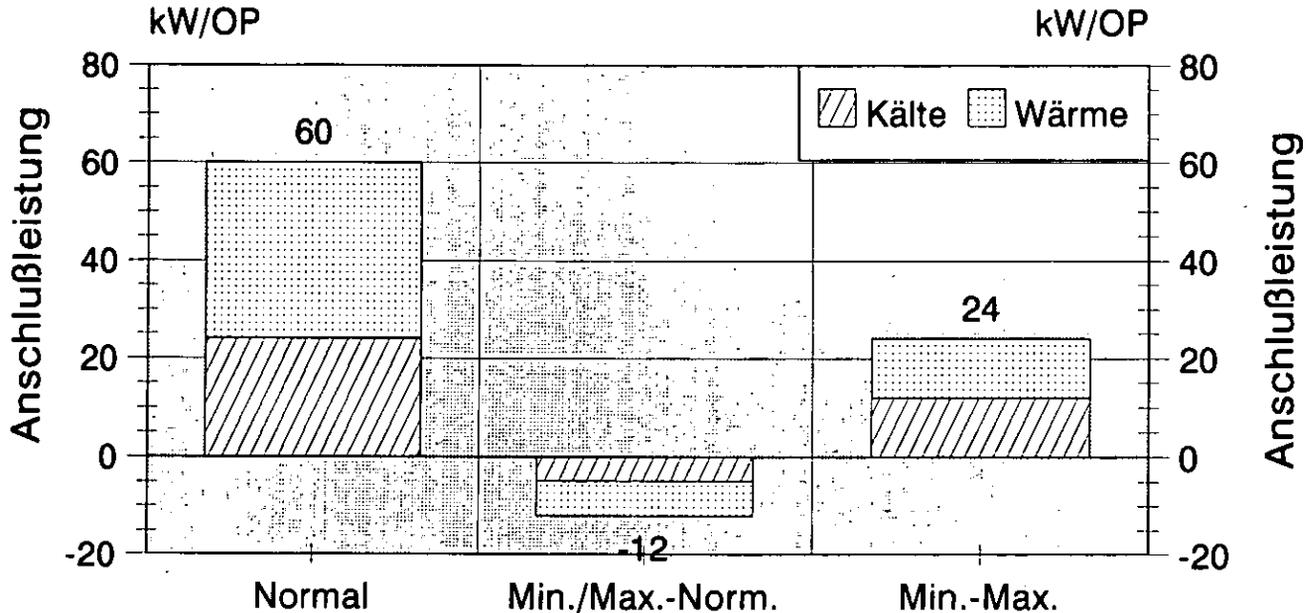
Flächenbezogene Anschaffungskosten



- 331 -

# Auswirkung der Raumluftkondition bei einem OP-Raum

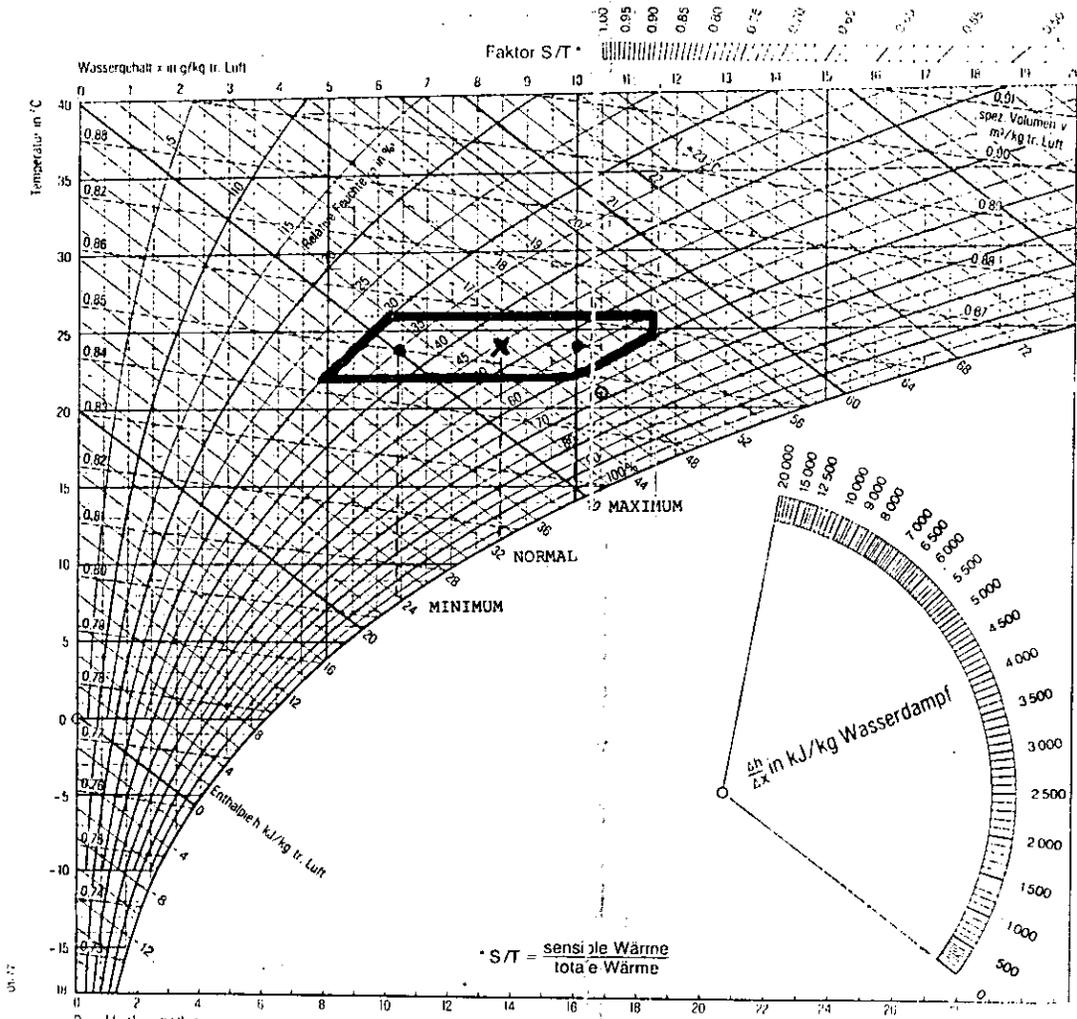
## Anschlußleistungen: Kälte und Wärme je OP-Raum



Auslegung s. h,x-Diagramm

$V_{ZL} = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  
 Prof. Dr.-Ing. Rákóczy  
 UNI Essen-Institut für Thermodynamik und Klimatechnik

BILD 5



**BRANDI**  
INGENIEURE

**h, x-Diagramm feuchter Luft**

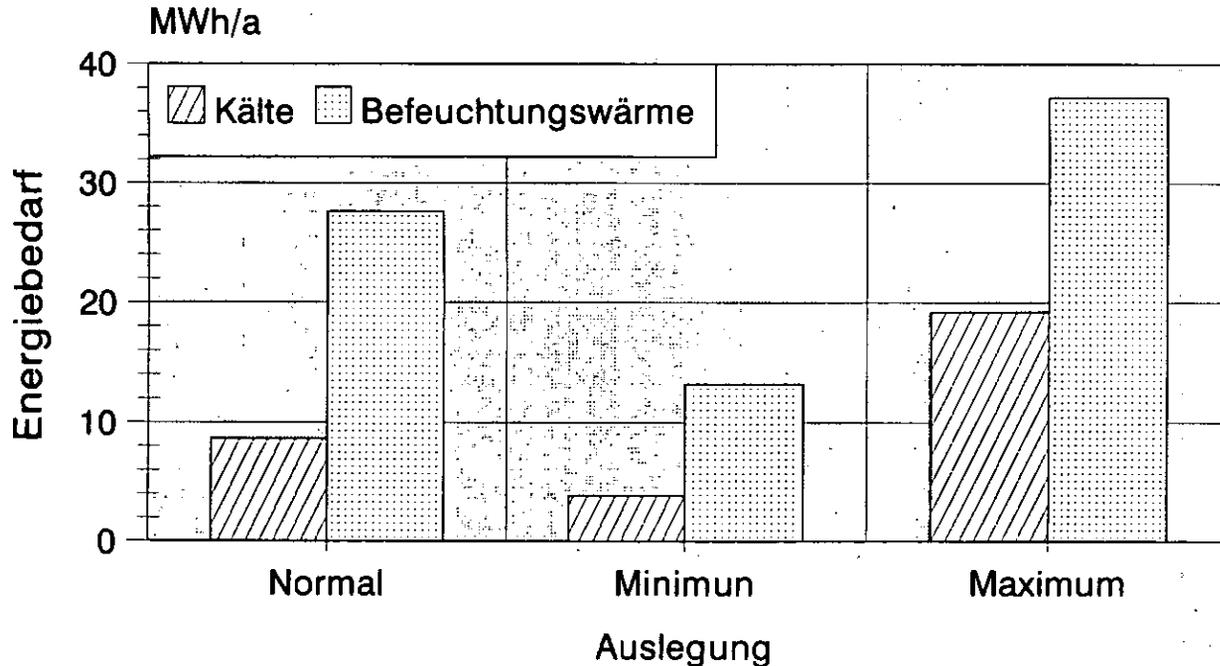
Temperaturbereich -18 °C bis +40 °C  
Barometerstand 1013 mbar

Projekt Nr.:  
Anlage:  
Datum:  
Name:

kJ	kJ	l/m <sup>3</sup>	mbar
100	420	20	26
95	400	19	25
90	380	18	24
85	360	17	23
80	340	16	22
75	320	15	20
70	300	14	19
65	280	13	18
60	260	12	16
55	240	11	15
50	220	10	14
45	200	9	13
40	180	8	12
35	160	7	11
30	140	6	10
25	120	5	9
20	100	4	8
15	80	3	7
10	60	2	6
5	40	1	5
0	20	0	4

# Auswirkung der Raumluftkondition bei einem OP-Raum

## Primärenergiebedarf je OP-Raum und Jahr

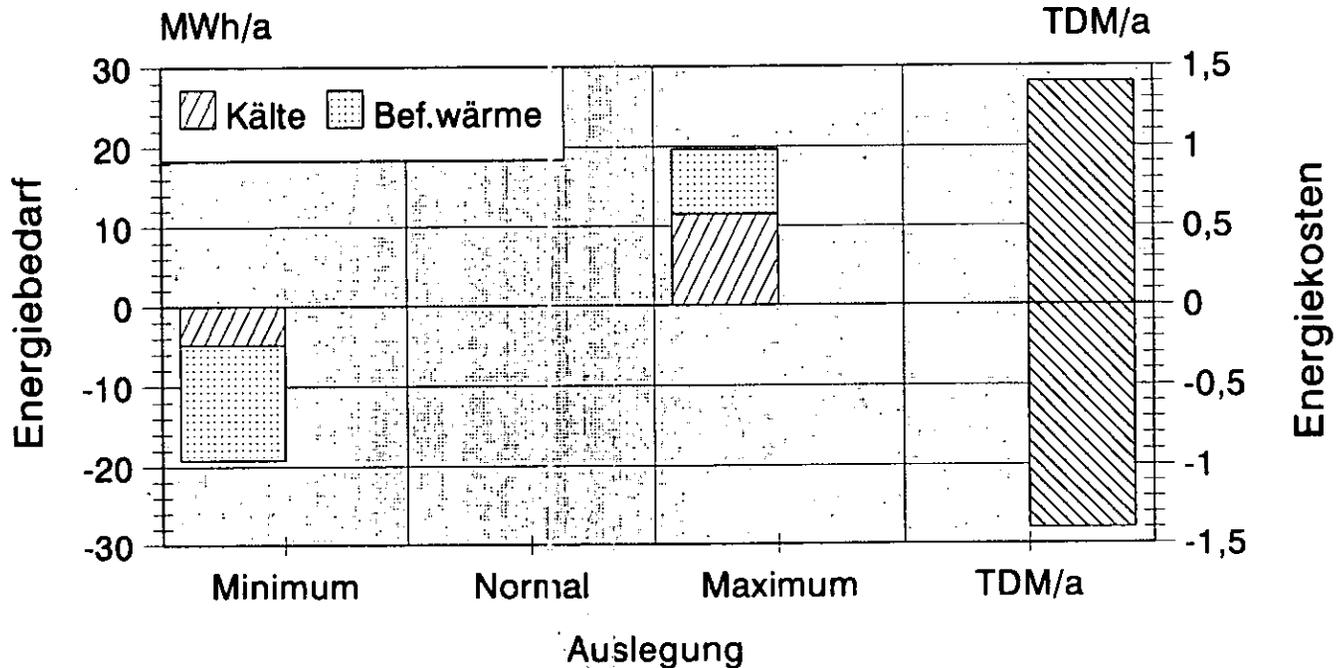


$V_{ZL} = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$ , 5840 h/a, 50% Fehlbedienung  
Prof. Dr.-Ing. Rákóczy  
UNI Essen-Institut für Thermodynamik und Klimatechnik

BILD 5-1

# Auswirkung der Raumluftkondition bei einem OP-Raum

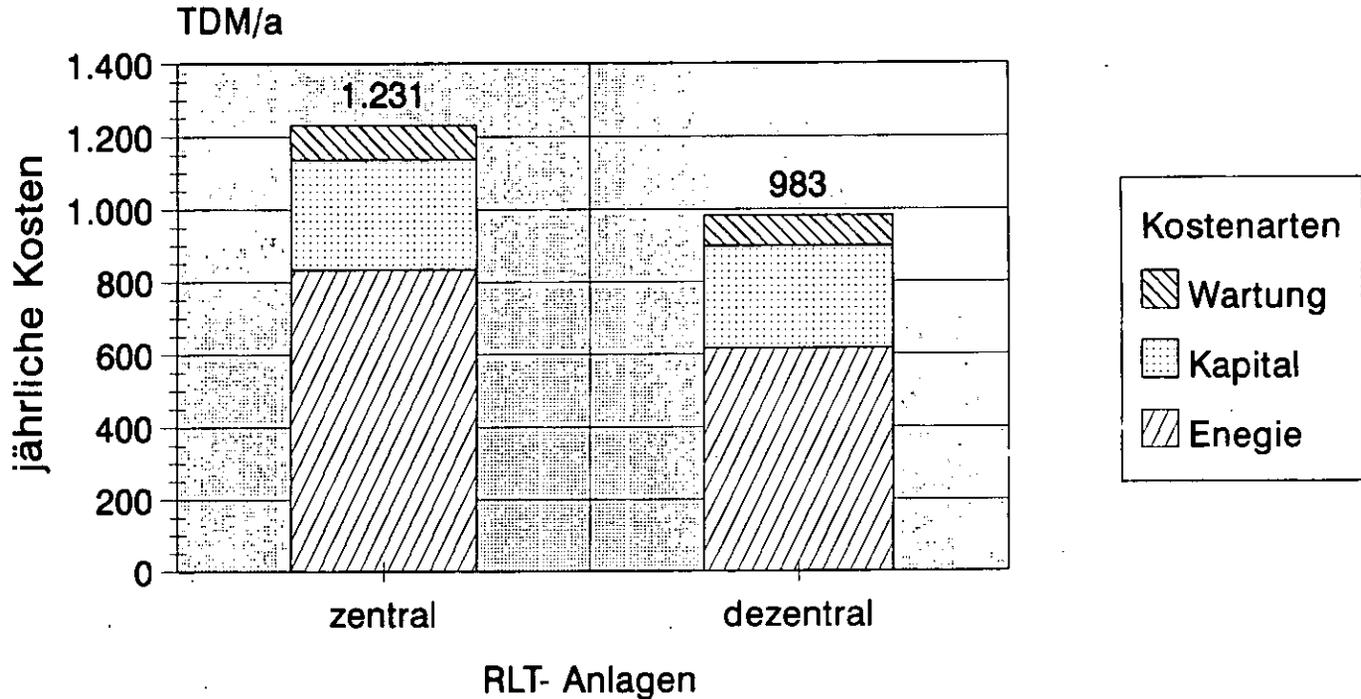
## Primärenergiebedarfsdifferenz je OP-Raum und Jahr

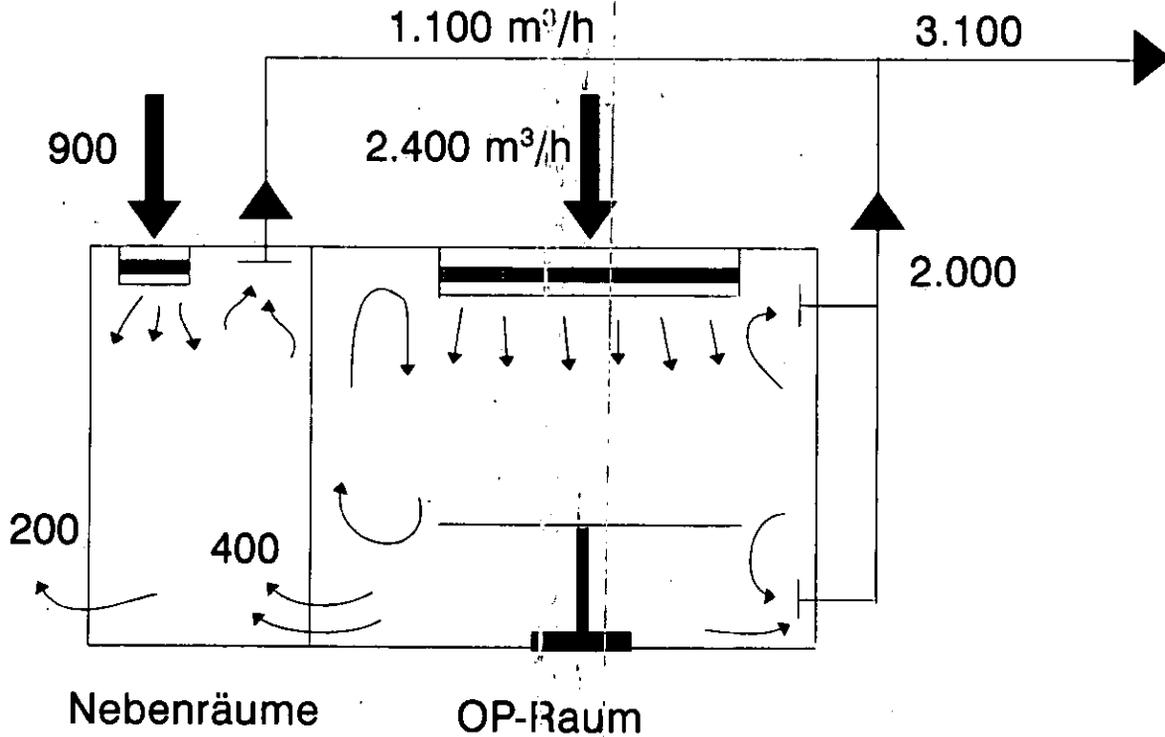


$V_{ZL} = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$ , 5840 h/a, 50% Fehlbedienung  
 Prof. Dr.-Ing. Rákóczy  
 UNI Essen-Institut für Thermodynamik und Klimatechnik

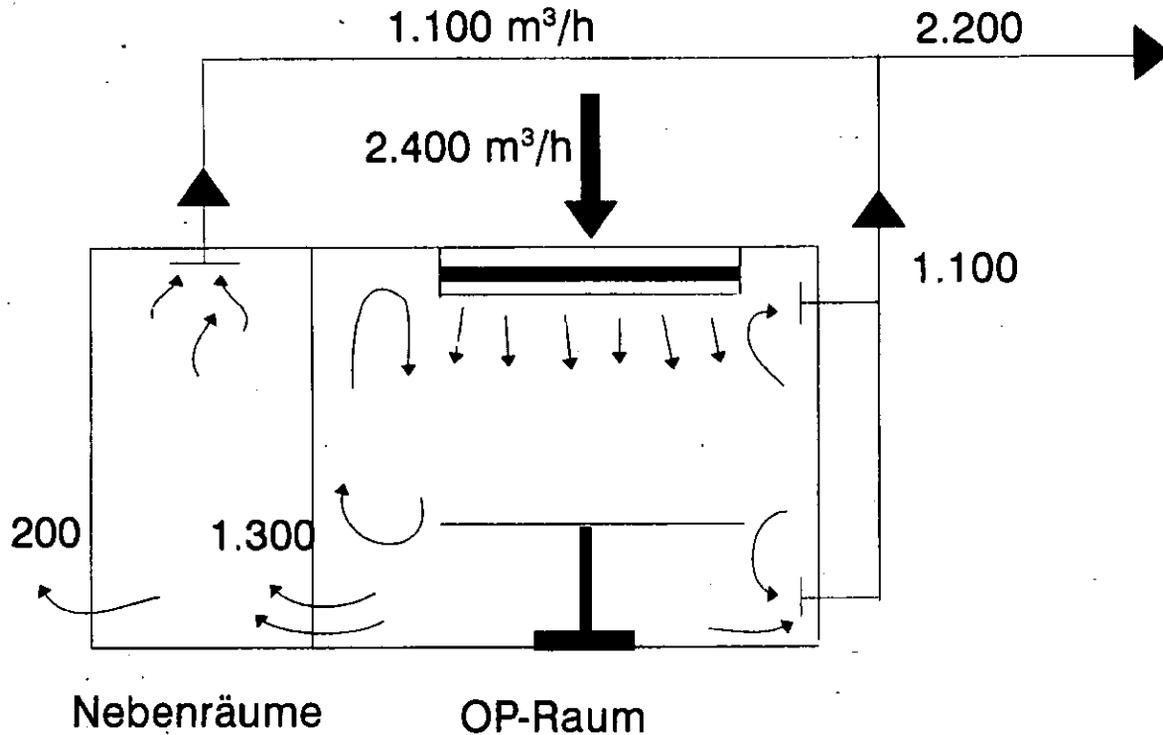
# Zentrale oder dezentrale RLT-Anlagen

Fallbeispiel: KKH Weinheim, Fertigstellung 1992





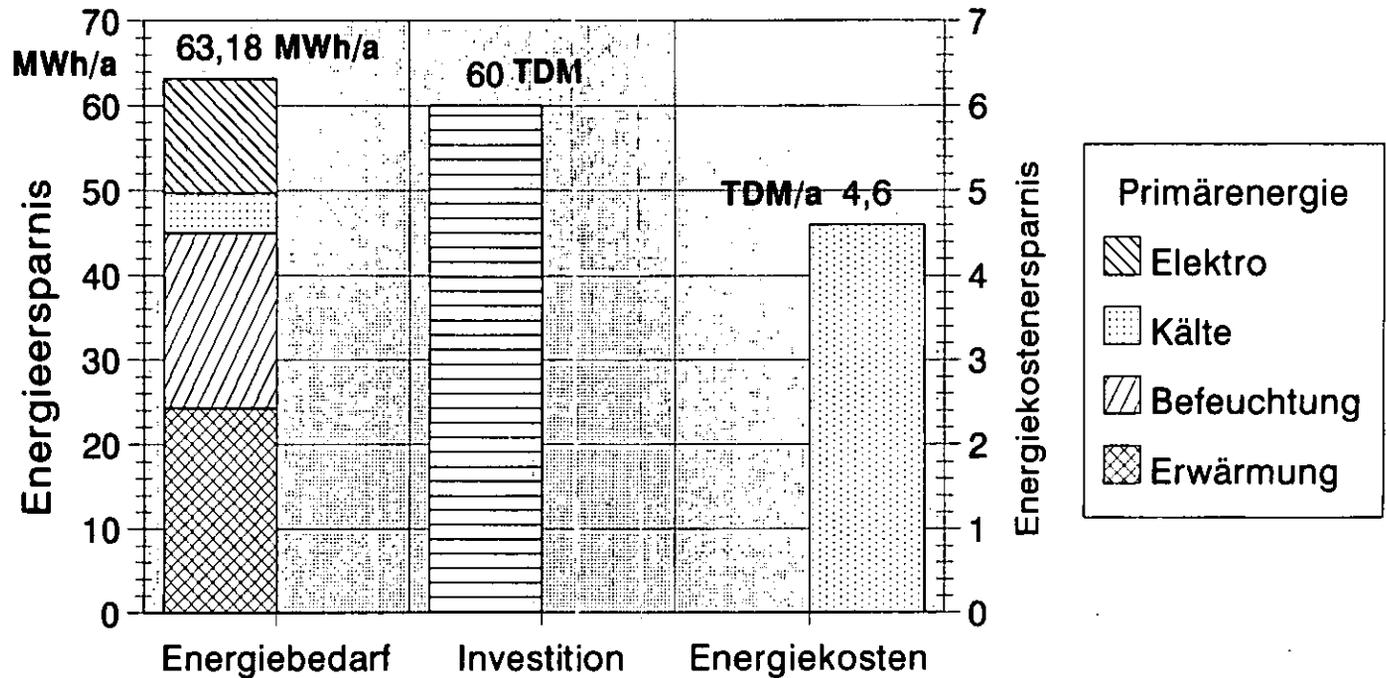
Nebenräume sind **direkt** belüftet



Nebenräume sind **indirekt** belüftet

# Indirekte Belüftung der OP-Nebenträume bei einer OP-Einheit

Primärenergie- und Kostenersparnis gegenüber direkter Belüftung



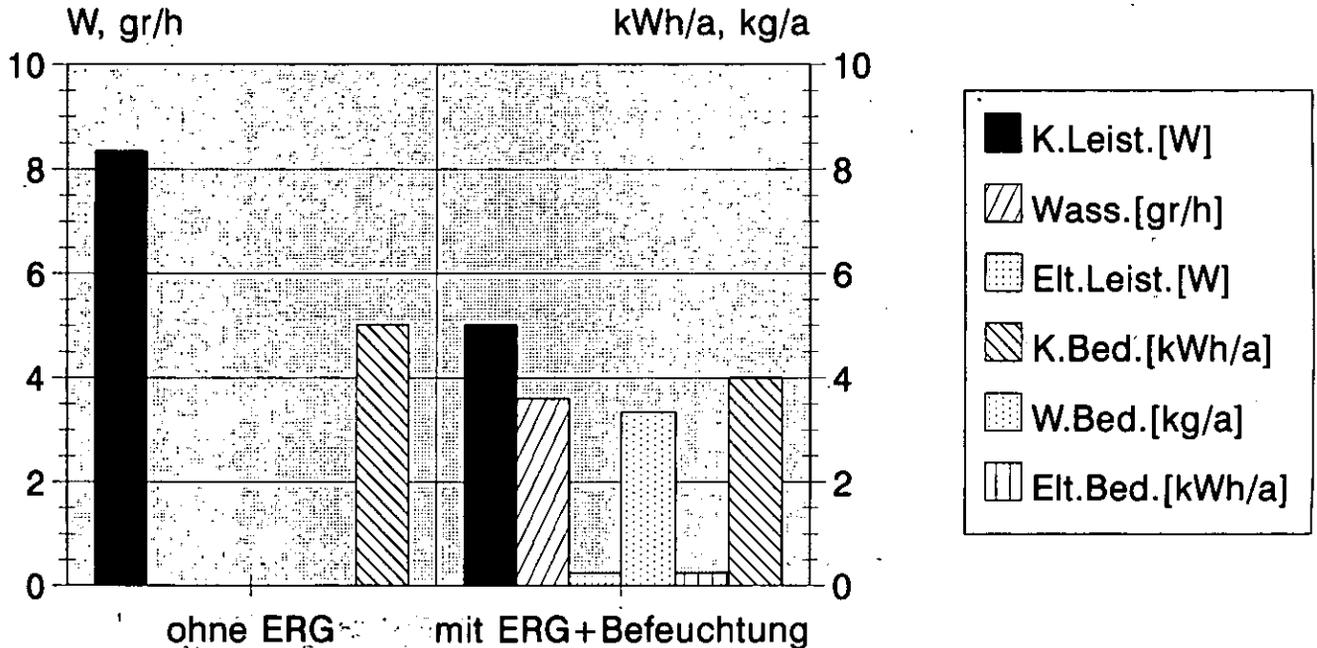
VZL=2.400 m<sup>3</sup>/h, 5.840 h/a

Prof. Dr.-Ing. Rákóczy

UNI Essen-Institut für Thermodynamik und Klimatechnik

BILD 8

# Einsatz von Enrgierückgewinnung im Kühlbetrieb mit Befeuchtung des Fortluftstromes, Bez.auf 1 m<sup>3</sup>/h FL.Strom



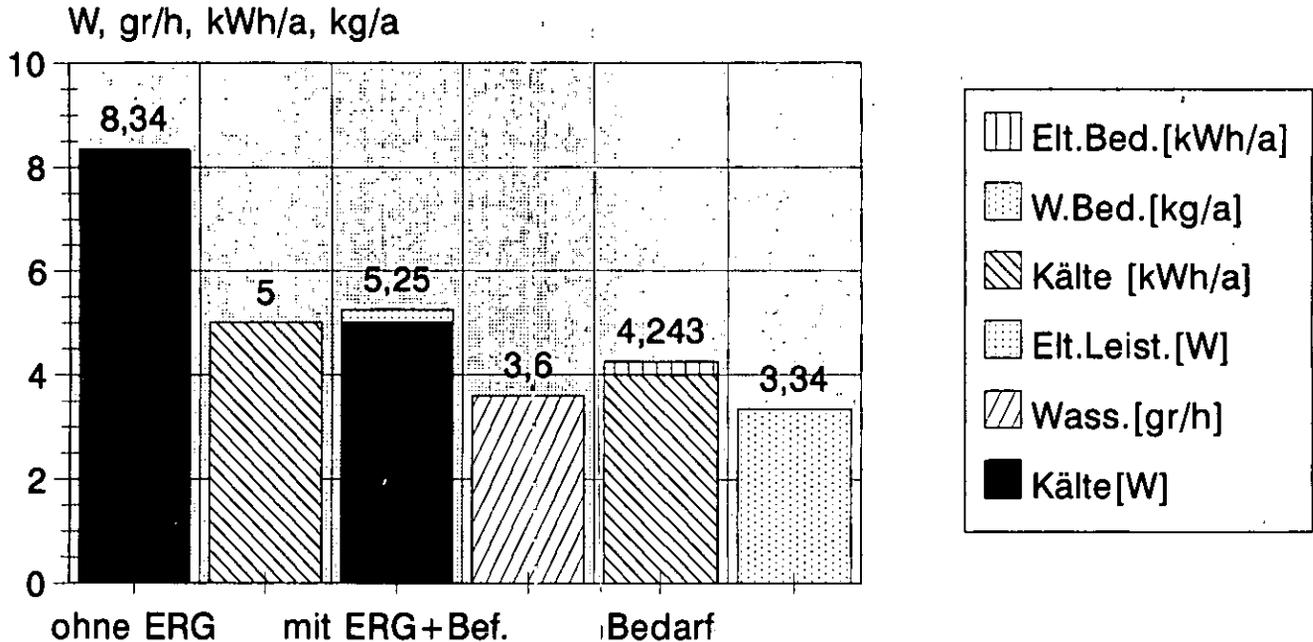
1 m<sup>3</sup>/h Außenluftstrom, 8760 h/a Betrieb; Raum:Frankfurt a.M.

Prof. Dr.-Ing. Rákóczy

UNI Essen-Institut für Thermodynamik und Klimatechnik

BILD 9-1

# Einsatz von Energierückgewinnung im Kühlbetrieb mit Befeuchtung des Fortluftstromes, Bez.auf 1 m<sup>3</sup>/h FL.Strom



1 m<sup>3</sup>/h Außenluftstrom, 8760 h/a Betrieb, Raum:Frankfurt a.M.

Prof. Dr.-Ing. Rákóczy

UNI Essen-Institut für Thermodynamik und Klimatechnik

BILD 9-2

Aus dem Institut für Hygiene (Direktor: Prof. Dr. Henning Rüden)

Aktuelle Fragen über RLT-Anlagen aus der Sicht der Hygiene  
von Henning Rüden und Marcus Luther

### **1. Vorbemerkung**

Wenn auch die hygienischen Anforderungen an Raumluftechnische (RLT-)Anlagen durch die Norm (DIN 1946 Teil 4) erfüllt zu sein scheinen, gibt es in der Praxis immer wieder Probleme oder Fragen, die der hygienischen Klärung bedürfen. Im folgenden werden einige aktuelle Punkte behandelt.

### **2. Notwendigkeit von RLT-Anlagen**

Aus Kosten- und Energiespargründen wird immer wieder die Frage nach der Notwendigkeit von RLT-Anlagen in Krankenhäusern gestellt. Neben der Aufrechterhaltung eines physiologischen und arbeitshygienischen Raumklimas (z.B. Abfuhr überschüssiger Wärme, Abfuhr von Narkosegasen) liegt ein weiterer Schwerpunkt der RLT-Anlagen in der Verhütung von Krankenhausinfektionen, soweit sie aerogen übertragen werden. Die am meisten gefährdeten Patientengruppen sind diejenigen, die sich bestimmten Operationen wie Implantationen (z.B. Hüftgelenkersatz) oder Transplantationen (z.B. Knochenmarkübertragung) unterziehen oder die vor jedweden Infektionserregern zu schützen sind wie z.B. Patienten mit sehr schweren Verbrennungen auf Intensivstationen. In allen übrigen Krankenhausbereichen ist ein Verzicht von RLT-Anlagen hygienisch vertretbar, soweit nicht aus schon erwähnten oder aus anderen Gründen (innenliegende Räume) eine Klimatisierung erforderlich ist.

### **3. Zu- und Abluftversorgung am Beispiel der OP-Abteilung**

In der OP-Abteilung brauchen nur die OP-Räume (= OP-Säle), nicht jedoch die OP-Vorräume unmittelbar mit dreistufig gefilterter und entsprechend aufbereiteter (temperierter) Zuluft versorgt zu werden. Die für die OP-Vorräume (Wasch-, Einleitungs-, Ausleitungsräume, ggf. Geräteraum) notwendige Zuluft kann allein durch Überströmen der Zuluft aus dem OP-Raum (über Zwischenräume - zwischen Türunterkante und Fußboden - bei geschlossenen Türen) bereitgestellt werden. Mit anderen Worten: die Nebenräume erhalten keine Zuluft-, sondern nur noch Abluftdurchlässe. Der für den OP-Raum erforderliche Zuluftvolumenstrom von 2.400 m<sup>3</sup>/h müßte dann ggf. um den für die Vorräume notwendigen Zuluftvolumenstrom (ca.

1.200 m<sup>3</sup>/h) erhöht werden. Mögliche Zugerscheinungen infolge des erhöhten Zuluftvolumenstroms werden bei Entscheidung für ein gerichtetes Luftführungssystem (s. 5) weitgehend vermieden. Ggf. kann auch der ursprüngliche Zuluftvolumenstrom von 2.400 m<sup>3</sup>/h für die gesamte OP-Einheit (OP-Raum plus Vorräume) beibehalten werden, indem 67 % der Zuluft im OP-Raum und die restlichen 33 % in den OP-Vorräumen als Abluft abgeführt werden. Diese Lösung hat den Vorteil, daß die in den Zuluftdurchlässen vorhandenen endständigen 3. Filter nur noch im OP-Raum, nicht jedoch in den OP-Vorräumen zu wechseln sind. Ebenso kann man dann mit den übrigen Räumen der OP-Abteilung verfahren: Zuluftversorgung nur in reinen Räumen (z.B. Geräteaufbereitung rein, Umkleieraum rein), keine primäre Zuluftversorgung in unreinen Räumen (z.B. Geräteaufbereitung unrein, Umkleieraum unrein) (bezüglich der Zahl der Filterstufen siehe 4).

#### **4. Filterstufen und Filterqualitäten von RLT-Anlagen in der OP-Abteilung**

Um einen Wechsel der 3. endständigen Filterstufe in der OP-Abteilung möglichst selten (d. h. nach Erreichen der Soll-Enddruckdifferenz) durchzuführen - jeder Filterwechsel führt zu einer vorübergehenden Stilllegung des OP-Betriebes -, zeigen Erfahrungen auch in Regionen mit hoher Staubbelastung der Luft wie Berlin, daß eine höhere Qualität der 1. (mindestens EU6) und der 2. Filterstufe (EU9) zu längeren Wechselintervallen der 3. Filterstufe von mehr als 3 Jahren bis zu 6 Jahren führt. Dies stellt eine erhebliche Erleichterung für den OP-Betrieb dar:

Darüber hinaus ist es hygienisch vertretbar, nur die OP-Einheiten (= OP-Raum mit OP-Vorräumen) und den vor den OP-Räumen gelegenen Sterilgut- oder Geräte- und Sterilgutversorgungsflur - sofern vorhanden - mit dreistufig gefilterter Luft zu versorgen. Denn einerseits können Wundinfektionen nur während der Operation - also im OP-Raum - entstehen bzw. gesetzt werden, andererseits werden sterile Schutzkleidung bzw. steriles Instrumentarium nur im OP-Raum angelegt bzw. eingesetzt. Für die übrigen Bereiche der OP-Abteilung (OP-Nebenzimmer wie Geräteaufbereitung, OP-Erschließungsräume wie Personalumkleideschleusen) ist eine zweistufige Filtration ausreichend.

Das sog. Mischkonzept einer 3- und 2-stufigen Filtration für die OP-Abteilung ist jedoch an zwei Voraussetzungen geknüpft:

- Gerichtetes Luftführungssystem im OP-Raum: Bei dieser Art von Luftführung ist sogar bei dem mitunter beobachteten Offenstehen der OP-Türen ein Eintrag von

Raumluft in das OP-Feld (Einflußbereich der Lüftungsdecke) aus den OP-Vorräumen weitgehend auszuschließen.

- Luftströmungsgefälle vom OP-Raum in die OP-Vorräume sowie vom OP-Flur in die OP-Vorräume. Auf diese Weise können Infektionserreger weder aus dem OP-Flur in den OP-Raum noch aus dem OP-Raum in den OP-Flur gelangen.

## **5. Notwendigkeit von RLT-Anlagen bei Operationen der Raumklassen IA und IB**

Studien über postoperative Wundinfektionen haben ausnahmslos die Notwendigkeit von RLT-Anlagen bei Operationen der Raumklasse IA durch Senkung der Infektionsrate belegen können, weshalb sie für diese Operationsgruppe (= Typ A) nicht in Frage gestellt werden können. Bei Operationen der Raumklasse IB (bei bestimmten Operationen wie Leistenhernienoperationen) kann die Überlegung angestellt werden, auf eine RLT-Anlage - zumindest vorübergehend - zu verzichten, wenn nicht andere ebenso gewichtige Gründe für die Notwendigkeit der RLT-Anlage sprechen wie

- erhebliche Kühllasten
- erhebliche Narkosegasbelastung.

Da gerade Operationen der Raumklasse IA besonders schützenswert sind, ist bei dieser Operationsgruppe ausnahmslos die aus einem Deckenfeld kommende turbulenzarme, gerichtete Luftführung die einzig sinnvolle Lösung, da auch während des OP-Betriebs die Luftkeimzahl im OP-Feld in OP-Tischhöhe in einer hygienisch tolerablen Höhe ( $< 10 \text{ KBE/m}^3$ ) in der Regel gewährleistet wird (5). Diese Aussage gilt jedoch mit der Einschränkung, daß diese Werte nur von Lüftungsdecken aus Gewebe eingehalten werden können, bei denen ein über die gesamte Gewebefläche gleichmäßiger Austritt von Zuluft zu erwarten ist, nicht jedoch bei Lochblechdecken, bei denen häufig Raumluft mit induziert wird, so daß nicht nur Zuluft, sondern auch Raumluft das OP-Feld erreicht. In diesem Zusammenhang soll nicht unerwähnt bleiben, daß Geräte mit hoher Kühlleistung (1.200  $\text{m}^3/\text{h}$  und mehr: z.B. Lasergeräte) die Luftführung im OP-Raum negativ beeinflussen können, weshalb Geräte mit geschlossenem Kühlkreisläufen oder aus dem OP-Raum ausgelagerte Kühlaggregate bevorzugt werden sollen.

## **6. Reduktion des Luftwechsels**

Eine Energiesparmaßnahme stellt die Reduktion der Luftwechselrate in OP-Räumen dar. Nach DIN 1946 Teil 4 entspricht ein Zuluftvolumenstrom von 2.400  $\text{m}^3/\text{h}$  einem 20-fachen Luftwechsel des OP-Raums (40  $\text{m}^2$  (Fläche) x 3 m (Höhe)). Untersuchungen

über Luftkeim- und Luftpartikelkonzentrationen in OP-Räumen mit (konventioneller) turbulenter Mischlüftung haben gezeigt, daß während des OP-Betriebs im Vergleich zur Zahl der im OP-Raum anwesenden Personen und den damit verbundenen Aktivitäten die Luftwechselzahl eine vernachlässigbare kleine Einflußgröße darstellt, was für Luftwechselzahlen von 7,5, 10, 15 und 20 pro Stunde experimentell belegt werden konnte (2). Mit anderen Worten: eine konventionelle "Luftführung" ist während des OP-Betriebs im OP-Feld hygienisch nicht sehr effektiv, weshalb die Luftwechselzahl unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten herabgesetzt werden kann.

### **7. Mikrobielles Wachstum in Luftfiltern**

Auch die Luftfilter sind - z.B. als Pilzallergenproduzenten - wieder in die Diskussion geraten. Inwieweit Untersuchungsergebnisse von Elixmann (1) verallgemeinert werden können, die da lauten, ein Durchtreten/Durchwachsen von Pilzen durch Filter ist möglich, ist derzeit ungeklärt. In einem eigenen Forschungsvorhaben wird dieser Frage systematisch nachgegangen. Bisherige Untersuchungen kamen zu dem Schluß, daß ein Durchtreten/Durchwachsen erst bei sehr hohen relativen Luftfeuchten (> 95 %) beobachtet wurde, also bei Luftfeuchtwerten, die in einer RLT-Anlage in der Regel nicht auftreten (3).

### **8. Anordnung der 3. Filterstufe**

Die 3. Filterstufe soll endständig - im Raum - angeordnet sein. Wird die 3. Filterstufe weit vor den Zuluftdurchlässen - z.D. zentral im Bereich der Klimazentrale - angeordnet, sind die nach der 3. Filterstufe liegenden, mehrere Meter langen Zuluftleitungen nicht einsehbar und entziehen sich somit einer desinfizierenden Reinigung. Das endständige Anordnen der 3. Filterstufe - am Ende der Zuluftleitungen - führt auch dazu, daß Revisionsöffnungen in den Zuluftleitungen nicht mehr notwendig sind - ein hygienischer Vorteil -, denn jede Öffnung im Luftleitungsnetz stellt eine Eintrittsmöglichkeit für Luft und darin enthaltene Mikroorganismen dar.

### **9. Reinigung/Desinfektion, Befeuchtung und Stillstand von RLT-Anlagen**

Immer wieder erhebt sich die Frage, ob eine Reinigung bzw. Desinfektion von RLT-Geräten notwendig ist. Eine Reinigung ist für "trockene" Aggregate wie z.B. Erhitzer, Ventilator angezeigt. Eine desinfizierende Reinigung ist bei Feucht-Aggregaten wie Kühler oder Umlaufsprühbefeuchter (ein Dampfbefeuchter weist keine hygienisch-mikrobiologischen Probleme auf, weshalb er im Falle einer Befeuchtung der Zuluft zu bevorzugen ist) mitunter erforderlich, insbesondere wenn die Konstruktionen beider

Aggregate hygienisch nicht einwandfrei ausgeführt sind: unübersichtlicher, nicht einsehbarer Kondens(Tau-) wasserabfluß beim Kühler, antimikrobiell unzulängliche Behandlung des Wassers im Umlaufsprühbefeuchterbecken. Als antimikrobielle Verfahren stehen gleichberechtigt zur Verfügung: chemische Desinfektion mit wirksamen Sauerstoff abspaltenden Verbindungen oder physikalische Desinfektion mit UV-Strahlen. Das in diesem Zusammenhang immer wieder auftauchende Problem, inwieweit durch das Vorhandensein von Legionellen in Umlaufsprühbefeuchtern - keine für diese Bakteriengattung optimale Wachstumstemperatur - ein Infektionsrisiko gegeben ist, ist offen, da Legionellen einerseits nur im Wasserreservoir der Umlaufsprühbefeuchtung nachgewiesen wurden, andererseits jedoch nicht gleichzeitig in der Zuluft der Räume isoliert werden konnten. Die Ursache könnte einerseits in der Filtration mit mindestens einer, nämlich der 2., Filterstufe liegen, andererseits ist vorstellbar, daß Legionellen über eine lange Distanz - über lange Zuluftleitungen - aufgrund nicht optimaler Temperaturen und Feuchten in ihrer Überlebensfähigkeit eingeschränkt werden, zumindest ist der Nachweis einer Legionellose (= Legionärskrankheit) in einem klimatisierten Raum mit einem Legionellen-positiven Umlaufsprühbefeuchter noch nicht gelungen (4).

Daß derartige hygienische "Unfälle" weitgehend ausgeschlossen sind - zumindest für Krankenhaus-RLT-Anlagen -, ist ein Verdienst der regelmäßigen technischen und insbesondere der hygienischen Prüfungen, wobei betont werden soll, daß hygienische Prüfungen, die eine hygienisch-medizinische Bewertung der Untersuchungsergebnisse umfassen muß, einerseits unabdingbar sind, andererseits sachgerecht - d.h. durch einen Hygieniker - durchgeführt werden müssen.

Eine weitere aktuelle Frage ist die nach dem Stillstand von RLT-Anlagen in Nichtbetriebszeiten. Durch keine Untersuchung ist belegt, ob und in welchen Zeitraum ein um 50 % reduzierter Betrieb der RLT-Anlage nach Wiederaufnahme des 100 %igen RLT-Anlagen-Betriebs hygienisch akzeptable Luftkeimzahlen gewährleistet. Vielleicht ist auch eine Reduktion um 90 % oder gar um 100 % möglich, und zwar mit einer anschließenden "Beruhigungs"-Phase von 1 - 2 Stunden nach Wiederinbetriebnahme der RLT-Anlage und vor Aufnahme des OP-Betriebs. Allerdings bedürfen Fragen wie ein mögliches Austreten von Partikeln aus den Abluftleitungen in den OP-Raum sowie ein vorübergehender verstärkter Partikelaustrag aus den zuluftseitigen Schwebstofffiltern (3. Filterstufe) bei Stillstand der RLT-Anlage experimenteller Studien.

## 10. Schlußbemerkung

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß es aus hygienischer Sicht genügend Spielraum für Neuentwicklungen und Beispiele für Einsparungen im Bereich der Raumluftechnik im Krankenhaus gibt. Ihre Verwirklichung bedarf jedoch - gerade mangels Studien - immer der Abstimmung mit dem Hygieniker - adaptiert an die örtlichen Gegebenheiten.

## Literatur

1. Elixmann, J. H.: Filter einer lufttechnischen Anlage als Ökosystem und als Verbreiter von Pilzallergenen.  
Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle, München-Deisenhofen 1989
2. Kruppa, B. und H. Rüden: Der Einfluß der Luftwechselzahl auf Luftpartikel- und Luftkeimkonzentrationen in Operationsräumen mit konventioneller Belüftung. 2. Mitteilung: Messungen mit Operationsbetrieb unter Einbeziehung der OP-Personenzahl und OP-Betriebsphasen.  
Zbl. Hyg. 194, 247 - 261 (1993)
3. Rüden, H., Botzenhart, K., Mihm, U., Tenge, H. und E. Thofern: Glasfaser-Hepa-Filter. I.-Mitteilung: Mikrobiologische und physikalisch-chemische Untersuchungen an gebrauchtem und ungebrauchtem, hydrophobem und hydrophilem Filtermaterial bei relativen Feuchten bis zu 98 % in der Klimakammer.  
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 160, 509 - 524 (1975)
4. Schulze-Röbbbecke, R.: Kühltürme und Rückkühlwerke als Infektionsquellen. In: (Hrsgb.: VDI) Sanitärtechnik VIII und Hygiene  
VDI-Berichte Band 1055, S. 187 - 198, VDI-Verlag, Düsseldorf 1993
5. Weist, K. und H. Rüden: Zur Infektionsprophylaxe in der Unfallchirurgie aus krankenhaushygienischer Sicht.  
Chirurg 62, 837 - 845 (1991)

## Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. med. Henning Rüden, Dipl.-Ing. Marcus Luther, Institut für Hygiene der Freien Universität Berlin, Hindenburgdamm 27, 12203 Berlin

# Nutzungsgesichtspunkte bei OP-Zuluftdecken mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung

von Dr.-Ing. Peter Schmidt

## Einführung

Seit ca. 20 Jahren werden für die Klimatisierung von Operationsräumen in wachsendem Maße Zuluftsysteme mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung eingesetzt. Diese stammen ursprünglich aus der industriellen Reinraumtechnik, wie auch der Begriff der "turbulenzarmen Verdrängungsströmung", siehe z.B. MELENEY et al [1]. Für die Anwendung in Operationsräumen ist dieser Ausdruck eigentlich ebenso mißverständlich wie der gleichfalls verwendete "Laminarflow".

Ziel beim Einsatz dieser Art der Luftführung ist der Transport der keimfreien Zuluft möglichst unvermischt mit Raumluft an die wesentlichen zu schützenden Bereiche des OP-Raums, d.h. bis zum OP-Tisch und bis zu den Instrumententischen. Im strömungstechnischen Sinne handelt es sich bei diesen Systemen um einen dicken Freistrah, in dessen Kernzone eine turbulenzarme Strömung möglich ist. Die Mehrzahl der vorliegenden Untersuchungen zur Eignung solcher Systeme beim Einsatz in Operationsräumen läßt erwarten, daß mit diesen nahezu ideale lufthygienische Bedingungen geschaffen werden können.

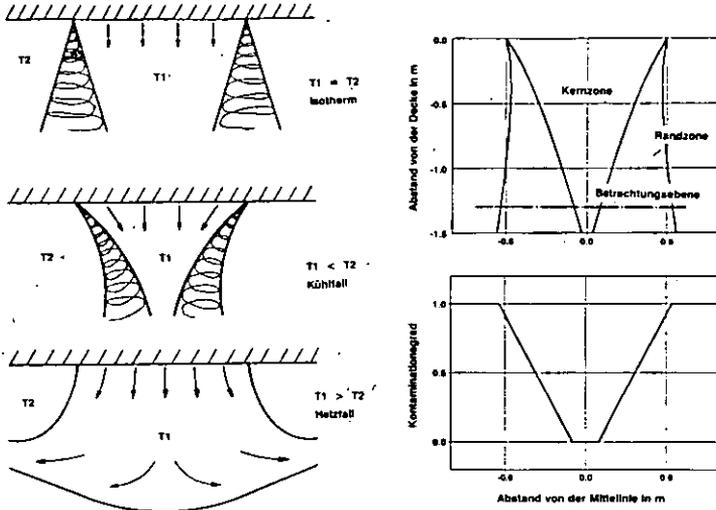
Diese Einschätzung ist zweifelstfrei richtig, was deren Möglichkeiten betrifft. Für die Anwendung dieser Systeme in der Praxis, ist es jedoch unerläßlich, einige Randbedingungen zu berücksichtigen, die für prinzipiell alle solche Systeme aus physikalischen Gründen gelten, die deren lufthygienische Vorteile jedoch ggf. erheblich einschränken.

Drei Aspekte erscheinen hier von besonderer Bedeutung, und zwar die oberhalb des OP-Tisches auftretenden Luftgeschwindigkeiten und -temperaturen, die ggf. sehr geringe horizontale Ausdehnung der Schutzzone in der Höhe des OP-Tisches und der erhebliche Einfluß der OP-Leuchten und anderer Strömungshindernisse auf die lufthygienischen Verhältnisse. Bedingt durch die Vorgabe eines Zuluftvolumenstromes von  $2.400 \text{ m}^3/\text{h}$  in DIN 1946 Teil 4 [2] werden heute Systeme mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung in der überwiegenden Zahl der Anwendungen mit sehr kleinen Deckenauslaßflächen von nur  $1.20 \times 2.40 \text{ m}$  eingesetzt.

## Grundlagen

Bild 1 zeigt in seinem oberen Teil den senkrechten Schnitt durch einen Zuluftstrahl mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung, und zwar zunächst für den isothermen Fall, d.h. die Zuluft hat die gleiche Temperatur wie die Raumluft. Man erkennt eine mittlere Kernzone, die zunächst die Breite des Luftauslasses aufweist. Diese Breite nimmt jedoch mit zunehmendem Abstand von dem Luftauslaß ab, weil sich am Rand

zwei Strömungsbereiche ausbilden, in denen eine Vermischung mit der Raumluft stattfindet und in denen die gegebenenfalls turbulenzarme Strömung der Kernzone nicht aufrecht erhalten bleibt. Der Ausbreitungswinkel dieser Randzonen liegt nach zahlreichen Untersuchungen weitgehend unabhängig von den übrigen Parametern bei ca. 24°.



**Bild 1:** Einfluß der Zulufttemperatur auf die Ausbreitung des Zuluftstrahles

**Bild 2:** Verlauf der Verunreinigungskonzentration im Zuluftstrahl

Unternah dieser Darstellung ist der für die Klimatisierung von OP-Räumen interessantere Fall gezeigt, bei dem die Zuluft kälter ist als die Raumluft. Nur so ist es einerseits möglich, die in OP-Räumen zumeist auftretende Kühllast abzuführen, andererseits ist diese Bedingung erforderlich, um bei den relativ geringen Luftaustrittsgeschwindigkeiten am Deckenauslaß eine einigermaßen stabile Abwärtsströmung zu erzielen. Durch die höhere Dichte der kälteren Zuluft kommt es zu einer Beschleunigung des Kernstrahles, so daß sich dieser in zunehmendem Abstand von dem Luftauslaß weiter einschnürt als bei dem zuvor dargestellten Isothermen Fall. Durch die Beschleunigung des Kernstrahls kann es zu recht erheblichen Luftgeschwindigkeiten oberhalb des OP-Tisches kommen, siehe z.B. NEUHAUS [3]. Gleichzeitig wird dadurch der Bereich des unkontaminierten Kernstrahles sehr stark eingeengt, unter Umständen erreicht dieser gar nicht die Höhe des OP-Tisches.

Betrachtet man der Vollständigkeit halber auch den umgekehrten Fall, daß die Zulufttemperatur höher ist als die Raumlufttemperatur - dieses ist erforderlich, wenn mit der Klimaanlage geheizt werden muß - so endet die Abwärtsströmung der Zuluft, wie im unteren Teil von Bild 1 dargestellt ist, kurz unterhalb des Deckenauslasses

und die Zuluft breitet sich nach der Seite aus. Dieser Fall der Luftführung ist also für die Klimatisierung von OP's völlig ungeeignet, da im allgemeinen die Zuluft nicht bis auf den OP-Tisch herabgefördert werden kann.

In Bild 2 ist im oberen Teil quantitativ nochmals der Strömungsverlauf für einen moderaten Kühllastfall (1.500 W) und eine OP-Zuluftdecke mit einer Breite von 1.20 m bei einem Zuluftvolumenstrom von 2.400 m<sup>3</sup>/h gezeigt. Wie Untersuchungen von BARTZ [4] ergeben haben, läßt sich die Ausbreitung der Kernzone mit einem vergleichsweise einfachen Ansatz für die Beschleunigung berechnen, die der Zuluftstrahl infolge seiner Untertemperatur erfährt. Im unteren Teil des Bildes 2 ist der Konzentrationsverlauf für eine beliebige Verunreinigung in der angegebenen Betrachtungsebene als Kontaminationsgrad dargestellt.

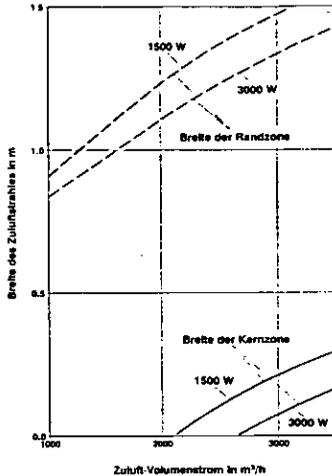
Betrachtet man die interessierende Luftkeimkonzentration, die für die Zuluft bei ausreichender Filterung mit 0 angenommen werden kann, so erkennt man, daß nur in dem schmalen Bereich der Kernzone wirklich eine Luftkeimkonzentration von 0 herrscht, während diese in der Mischzone näherungsweise linear auf die Raumkonzentration ansteigt. Bekanntermaßen ist die Luftkeimkonzentration in klimatisierten Räumen außerhalb der gezielten Luftführung nur abhängig von der Luftkeimfreiheit und dem Zuluftvolumenstrom, aber unabhängig von der Luftführung. Analog dazu stellt sich ein Lufttemperaturverlauf im Zuluftstrahl ein, der vom Wert der Zulufttemperatur im Kernstrahl in der Mischzone auf die Raumlufttemperatur ansteigt.

Man erkennt bereits an diesem praxianahen Beispiel, daß die wirklich keimfreie Kernzone bei dieser Art der Luftführung und kleinflächigen Luftdurchlässen geometrisch sehr beschränkt und sehr schnell geringer ist als die Breite des OP-Tisches. Die Betrachtungen wurden hier bewußt in einigem Abstand oberhalb des OP-Tisches durchgeführt, weil in der Nähe des OP-Tisches eine Staustromungssituation eintritt, die mit dem oben erwähnten einfachen Rechenansatz nicht dargestellt werden kann. Für die Verunreinigung auf dem OP-Tisch ist jedoch zu beachten, daß auch jede Verunreinigung, die durch die hier zunächst willkürlich gewählte Betrachtungsebene strömt, in einer sich weiter unten ausbildenden Staustromung wiederzufinden ist. Dieses gilt insbesondere für die turbulenten Randzonen.

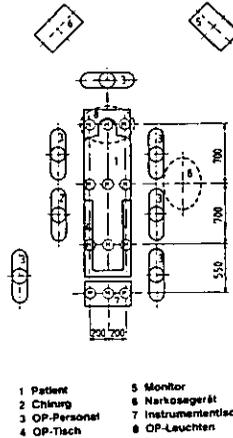
### Ausdehnung des Schutzbereiches

Wie bereits in Bild 2 gezeigt wurde, ist die keimfreie Kernzone deutlich schmaler als der Luftauslaß selbst. In Bild 3 ist die Breite dieser Kernzone für verschiedene Zuluftvolumenströme und Kühllasten zusammen mit der Gesamtbreite der Randzone für einen Deckenauslaß von 1.20 x 2.40 m dargestellt. Man erkennt eine Abnahme der Breite mit verringertem Zuluftvolumenstrom. Dieses hat seine Ursache vor allem darin, daß bei konstanter Kühllast eine Abnahme des Zuluftvolumenstroms eine Erhöhung der Zulufttemperaturdifferenz nach sich zieht, so daß in der Kernzone eine höhere Beschleunigung auftritt. In solchen Fällen, in denen keine Breite der Kernzone angegeben ist, fließen die beiden Randzonen bereits oberhalb der Betrachtungsebene zusammen.

tungsebene (1.50 m unterhalb der Decke) zusammen. Man erkennt an diesem Diagramm insgesamt, daß für die Klimatisierung von OP-Räumen mit Deckenauslaßfeldern von 1.20 x 2.40 m kaum mit einer nennenswerten keimfreien Kernzone am OP-Tisch zu rechnen ist.



**Bild 3:** Breite des Zuluftstrahles über dem OP-Tisch

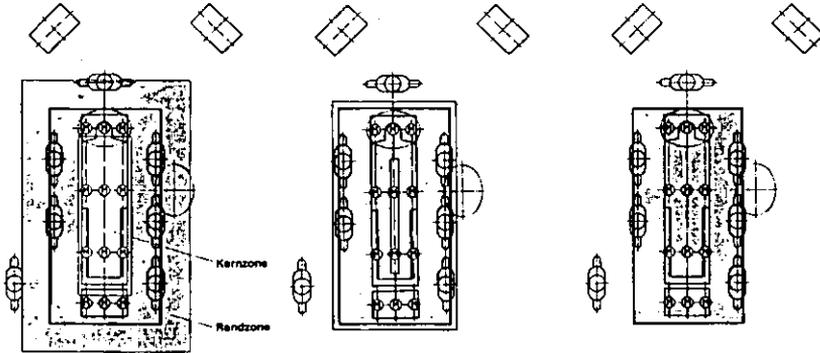


**Bild 4:** Versuchsanordnung zur Messung des Kontaminationsgrades

Bekanntermaßen wird zur Ermittlung der Kontaminationsgrade von Luftführungssystemen für OP-Räume nach DIN 4799 [5] ein Laboraufbau im Maßstab 1 : 1 verwendet; der weitgehend die übliche Situation im OP-Raum nachstellen soll, siehe Bild 4. Man erkennt einen OP-Tisch, ein übliches OP-Team, ein Instrumententisch am Fuß des OP-Tisches, zwei OP-Leuchten mit einem Durchmesser von ca. 0.60 m sowie zwei Medizingeräte. In Bild 4 ist weiterhin ein mit "M" bezeichnetes Meßraster angegeben, welches sich über den OP-Tisch und über den Instrumententisch erstreckt. Über dieses Raster wird Integral der Kontaminationsgrad ermittelt. Man erkennt unmittelbar, daß die gewählte OP-Leuchtenanordnung und die Anordnung des Instrumententisches vergleichsweise günstige Voraussetzungen für Zuluftsysteme mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung und kleinem Auslaßfeld darstellen.

Zur Verdeutlichung dieser Situation ist in Bild 5 die Ausdehnung des Kernstrahls und die Ausdehnung der Randzone für verschiedene Kühllastbedingungen dargestellt. Der Zuluftvolumenstrom beträgt 2.400 m<sup>3</sup>/h. Bild 5a zeigt den für die praktische Anwendung eigentlich uninteressanten Isothermen Fall. Bereits hier zeigt sich jedoch, daß die keimfreie Kernzone nur knapp den OP-Tisch überdeckt. In Bild 5b ist bei einer Kühllast von 1.500 W die Kernzone bereits auf einen nahezu vernachlässigbaren schmalen Streifen in der Mitte des OP-Tisches zusammengeschrunft und auch die

Randzone ist kaum größer als der Luftauslaß selbst. In **Bild 5c** erreicht die Kernzone bei einer Kühllast von 3.000 W nicht mehr den OP-Tisch.



Decken-Auslaßfläche: 1,20 x 2,40 m  
Zuluft-Volumenstrom: 2400 m<sup>3</sup>/h  
Kühllast: 0 W

Decken-Auslaßfläche: 1,20 x 2,40 m  
Zuluft-Volumenstrom: 2400 m<sup>3</sup>/h  
Kühllast: 1500 W

Decken-Auslaßfläche: 1,20 x 2,40 m  
Zuluft-Volumenstrom: 2400 m<sup>3</sup>/h  
Kühllast: 3000 W

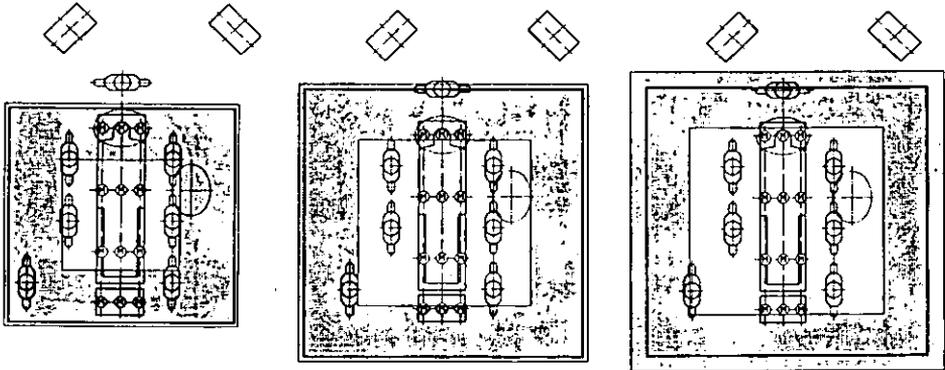
**Bild 5:** Ausdehnung des Zuluftstrahles über dem OP-Tisch

Insgesamt zeigt **Bild 5**, daß mit so kleinen Deckenauslaßfeldern der OP-Tisch nur in begrenztem Maße mit keimfreier Zuluft erreicht werden kann. OP-Tisch, Instrumententisch und OP-Team befinden sich überwiegend in der störungsanfälligen Mischzone, in der eine Luftkeimausbreitung quer zur Strömungsrichtung möglich ist. Eine andere Anordnung des Instrumententisches führt dazu, daß dieser außerhalb der Zuluftführung steht.

In **Bild 6** sind verschiedene Maßnahmen zur Vergrößerung des Wirkbereiches der Zuluftführung dargestellt, in **Bild 6a** ein doppelt so großes Zuluftfeld mit 2,40 x 2,40 m, für welches auch der doppelte Zuluftvolumenstrom notwendig ist. Man erkennt gegenüber **Bild 5b** eine deutliche Vergrößerung der keimfreien Kernzone, allerdings befinden sich nach wie vor Teile des OP-Tisches und der Instrumententisch in der Mischzone, in der die lokale Verunreinigung nicht vorhersehbar ist. Gegenüber der Situationen eines Deckendurchlasses 1,20 x 2,40 m ergibt sich hier jedoch bereits eine gewisse Freizügigkeit bei der Anordnung der Instrumententische, allerdings immer noch innerhalb der Randzone.

Eine Vergrößerung des Deckenfeldes in **Bild 6b** auf 3,00 x 3,00 m und eine entsprechende Erhöhung des Zuluftvolumenstroms zeigt eine deutliche Verbesserung. In dieser Situation befinden sich bereits die Mehrzahl der Mitglieder des OP-Teams innerhalb der keimfreien Kernzone. Das gleiche gilt für den wesentlichen Teil des OP-Tisches und es gibt eine gewisse Freizügigkeit in der Anordnung des Instrumententisches. Die Forderung, daß auch das OP-Team selbst in der keimfreien Kernzone stehen sollte, resultiert aus der Überlegung, daß diese die Hauptkeimquelle darstel-

len und daß nur in der turbulenzarmen Kernzone sichergestellt ist, daß sich die freigesetzten Keime nicht quer zu der Strömungsrichtung ausbreiten, sondern daß diese direkt nach unten geführt werden.



Decken-Auslaßfläche: 2,40 x 2,40 m  
Zuluft-Volumenstrom: 4800 m<sup>3</sup>/h  
Kühlleistung: 1500 W

Decken-Auslaßfläche: 3,00 x 3,00 m  
Zuluft-Volumenstrom: 7500 m<sup>3</sup>/h  
Kühlleistung: 1500 W

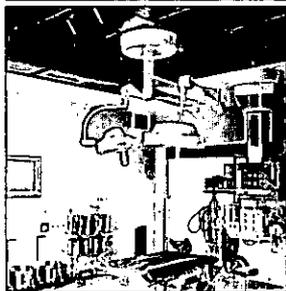
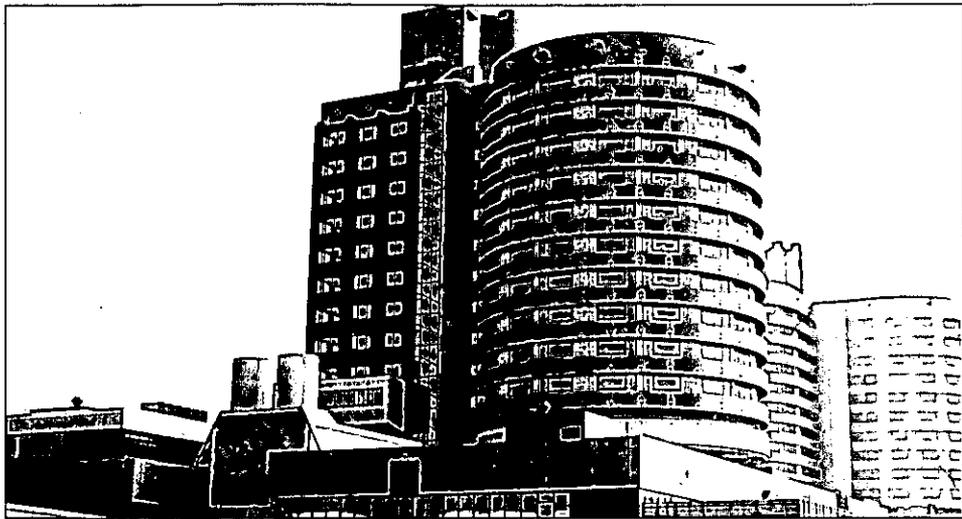
Decken-Auslaßfläche: 3,00 x 3,00 m  
Zuluft-Volumenstrom: 10.000 m<sup>3</sup>/h  
Kühlleistung: 1500 W

**Bild 6:** Ausdehnung des Zuluftstrahles über dem OP-Tisch

**Bild 6c** zeigt zuletzt die Verhältnisse für die gleiche Deckenauslaßfläche, jedoch mit einem Zuluftvolumenstrom von 10.000 m<sup>3</sup>/h, wie er für hochaseptische OP-Räume zum Beispiel in der Schweiz und in Großbritannien eingesetzt wird. Dieses ist eine Situation, in der betriedigende Verhältnisse am OP-Tisch und eine ausreichende Freizügigkeit hinsichtlich der Anordnung der Instrumentiertische gegeben sind. Es wurde bereits in früheren Beiträgen darauf hingewiesen, daß die Betriebskostennachteile solcher Luftführungssysteme mit hohen Zuluftvolumenströmen im allgemeinen überschätzt werden, zumindest solange Umluft verwendet wird, wie es die DIN 1948 Teil 4 zuläßt, siehe SCHMIDT [8].

### Einfluß der OP-Leuchten

Die bisherigen Darstellungen zur Ausbreitung des Zuluftstrahls bei turbulenzarmer Verdrängungsströmung oberhalb des OP-Tisches gehen davon aus, daß es keinerlei Strömungshindernisse innerhalb des Zuluftstrahls gibt. Dieses ist natürlich in der Praxis nicht gegeben. Für die abwärtsgerichtete Strömung sind in aller Regel die OP-Leuchten erhebliche Strömungshindernisse, teilweise auch die Mitglieder des Operationsteams. Es kann natürlich nicht erwartet werden, daß die Zuluft unkontaminiert das Operationsfeld erreicht, wenn sich eine OP-Leuchte oder der Kopf des Operateurs zwischen Luftauslaß und Operationsfeld befinden.



Für alle Bereiche im Krankenhaus,  
für alle Anforderungen,  
für alle Größenordnungen:

Z. B. Klimatechnik nach DIN 1946 Teil 4  
für den OP-Bereich, für die Intensiv-  
Pflege, für medizinische Untersuchungs-  
räume und den Pflegebereich, für die  
Anatomie, die Computer- und Kernspin-  
Tomografie, für Labors, Röntgenräume,  
Apotheken ...

# Hygiene-Klima System Weiss

Systemberatung, Entwicklung, Projektierung,  
Fertigung, Montage, Inbetriebnahme,  
Service und Schulung - alles aus einer Hand.

Weiss Klimatechnik -

Ihr erfahrener Partner für Problemlösungen  
in allen Bereichen der Klimatechnik.  
Mit Kompetenz und Idee.

Das Klimasystem fürs Krankenhaus



D 35447 Reiskirchen 3  
(Lindenstruth)  
Telefon (06408) 84 - 71  
Telefax (06408) 84 - 341  
Telex 4821 015 wtr d

**Weiss Klimatechnik GmbH**  
**Geräte- und Anlagenbau**

Ein  Unternehmen

# mediclean

## Das Hygieneklima-Konzept

mediclean, das ist ein komplettes Hygieneklima-Programm von selbstgefertigten Komponenten bis zu schlüsselfertigen Anlagen.

Zur Klimatisierung für alle Bereiche, für alle Anforderungen, für alle Größenordnungen in der Medizin.

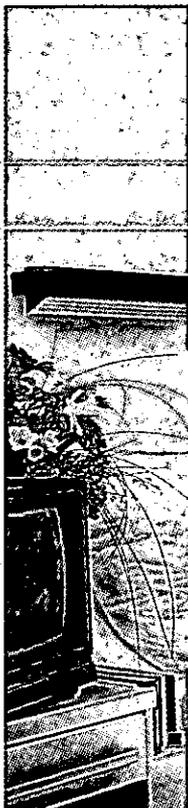
Von OP-Trakten über Intensivstationen bis zu ganzen Krankenhäusern.

mediclean, das ist auch Beratung, Schulung, qualifizierte Information.

### f ü r d i e M e d i z i n

Weiss Klimatechnik bietet alles aus einer Hand: Systemberatung, Entwicklung, Projektierung, Fertigung, Montage, Inbetriebnahme und Service.

Weiss Klimatechnik - Ihr erfahrener Partner mit Kompetenz und Idee.

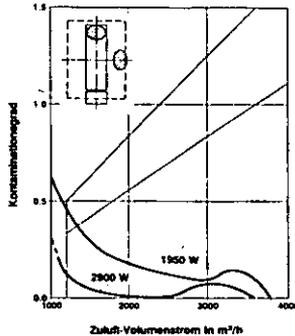


**WEISS  
TECHNIK**

**Weiss Klimatechnik GmbH**  
Geräte- und Anlagenbau  
D 35447 Reiskirchen 3 (Lindenstruth)  
Telefon (064 08) 84-71  
Telefax (064 08) 84-392  
Teletex 2627-6 408 915 = wtr  
Telex 17-6 408 915 wtr d

Ein  Unternehmen

Der nach DIN 4799 zu ermittelnde Kontaminationsgrad stellt bekanntermaßen die Relation zwischen der Luftkeimkonzentration im Schutzbereich (Meßraster in Bild 4) und der mittleren Luftkeimkonzentration im Raum dar, die unabhängig von der Luftführung ist. Für ein System mit idealer Verdrängungsströmung kann dieser den Wert 0 annehmen, wenn der gesamte Schutzbereich in der keimfreien Kernzone liegt. Für die ideale Mischlüftung ist er definitionsgemäß 1, weil an allen Stellen des Raumes die gleiche Luftkeimkonzentration herrscht, also auch im Schutzbereich.

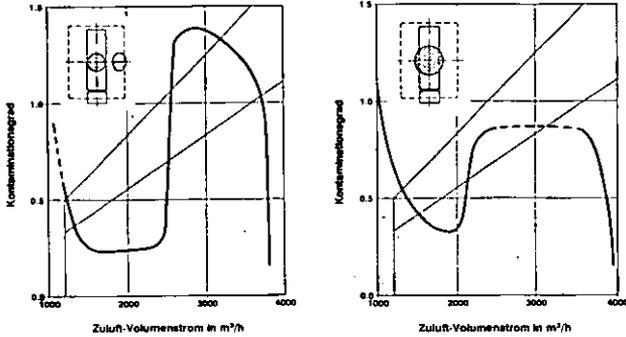


**Bild 7:** Kontaminationsgrad für ein OP-Zuluftsystem nach DIN 4799

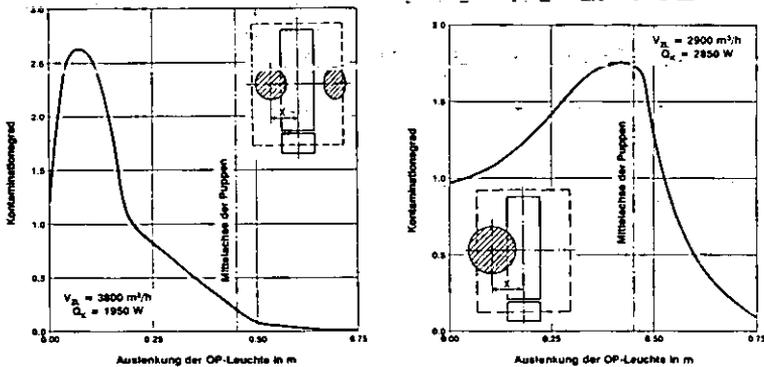
Bild 7 zeigt den nach DIN 4799 gemessenen Kontaminationsgrad für ein Zuluftsystem mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung und einer Ausbläfläche von 1.80 x 2.40 m. Dort sind weiterhin die Anforderungskurven nach DIN 1946 Teil 4 dünn eingezeichnet, die für die Ermittlung des Mindestzuluftvolumenstroms für normale und hochseptische OP-Räume benötigt werden. Der Verlauf des Kontaminationsgrades ist in dieser Darstellung für alle Luftführungssysteme mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung im Rahmen der zu erwartenden Meßgenauigkeit praktisch gleich. Er ist heute insbesondere für die namhaften Anbieter fabriksunabhängig und auch unabhängig von der Ausbildung der Luftausbläfläche, ob Lochblech, ein- oder doppelagliges Gewebe.

In Bild 8 ist in gleicher Darstellung der Kontaminationsgrad für eine abweichende OP-Leuchtenanordnung nach einer Untersuchung von ESDORN & MOORS [7] gezeigt, und zwar in Bild 8a für eine senkrecht über der Mitte des OP-Tisches angeordnete Leuchte mit einem Durchmesser von ca. 0.60 m. Man erkennt hier eine deutliche Veränderung des Kontaminationsgrades gegenüber Bild 7. Insbesondere im Bereich zwischen ca. 2.500 und 3.800 m<sup>3</sup>/h ergeben sich mit dieser Leuchtenanordnung am OP-Tisch noch ungünstigere lufthygienische Verhältnisse als bei einer reinen Mischlüftung. Bild 8b zeigt qualitativ ähnliche Verhältnisse für eine oberhalb der Mitte des OP-Tisches angeordnete große OP-Leuchte mit einem Durchmesser von ca. 1.00 m.

In **Bild 9** ist der Einfluß einer Positionsänderung der OP-Leuchten auf den Kontaminationsgrad dargestellt, und zwar in dem **Bild 9a** für eine kleine Leuchte mit ca. 0.60 m Durchmesser. Man erkennt an dieser Darstellung, daß die OP-Leuchte erst dann keinen Einfluß mehr auf den Kontaminationsgrad hat, wenn sie hinter den Puppen angeordnet wird, die das OP-Team darstellen. Qualitativ gleiche Ergebnisse zeigen sich in **Bild 9b** für eine große OP-Leuchte mit einem Durchmesser von ca. 1.00 m. Wegen des eigenen Durchmessers dieser Leuchte muß diese noch weiter hinter den OP-Puppen angeordnet werden, damit sie keinen Einfluß mehr auf den Kontaminationsgrad hat.



**Bild 8:** Einfluß der OP-Leuchtenanordnung auf den Kontaminationsgrad



**Bild 9:** Einfluß der OP-Leuchtenanordnung auf den Kontaminationsgrad

Die **Bilder 8 und 9** zeigen nicht nur, daß die in DIN 4799 gewählte OP-Leuchtenanordnung für Systeme mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung relativ günstig ist, sondern daß der Kontaminationsgrad erheblich von der jeweils gewählten Leuchten-

stellung abhängt, noch dazu in einer für den Anwender kaum übersehbaren Weise, so daß durchaus die Gefahr besteht, daß völlig unbeabsichtigt von den OP-Nutzern eine unter dem Gesichtspunkt der Lufthygiene denkbar ungünstige Anordnung der OP-Leuchten gewählt wird.

## Zusammenfassung

OP-Zuluftsysteme mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung werden in den letzten Jahren verstärkt eingesetzt, bedauerlicherweise zumeist mit einer unzureichend kleinen Auslaßfläche von nur 1.20 x 2.40 m. Die für diese Bedingungen veröffentlichten vorteilhaften lufthygienischen Verhältnisse gelten in der Praxis nur unter bestimmten Voraussetzungen, die den OP-Nutzern unbedingt bekannt sein und von diesen berücksichtigt werden müssen:

- Diese Zuluftsysteme funktionieren prinzipiell nur im Kühllastfall, keinesfalls im Heizfall.
- Die geringe horizontale Ausdehnung des Zuluftstrahles ermöglicht keinerlei Alternative in der Anordnung des Instrumententisches und der OP-Leuchten gegenüber den Meßbedingungen nach DIN 4799.
- Die Anordnung der OP-Leuchten oberhalb des OP-Tisches oder oberhalb des OP-Teams führt zu unvorhergesehenen gravierenden Verschlechterungen der lufthygienischen Situation im Schutzbereich, so daß dringend empfohlen werden muß, die OP-Leuchten nur hinter dem OP-Team anzuordnen.
- Vor allem in der Vergangenheit eingesetzte große OP-Leuchten mit einem Durchmesser von ca. 1.00 m sind für die Anwendung bei turbulenzarmer Verdrängungsströmung ungeeignet.
- Wirklich befriedigende lufthygienische Verhältnisse, die notwendige Flexibilität bei der Anordnung der Instrumententische und die verlässliche Abschirmung der Schutzbereiche gegen die Keimfreisetzung des OP-Teams sind nur mit deutlich größeren Deckenluftdurchlaßflächen von ca. 3.00 x 3.00 m und mit Zuluftvolumenströmen  $> 7.500 \text{ m}^3/\text{h}$  zu erzielen.

Vorliegende Keimzahlmessungen von BECK et al [8] zeigen daher, daß die günstigen lufthygienischen Verhältnisse für Systeme mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung und kleinem Deckenauslaßfeld, die im Labor im Vergleich zu anderen Luftführungsprinzipien festgestellt werden, nicht auf die Praxis im OP während der OP-Arbeit übertragen werden können.

## Literatur

- [1] F. MELENEY, J. G. WHITCOMB: The role of laminar airflow in hospitals, Cont. Contr. 10 (1971)
- [2] DIN 1948 Teil 4: Raumlufttechnik - Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern, Ausg. Dez. 1989
- [3] G. NEUHAUS: Laminariauftauslässe in Operationsräumen, HLH 10 (1989), Seite 529-31

- [4] H. BARTZ: Local laminar airflow units with temperature gradients, Swiss Cont. Contr. (1990), Seite 236-38
- [5] DIN 4799: Luftführungssysteme für Operationsräume - Prüfung, Ausg. Juni 1990
- [6] P. SCHMIDT: Möglichkeiten und Grenzen der Energieeinsparung bei der Klimatisierung von OP-Abteilungen, Tagungsband TK'92, Seite 70-78
- [7] H. ESDORN & W. MOORS: Abschlußbericht über die Untersuchung eines OP-Zulufffeldes mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung, TU-Berlin (1988) unveröffentlicht
- [8] E. G. BECK, F. TILKES, R. WARSINSKI, T. KRAMER: Vergleichsuntersuchung von drei implementierten Luftführungssystemen für Operationsräume während des OP-Betriebes und der OP-Pausen, Bericht des Hygiene-Institutes der Justus-Liebig-Universität, Gießen (1990) unveröffentlicht

## **Verfasser**

**Dr.-Ing. Peter Schmidt**  
**c/o WEISS KLIMATECHNIK GMBH**  
**35447 Reiskirchen 3**

## Auf was ist bei der Regelung von RLT-Anlagen zu achten?

S. Baumgarth

### 1 Einleitung

Klimaanlagen in Krankenhäusern sind sehr häufig Anlaß von Klagen. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um nicht ausreichend gewartete Anlagen, da die Wartungskosten nicht immer mit den Verbrauchskosten in Beziehung gesetzt werden. Ziel dieses Vortrags ist es daher, auf einige Punkte hinzuweisen, die unbedingt beachtet werden sollten. Dabei soll unterschieden werden zwischen Altanlagen, Sanierungsvorhaben und Neuanlagen.

### 2 Altanlagen

Im Bereich der Altanlagen sind oftmals eine Reihe von Fehlern anzutreffen, die auf der einen Seite zu erhöhten Betriebskosten und zum anderen zu einem fehlerhaften Betrieb der Anlage führen können. Nur einige Punkte sollen hier hervorgehoben werden. Im wesentlichen können die Fehler aber auch durch Vergleich mit den folgenden Kapiteln erkannt werden.

#### 2.1 Verbrauchskosten durch Betriebsfehler, Parameter und Zeiten

Zu den konstruktiven Mängeln würde eine falsche Hydraulik in den Wärmeübertragern zählen. Am Beispiel des Kühlers soll dies aufgezeigt werden:

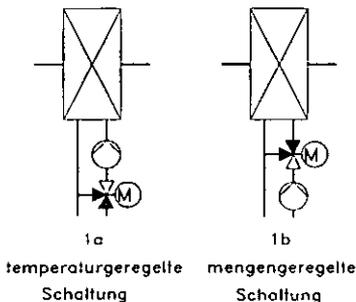
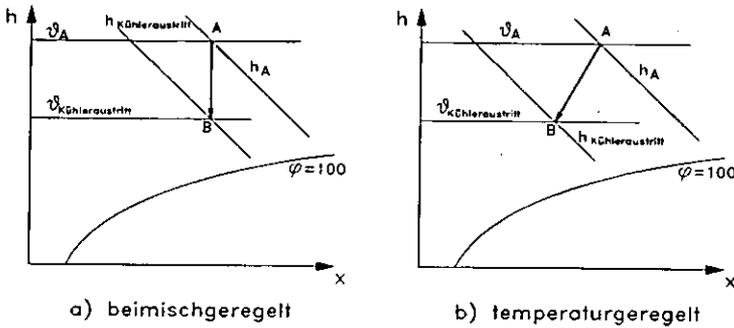


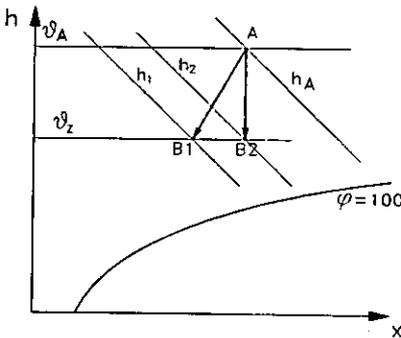
Bild 1: Hydraulische Ansteuerung eines Kühlers, a) temperaturgeregelt, b) mengengeregelt

Bekanntlich ist ein Unterschied, ob der Kühler in einer Lüftungsanlage nur zum Kühlen oder in einer Klimaanlage zum Kühlen und Entfeuchten eingesetzt wird. Im ersten Fall (Lüftungsanlage) muß ein hydraulischer Anschluß in der Form einer Temperaturveränderung gewählt werden (oftmals Beimischregelung genannt), während bei Einsatz des Kühlers als Entfeuchter hydraulisch eine Mengenregelung vorzusehen ist. Bild 1 zeigt jeweils einen Kühler mit temperaturgeregeltem (Bild 1a) und mit mengengeregeltem (Bild 1b) Anschluß.



**Bild 2:** Zustandsänderung der Luft nach Durchströmen eines Kühlers a) mit beimischgeregelter Hydraulik und b) mit mengengeregelter Hydraulik; A = Luft Eintrittszustand, B = Luft Austrittszustand

Der Unterschied liegt darin, daß beim mengengeregelten Kühler schon bei geringer Ventilöffnung am Kühlereintritt die Kaltwassertemperatur von ca. 6 °C ansteht, während beim temperaturgeregeltem Anschluß die Wassereintrittstemperatur in den Kühler nur geringfügig unter der Austrittstemperatur liegt, z.B. bei 19 °C. Dadurch wird bei der Mengenregelung von Anfang an Wasser ausgeschieden, so daß die Luft gekühlt und gleichzeitig entfeuchtet wird. Bei der Beimischregelung (temperaturgeregelte Schaltung) dagegen findet bei geringer Ventilöffnung nur eine Temperaturabnahme der Luft und keine Entfeuchtung statt. Der jeweilige Verlauf der Luftzustände im  $h,x$ -Diagramm ist im Bild 2 dargestellt. Bild 2a zeigt die Zustandsänderung bei der Beimischschaltung (temperaturgeregelt) und Bild 2b bei der mengengeregelten Schaltung.



**Bild 3:** Zustandsänderung der Luft von A nach B1 bei mengengeregelter und von A nach B2 bei beimischgeregelter Hydraulik eines Kühlers

In ihrer Wirkung erreicht man mit beiden Schaltungen den geforderten Luftzustandspunkt, aber die Betriebskosten sind sehr unterschiedlich. In Bild 3 ist der Verlauf der Luftzustände vom Außenluftzustand A zum Zuluftzustand B1 bei Mengenregelung und zum Zuluftzustand B2 bei Beimischregelung aufgezeigt, wenn in einer Lüftungsanlage eine Zulufttemperatur  $\vartheta_z$  gefordert ist. Die Enthalpie

pedifferenz  $h_1 - h_A$  ist ein Maß für die aufzubringende Kühlenergie. Im zweiten Fall ist die Kühlenergie  $h_2 - h_A$  wesentlich geringer, was sich entsprechend in den Jahresbetriebskosten niederschlägt.

Bei einer Anlage mit  $20.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , was einer Luftkanalgröße von etwa  $1 \text{ m}^2$  entspricht, bedeutet dies bei einem Unterschied von  $(\Delta h_2 - \Delta h_1) = \text{ca. } 5 \text{ kJ/kg}$  einen zusätzlichen Leistungsbedarf von  $34 \text{ kW}$ .

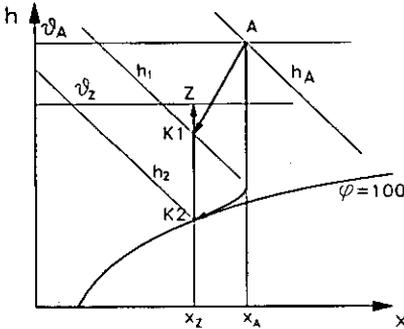


Bild 4: Zustandsänderung der Luft bei A-K1-Z mit mengengeregelter und bei A-K2-Z beimischgeregelter Hydraulik; geregelt nach Zuluftfeuchtegehalt  $x_Z$

Im Bild 4 ist der Fall aufgezeigt, wenn der Kühler in einer Klimaanlage zum Entfeuchten benötigt wird. Hier würde der Einsatz einer Beimischregelung zu überhöhten Jahresbetriebskosten führen. Um auf den Zuluftzustandspunkt Z mit Zulufttemperatur  $\vartheta_Z$  und Zuluftfeuchte  $x_Z$  zu kommen, muß bei der Mengenregelung bis auf den Kühleraustrittspunkt K1 entfeuchtet werden und anschließend bis zum Zuluftzustandspunkt Z nachgeheizt werden. Bei der Beimischregelung hingegen wird bis zum Kühleraustrittspunkt K2 ent-

feuchtet und dann bis zum Zuluftzustandspunkt Z nachgeheizt. Hier ist zum einen eine wesentlich höhere Kühlleistung erforderlich und zum anderen eine größere Nacherhitzerleistung. Damit wären bei einer Klimaanlage die Jahrebetriebskosten unnötig hoch, wenn der Kühler in Beimischregelung betrieben wird.

Ob in einer Anlage eine Beimisch- oder eine Mengenregelung eingebaut ist, läßt sich sehr leicht daran erkennen, ob zwischen Regelventil und Kühler eine zusätzliche Pumpe angeordnet ist (Beimischregelung).

Ein anderer Punkt ist die Sequenzeinstellung von Kühler und Erhitzer. In älteren Anlagen mit Reglern mit Dreipunktausgang wurden die Stellmötore am Kühler- und Erhitzerventil über Endlagenschalter angesteuert. Dadurch konnte das Reglersignal "kälter" erst dann auf den Antrieb des Kühlerventils wirken, wenn der Erhitzer geschlossen war und umgekehrt. Mit Einführung der Regler mit mehreren stetigen Ausgängen kann es bei falscher Einstellung der Sequenz jedoch dazu kommen, daß Kühler und Erhitzer im Teillastbereich gleichzeitig geöffnet sind. Bild 5b zeigt die richtige Einstellung eines Reglers, wenn die Ventile z. B. in

einem Spannungsbereich von 10 bis 15 V arbeiten. Bild 5c dagegen zeigt einen teilweise überlappenden Betrieb von Kühler und Erhitzer.

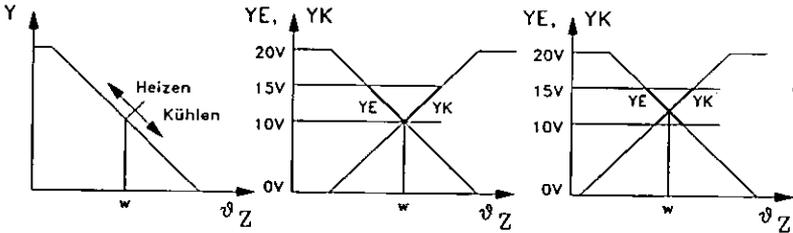


Bild 5: Sequenzsteuerung eines Reglers mit einem stetigen Ausgang, eines Reglers mit zwei stetigen Ausgängen (Ventile zwischen 10 und 15 Volt angesteuert) und eines Reglers mit falscher Einstellung der Sequenzen

Bei der Feuchteregelung kann es bei Altanlagen auch zu beträchtlich überhöhten Jahresbetriebskosten kommen. Wenn z. B. bei der Feuchteregelung statt mit exaktem Festwert (50 % rel. Feuchte) die Strategie so eingestellt wird, daß nur dann entfeuchtet wird, wenn die Raumfeuchte über einen Maximalwert (z. B. 60 % r.F.) ansteigt bzw. nur dann befeuchtet wird, wenn ein Minimalwert (z. B. 40 % r.F.) unterschritten wird, so lassen sich bis zu 20 % der Jahresbetriebskosten einsparen. Natürlich ist dies nur möglich, wenn nicht mit Wäscher- ausstrittstemperatur-Regelung (früher als Taupunktregelung bezeichnet), sondern mit absoluter Feuchteregelung gefahren wird. Bild 6 zeigt eine entsprechende Regelungsstrategie für eine Anlage mit Dampfbefeuchter.

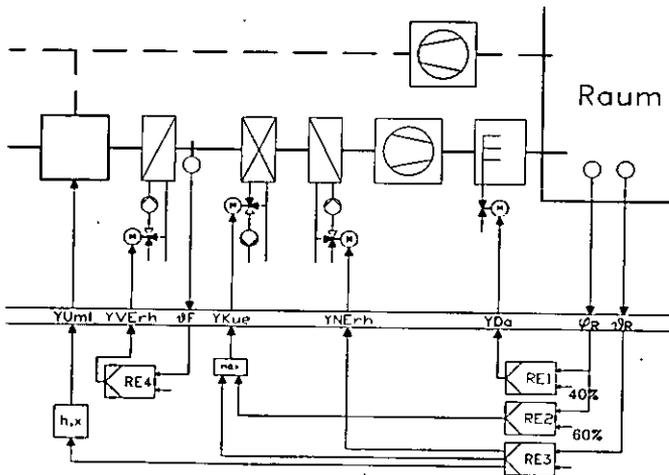


Bild 6: Klimaanlage mit Dampfbefeuchtung und ohne Raumfeuchteregelung bei  $40\% < \varphi_R < 60\%$

Diese Art der Feuchterege­lung ist heute bereits weit verbreitet, da der Mensch sowieso nicht so empfindlich auf leichte Schwankungen der rel. Feuchte um 50 % reagiert und zum anderen die Meßgenauigkeit der Feuchtefühler doch noch sehr zu wünschen übrig läßt. Meßgenauigkeiten von 5 % sind nicht selten.

Auf falsch eingestellte Zeitschaltuhren soll hier nur global verwiesen werden.

## **2.2 Verbrauchskosten durch Verschmutzung**

Die Verschmutzung von Anlagen stellt ein großes Problem dar. Während bei Kraftfahrzeugen eine regelmäßige Inspektion mit Austausch von Filtern etc. zur Selbstverständlichkeit geworden ist, wird die Wartung von Klimaanlage­en häufig sträflichst vernachlässigt! Nicht nur, daß es zu gesundheitsgefährdender Keimbildung kommen kann, die sich dann über das gesamte Gebäude ausbreiten kann, sondern es gehen auch die Betriebskosten in die Höhe.

Bei verschmutzten Filtern und Wärmeübertragern bedeutet dies zusätzliche Kosten von ca. 1000 DM/a, wenn die oben zitierte Anlage von 20.000 m<sup>3</sup>/h nur eine Druckzunahme von 100 Pa zu verarbeiten hat.

## **3 Sanierung**

Die oben beschriebene Feuchterege­lung nur außerhalb eines Feuchtebereiches läßt sich auch in Altanlagen durch Erweiterung um einen zusätzlichen Regler in konventioneller Technik durchführen.

Sollten Regelanlagen jedoch ersetzt werden, so ist aus heutiger Sicht der Einsatz von DDC-Technik fast selbstverständlich geworden. Mit zunehmender Nutzung dieser Technik werden die Vorteile erst ersichtlich, die aus einer allerdings unvollständigen Aufzählung einiger Punkte ersichtlich werden.

Mit Hilfe der DDC-Technik lassen sich sehr kostengünstige Regelungsstrategien verwirklichen, da die Rechner­technik ausgenutzt werden kann.

Dazu zählen z. B.

die h,x-geführte Regelung. Hierbei handelt es sich um eine energetisch richtige Einbindung der Umluftklappenansteuerung oder der Enthalprierückgewinnung bei Klimaanlage mit Dampfbefeuchtung (mit eingetragen in Bild 6). Diese Regelungsstrategie ist mit Analogtechnik überhaupt nicht möglich.

Die Einbindung eines sog. Emax-Programms. Dieses wäre bereits auf der Ebene der DDC möglich. Das bedeutet das kurzzeitige mögliche Abschalten von Anlagenteilen, um bei elektrischen Lastspitzen nicht die Grundkosten der elektrischen Energie unnötig in die Höhe zu treiben.

Lastabhängiges Steuern und Regeln der Energiezentrale durch die Erfassung von tatsächlichem Bedarf an Energie in den einzelnen Unterzentralen.

Das Einbeziehen einer sog. historischen Datenbank. Damit läßt sich feststellen, ob Anlagenteile wie Erhitzer oder Kühler zu groß ausgelegt sind, indem am Jahresende in den extremen Lastpunkten die Öffnung der jeweiligen Ventile überprüft wird.

Letzterer Punkt läßt sich insbesondere bei Einführung einer zentralen Leittechnik (Gebäudeautomation) integrieren. Hier ist als besonderer Vorteil die Fernüberwachung der einzelnen Anlagenteile zu erwähnen. Ein Pumpenausfall wird z. B. direkt in der Zentrale gemeldet. Das geht so weit, daß über die historische Datenbank das Einschwingverhalten bei Laständerungen im Bereich geringen Energieverbrauchs und im Bereich hohen Energieverbrauchs beobachtet werden kann. Ist im einen Fall der Regelkreis stabil, im anderen jedoch instabil, so kann sofort gefolgert werden, daß eine falsche Ventilautorität vorliegt, d. h. es ist ein Ventil mit falschem  $k_{vs}$ -Wert eingesetzt worden.

Diese Dinge setzen im allgemeinen aber einen sehr hohen Kenntnisstand des Personals voraus. Zwar wird die DDC-Technik und die Gebäudeleittechnik immer anwenderfreundlicher. Es muß heute ein DDC-System nicht mehr mit komplexer Programmiersprache programmiert werden. Im Rahmen der CAE-Technik liegen hier bereits sehr einfache Programmeingabemöglichkeiten vor. Auch die zentrale Leittechnik ist bei einigen Herstellern relativ schnell erlernbar und anwendbar und nicht mehr auf komplexen Maschinen installiert, sondern bereits auf PC-Basis. Die Installation einer solchen Anlage ist aber nur dann sinnvoll, wenn die Auswertung und Schlußfolgerung aus den Ergebnissen durch geschultes Personal möglich ist. Sonst wäre es nur eine teure "Spielerei" für den Hausmeister!

# MAQUET

Stierlen-MAQUET AG · Produktbereich MAQUET · Postfach 2162 · 76411 Rastatt · Tel. (07222) 932-0 · Telefax (07222) 932-648

OP-Tisch-System 1120 und  
OP-Tisch-System 1140

● weltweit erfolgreich

Mobile OP-Tische

● jetzt auch mit  
Infrarot-Fernbedienung

Patienten-Umbetteinrichtungen

Untersuchungsstühle

Medizintechnische Einbauten

Medizintechnisches Mobiliar

VARIOP - OP-Bausystem

Klimatechnik

An dieser Stelle soll aber auf einen wichtigen Aspekt hingewiesen werden, der einen Einsatz der Gebäudeleittechnik unbedingt rechtfertigt. Wenn nämlich der Betrieb der Anlage mit Überwachung und Wartung einem Betreiber übergeben wird, der z. B. per Modem an das zentrale Leitsystem angeschlossen ist. Hier sollte davon ausgegangen werden, daß geschultes Personal auch die richtigen Rückschlüsse aus den erhaltenen Daten ziehen wird. Über die historische Datenbank lassen sich Schwachstellen in der Jahresbetriebskostenerstellung aufzeigen.

#### 4 Neubauplanung mit Energieoptimierung

Wird eine Anlage oder ein Gebäude neu geplant, so sollten energetisch optimale Lösungen integriert werden. Dazu zählen heute Klimaanlage mit VVS-Betrieb, wobei es darauf ankommt, möglichst wenig Luft zu transportieren, da das einen entscheidenden Kostenfaktor (ca. 40 bis 50 % der Jahrebetriebskosten) darstellt. Wenn möglich sollte die Energie (Heiz- oder Kühlenergie) über Wasser als Transportmittel den Räumen zugeführt werden. Das ist wesentlich kostengünstiger. Um eine hydraulische Entkopplung der Einzelanlagen zu gewährleisten, sollte unbedingt der druckarme Verteiler (= hydraulische Weiche) eingesetzt werden.

Es sollte des weiteren stets nur so viel an Energie vor Ort zur Verfügung gestellt werden, wie auch tatsächlich benötigt wird. Das bedeutet aber auch den Einsatz von Einzelraumreglern mit Busankopplung an das zentrale DDC-System, um die Daten aus den Einzelräumen in der Zentrale zur Verfügung zu haben.

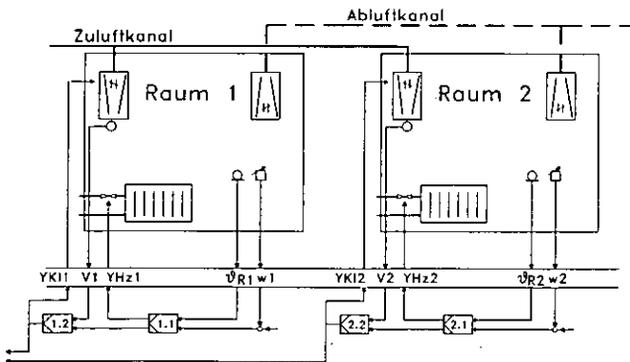
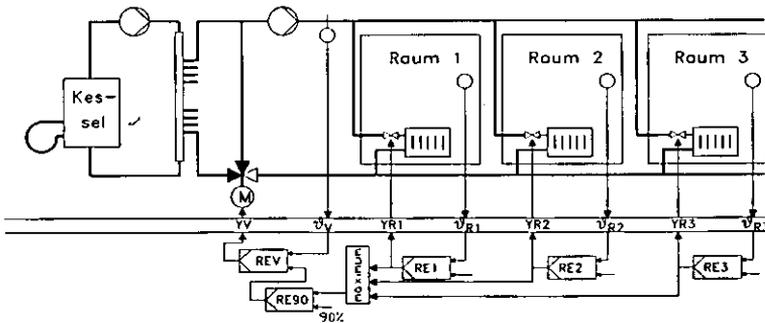


Bild 7. Einzelraumregelung mit statischen Heizflächen und Kühlung über Klimaanlage

Am Beispiel einer Einzelraumregelung über Kühlung durch eine Lüftungsanlage und Heizung über statische Heizkörper soll eine optimale Regelungsstrategie vorgestellt werden.

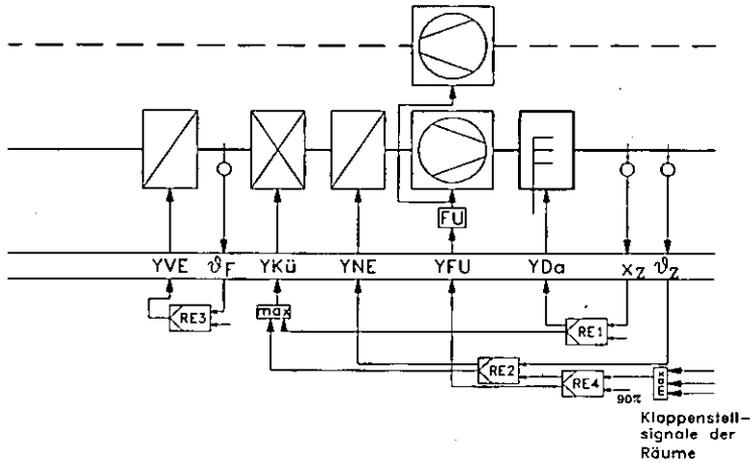
In die Einzelraumregelung auf DDC-Basis ist die Einbindung eines Fensterkontakts, eines Anwesenheitsfühlers, eines Einzelraumzeitschaltprogramms etc. möglich. Das bedeutet, daß unterschiedliche Betriebsarten definiert werden können, z. B. Komfortbetrieb (bei Raumbelegung) mit individueller Sollwertverschiebung um  $\pm 3$  K, Bereitschaftsbetrieb (bei Abwesenheit am Tage) und Nachtbetrieb. Im Kantinenbereich oder Frühstücksraum kann zeitabhängig von Bereitschaft auf Komfortbetrieb umgeschaltet werden, Im Krankenzimmer kann nach Anwesenheit umgeschaltet werden usw.

Entscheidend ist aber, daß der Energiebedarf der einzelnen Räume über den Datenbus in die zentrale DDC-Station gemeldet werden. Aus der Ventilstellung der einzelnen Räume kann auf die Bereitstellung der einzelnen Energien, z. B. der Vorlauftemperatur der Heizung geschlossen werden (Bild 8). Wenn das Heizkörperventil des Raumes mit maximaler Heizenergieanforderung nur 60% geöffnet hat (die anderen Ventile sind noch weiter geschlossen), so kann die Vorlauftemperatur abgesenkt werden. Die Vorlauftemperatur sollte so weit abgesenkt werden, daß ein Heizkörperventil maximal 90% geöffnet ist. So kann in der Zentrale auch erkannt werden, falls noch mehr Energie benötigt wird.



**Bild 8:** Ermittlung der optimalen Vorlauftemperatur aus den Ventilstellungen der Einzelräume heraus

Das gleiche Prinzip läßt sich auch auf die Klappen der Luftauslässe in den einzelnen Räumen anwenden. Wenn mehr Kälte angefordert wird, so bedeutet dies eine Erhöhung des Volumenstroms in den Raum. Die Klappe im Zuluftkanal muß weiter öffnen. In der Zentrale wird dies registriert, indem zunächst der Sollwert der Kanaltemperatur abgesenkt wird. Ist der Minimalwert erreicht, so wird in Sequenz der Volumenstrom über den Frequenzumrichter erhöht. Bild 9 zeigt einen Teil der Anlage mit entsprechender Regelungsstrategie.



**Bild 9:** Ermittlung der Kanaltemperatur und des Volumenstroms aus den Kloppenstellungen der Einzelräume heraus

Diese Technik setzt aber eine sehr saubere Planung voraus, d. h. daß die Regelventile sorgfältigst ausgelegt sein müssen. Bei zu stark entarteten Ventilen läßt sich das Verfahren nicht anwenden, da diese z. B. nur in den ersten 20% des Ventilhubes den Energiestrom verändern. Ein in einem Raum zu klein ausgelegter Heizkörper würde ebenfalls zu viel zu hohen Vorlauftemperaturen führen. Das DDC-System muß außerdem die Möglichkeit besitzen, den ausgewählten maximalen Ventilhub nur verzögert weiterzugeben, indem der Wert  $V_{max}$  zunächst durch ein P-T<sub>1</sub>-Glied läuft, bevor er dem 90%-Regler zugeführt wird. Damit wird verhindert, daß jede kleine Raumtemperaturschwankung sofort auf die Zentrale übertragen wird und somit das Gesamtsystem instabil macht.

Die Versorgung der Unterverteilungen kann über das gleiche Prinzip auf die Versorgungspumpe angewandt werden, indem die Drehzahl der Pumpe so lange verändert wird, bis die maximale Ventilstellung der einzelnen Vorlauftemperatur-Regelkreise auf 90% eingefahren ist.

Dies ist Regelungsstrategie der Zukunft, an der auch Anlagensanierung sich orientieren sollte.

## 5 Zusammenfassung

Es wurden Fehlermöglichkeiten in Altanlagen aufgezeigt, die relativ leicht zu beobachten und zu beheben sind. Als Beispiel wurden die hydraulischen Schaltungen, die Sequenzansteuerung und die Verschmutzung von Anlagen ausgewählt.

Bei der Einführung der DDC-Technik und Gebäudeleittechnik wurde auf einige Möglichkeiten verwiesen, die diese Technik bietet, aber auch auf die Problematik, daß geschultes Personal oder Fremdüberwachung der Anlagen erforderlich ist.

In einem weiteren Abschnitt sind die heutigen Möglichkeiten der Einzelraumregelung mit optimaler Bereitstellung der Energie in der Zentrale aufgezeigt. Aber auch hier ist eine sehr saubere Planung der Anlagen Grundvoraussetzung.

## 6 Literatur

- 1 Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik:  
Handbuch der Klimatechnik, Bd. 2, C.F. Müller - Verlag, 2. Aufl. (1988)
- 2 Arbeitskreis der Dozenten für Regelungstechnik:  
Digitale Regelung und Steuerung in der Versorgungstechnik;  
Springer-Verlag, 1993
- 3 S. Baumgarth: DDC-Regelungen in der Raumlufttechnik,  
VDI-Bericht 569, VDI-Verlag, Düsseldorf 1985
- 4 S. Baumgarth: Wirtschaftlicher durch Regelung Raumlufttechn. Anlagen,  
16. Kongreßbericht, HOSPITECH 88, Hannover, Sept. 1988
- 5 S. Baumgarth: CAE für DDC-Systeme, Programmierung ohne Kenntnis der  
Programmiersprache, Krankenhaustechnik, 15. Jahrgang, August 1989
- 6 S. Baumgarth: Strategien zur energieoptimalen Heizungsregelung,  
HLH Bd. 42, Mai 1991, 315 - 318
- 7 S. Baumgarth: Regelungsstrategien für Heizungs- und Klimaanlageanlagen mit  
DDC-Technik bei Einzelraumregelungen , HLH Bd. 43, Januar 1992, 20 - 23

Prof. Dr.-Ing. Siegfried Baumgarth,  
IVP Institut für Verbrennungstechnik und Prozeßautomation,  
Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel,  
Salzdahlumer Str. 46-48, 38302 Wolfenbüttel,  
Tel.: 05331-301252, Fax: 05331-301268  
privat: Homburgstr. 31,  
38116 Braunschweig, Tel.: 0531-578955

# Hygienetechnik

## Praktische Erkenntnisse aus der Hygieneüberwachung von technischen Anlagen und Geräten

Undine Soltau

### Hygieneüberwachung als qualitätssichernde Maßnahme

Die Hygieneüberwachung technischer Anlagen und Geräte ist ein notwendiger und in vielen Gesundheitseinrichtungen langjährig etablierter Prozeß, der jedoch in stärkerem Maße als bisher in übergreifende Konzeptionen und Modelle zur Sicherung der Qualität der gesundheitlichen Versorgung integriert werden sollte.

Die Begriffe Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement gewinnen auch im deutschen Gesundheitswesen zunehmend an Bedeutung, nachdem in den USA, Japan und anderen europäischen Ländern bereits umfangreiche Erfahrungen auf diesem Gebiet vorliegen. Das 1989 in Kraft getretene Gesundheitsreformgesetz schreibt im Sozialgesetzbuch V vor, daß eine bedarfsgerechte, die neuesten Erkenntnisse einbeziehende Patientenversorgung durch qualitätssichernde Maßnahmen zu stützen sei. Diese Maßnahmen sollen sich sowohl im ambulanten als auch im stationären Bereich auf die Qualität der Behandlung, der Versorgungsabläufe und der Behandlungsergebnisse erstrecken und "vergleichende Prüfungen" ermöglichen. Auch wenn sich das Gesetz und die 1992 von Verbänden, Körperschaften und Interessengemeinschaften verabschiedeten Rahmenempfehlungen /1/ zu dessen Umsetzung vor allem auf die externe Qualitätssicherung beziehen, unterstreichen nationale und internationale Erkenntnisse die vorrangige Bedeutung interner Maßnahmen. Das Interesse gilt zunehmend Modellen, die nicht die Kontrolle, sondern die Verbesserung der Qualität im Vordergrund sehen.

Krankenhaushygiene praktiziert -wenn auch in unterschiedlichem Maße- sowohl interne als auch externe Qualitätskontrolle. Ansätze für ein Qualitätsmanagement sind erkennbar, systematische Vorgehensweisen analog denen der Industrie -verwiesen sei auf die Normenreihe DIN ISO 9000 ff- wünschenswert /2/.

Die Notwendigkeit, Anforderungen der Hygiene in den interdisziplinären Prozeß der Qualitätssicherung zu integrieren, ist zweifellos gegeben: Nosokomiale, d.h. im Krankenhaus erworbene Infektionen zählen zu den häufigsten und nicht selten schwerwiegendsten Komplikationen im medizinischen Betreuungsprozeß. Alleine in der Bundesrepublik Deutschland erkranken nach Angaben des Bundesgesundheitsamtes ca. 1 Million Patienten jährlich an Hospitalinfektionen und für ca. 40 Tausend Menschen sind sie Todesursache oder ein zum Tode beitragender Befund. Ca. ein Drittel der Arzneimittelkosten eines Krankenhauses entfallen auf antimikrobielle Chemotherapeutika, werden also zur Verhütung und Bekämpfung dieser Infektionen aufgewendet. Zusätzliche Beschwerden für den Patienten, Verlängerung des Krankenhausaufenthaltes, Arbeitsausfall und andere Faktoren kommen hinzu.

Der anzustrebenden Verfahrensweg bei der Umsetzung qualitätssichernder Maßnahmen entspricht einem Regelprozeß.

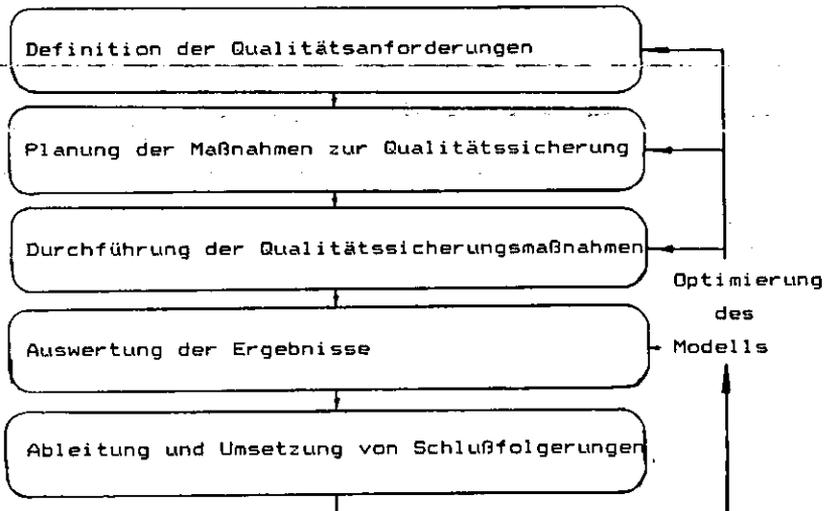


Abbildung 1: Sicherung der Qualität

Hygienische Qualitätsanforderungen sind in Gesetzen (z.B. Bundesseuchengesetz, Unfallverhütungsvorschriften), Normen und insbesondere in den Richtlinien des Bundesgesundheitsamtes für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention benannt. Interne Krankenhauskontrollen in Anlehnung an die BGA-Richtlinien berücksichtigen 9 der 11 alten Bundesländer in ihren Krankenhaus- bzw. Gesundheitsdienstgesetzen. Berlin, Nordrhein-Westfalen und Bremen haben bereits Hygieneverordnungen erlassen.

Die Planung der Maßnahmen wird dadurch erschwert, daß es angesichts des hochtechnisierten medizinischen Prozesse immer schwieriger wird, zweckmäßigen und unzweckmäßigen Überwachungsaufwand zu unterscheiden, die Ergebnisse wirkungsvoll auszuwerten und schließlich auch umzusetzen.

Erstrebenswert ist eine systematische Infektionskontrolle unter Berücksichtigung von Erreger- und Resistenzspektren sowie antimikrobiellem Chemotherapieregime. Darüber hinaus sind hygienisch-mikrobiologische Prüfungen von Medizin- und Krankenhaus-technik erforderlich.

#### Hygienisch-mikrobiologische Prüfungen

##### Desinfektions- und Sterilisationsgeräte

Unstrittig zählt hierzu die Überwachung der einwandfreien Funktion von Desinfektions- und Sterilisationsgeräten. Bei Auswaschen eines biologischen Testobjekte erfolgen Beanstandung, Sperrung und Wartung des Gerätes sowie eine oder mehrere Wiederholungsprüfungen. Im Universitätsklinikum Charite sind jährlich mehr als 230 Sterilisatoren, ca. 80 Steckbeckenspüler, eine zunehmende Anzahl von Desinfektions- und Reinigungsautomaten sowie Bettendesinfektionsanlagen zu prüfen. Abgesehen von der Tatsache, daß mehr Heißluft- als Dampfsterilisatoren vorhanden sind, decken sich die Ergebnisse weitgehend mit den von Junghannß /3/ und Rehork /4/ veröffentlichten. Diese Autoren empfehlen für Desinfektionsgeräte eine mindestens halbjährliche hygienisch-mikrobiologische Prüfung. Die Notwendigkeit dieser Maßnahmen wird u.a. durch Literaturstellen belegt, welche die Häufung von Septikämien /6/ und anderen nosokomialen Infektionen mit *Pseudomonas aeruginosa* /6,7,8/, *Mycobact.chelonae* /7/ und Enterobacterien /5/ auf Endoskop- und sonstige Desinfektionsmaschinen zurückführen.

# Hygienisch - mikrobiologische Prüfung

von

- Sterilisationsgeräten
- Reinigungs -u. Desinfektionsautomaten
- Bettendesinfektionskammern
- Bettgestellwaschanlagen
- Steckbeckenspülern

## Sterilisationsgeräte

Hygienisch-mikrobiologische Prüfung nach BGA-Richtlinie, DIN 58 946, DIN 58947 und DIN 58948

- o Prüfung nach Erstaufstellung bzw. Umsetzung
- o Periodische Prüfung
  - Dampfsterilisatoren: nach 400 Chargen / vierteljährlich
  - Heißluftsterilisatoren: nach 400 Chargen / halbjährlich
  - Gassterilisatoren: nach 200 Chargen / halbjährlich
- o Außerordentliche Prüfung nach Reparaturen an Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen sowie bei Verdacht auf Unregelmäßigkeiten

## Desinfektionsgeräte und -anlagen

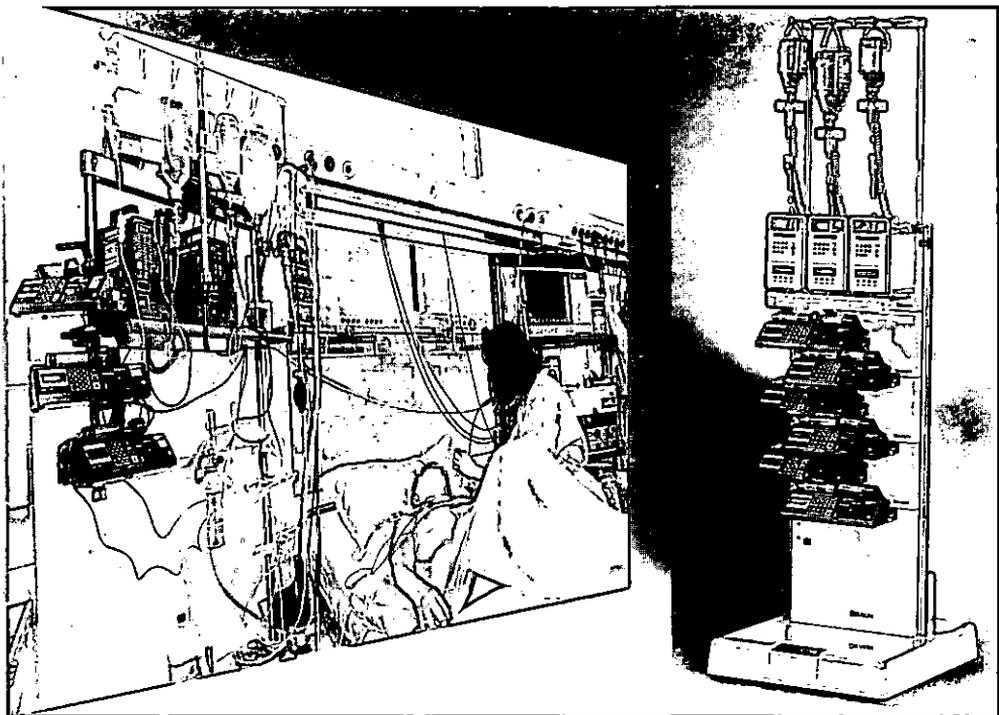
Hygienisch-mikrobiologische und physikalische Prüfung nach BGA-Richtlinie, DIN 58 949 VBG 102, VBG 103, Empfehlungen der DGHM und dem aktuellen Stand von Wissensch.u.Technik

- o Prüfung nach Erstaufstellung bzw. Umsetzung
- o Periodische Prüfung
  - Abfalldesinfektionsanlagen vierteljährlich
  - Tischdesinfektoren- u. Reinigungsautomaten jährlich
  - Bettgeschleifendesinfektionsanlagen jährlich
  - andere Desinfektionsanlagen jährlich
- o Außerordentliche Prüfung nach Reparaturen an Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen sowie bei Verdacht auf Unregelmäßigkeiten

Abbildung 2

# fluid manager system

Flexibles Ordnungs- und Kommunikationssystem für die Infusionstherapie



- flexibel konfigurierbar
- erhöht Ordnung und Sicherheit
- reduziert Anschlußleitungen
- eröffnet Kommunikationsmöglichkeiten mit zentralen Rechnern

## BRAUN

Sparte Medizintechnik

B. Braun Melsungen AG  
Postfach 120  
D-34209 Melsungen

Tel (05661) 71-0  
Fax (05661) 71-3798

## Medizinprodukte

Auch Endoskope, Inhalations- und Beatmungsgeräte, Dialysemaschinen u.a. Medizinprodukte sollten entsprechend den Empfehlungen von Bundesgesundheitsamt, wissenschaftlichen Gesellschaften und Expertengruppen, die den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik repräsentieren, hygienisch-mikrobiologisch überwacht werden. Die vor einem halben Jahr veröffentlichten "Anforderungen der Hygiene an die Aufbereitung von Medizinprodukten" (Anlage zu Ziffer 7 der BGA-Richtlinie) /9/ verpflichten zur Anwendung validierter Verfahren und zur Untersuchung von Stichproben. Da die für ein Validierungsverfahren erforderlichen einheitlichen Produktchargen in der Regel nicht zur Verfügung stehen, wird auf Prüfmodelle und repräsentative Produkttypen verwiesen. Insbesondere die Prüfung auf Brauchbarkeit, die eine hygienische und technisch-funktionelle Sicherheitsprüfung einschließen soll, dürfte bei der praktischen Umsetzung der Richtlinie Probleme bereiten.

Der von Prof. Steuer und Prof. Werner initiierte Arbeitskreis Endoskopie der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene empfiehlt die halbjährliche Überprüfung der Effizienz der Endoskop-aufbereitung und präzisiert Forderungen an Endoskope und Endoskopwaschmaschinen /10, 11/. Die Umsetzung der umfangreichen Hygienemaßnahmen in der Endoskopie wird in der Praxis nicht selten durch räumliche und gerätetechnische Unzulänglichkeiten, hohe Patientenzahlen und einen zu kleinen Gerätepark erschwert. Die häufigsten Beanstandungen bei der Aufbereitung flexibler Endoskope sind unseren Erfahrungen zufolge nicht auf die häufig in der Literatur geante falsche Desinfektionsmittelauswahl, sondern auf Spülung mit kontaminiertem Wasser aus Wassersprühpistolen und unzureichende Trocknung der Instrumentierkanäle zurückzuführen. Auch wenn diese Überwachungsmaßnahmen aufwendig sind - in unserem Klinikum wird z.B. an 18 Standorten endoskopiert - ist hier die Zweckmäßigkeit gegeben. Die Ergebnisse waren für uns Anlaß, auch Wassersprühpistolen in Operations- und Intensivtherapieabteilungen regelmäßig mikrobiologisch zu überwachen. Periodische Qualitätskontrollen, deren Ergebnisse in den Abteilungen ausgewertet werden, sind nicht zuletzt angesichts der umfangreichen Literatur über Infektionen nach Endoskopie und in Anbetracht der zunehmenden Bedeutung von Laserchirurgie und minimal invasiver Chirurgie indiziert.

## Hygienisch - mikrobiologische Prüfung von Krankenhaustechnik

Raumluftechnische Anlagen  
und versorgte

- keimarme Arbeitsräume
- Sicherheitslabore (ab L III)

Sicherheitswerkbänke

Sterile Werkbänke

Trinkwasser (Warmwasserbereitung)

Notwasserbrunnen

Sekundäre Wasseraufbereitung

Bewegungsbecken

Saunatauchbecken

Gasversorgungsanlagen

(Containerwaschanlagen)

(Geschirrspülwaschmaschinen)

## Hygienisch - mikrobiologische Prüfung von Medizinprodukten

Dialysemaschinen

Endoskope

Laserchirurgiegeräte

Instrumentarium für Minimal Invasive Chirurgie  
Wassersprühpistolen

} einschl. Instrumentarium

Inhalationsgeräte

Beatmungs- u. Narkosegeräte

Sauerstoffinsufflationsgeräte

Ultraschall

Hydrotherapiegeräte

Abbildung 4

Abbildung 3

In welchem Umfang bzw. Turnus Beatmungstherapie, Atemgaskonditionierung, Inhalation, Sauerstoffinsufflation sowie spezielle Methoden der Lungenfunktionsdiagnostik einer hygienisch-mikrobiologischen Überwachung unterzogen werden, ist u.a. in Abhängigkeit von der vorhandenen Gerätetechnik abzuschätzen. Atemwegsinfektionen gehören aufgrund ihrer Häufigkeit, ihrer hohen Letalität und der besonders hohen Kosten zu den wichtigsten nosokomialen Infektionen. Auch ist die Bedeutung der o.g. Technik als Überträger von Infektionserregern durch zahlreiche Veröffentlichungen belegt. Besorgniserregende Techniken und Untersuchungsergebnisse liegen insbesondere aus Rauminhalatorien vor /12,13/.

Unsere systematischen hygienisch-mikrobiologischen Kontrollen beziehen auch Geräte zur Unterwasserdruckstrahlmassage ein /14/. Nach jeder Behandlung verbleibt bei den im Umwälzverfahren arbeitenden Geräten Badewasser im Pumpenaggregat und nur regelmäßige Desinfektions- und Entkalkungsmaßnahmen verhindern die permanente Kontamination des frischen Badewassers während der Massage. Problemkeime sind insbesondere *Pseudomonas aeruginosa* und Legionellen. Ähnliche Probleme und auch Infektionen werden von Zöller et al. /15/ bei Nierenlithotriptern der ersten Generation beschrieben, bei denen hydrodynamische Stoßwellen außerhalb des Körpers mit Hilfe eines Kondensators erzeugt und über eine Koppelflüssigkeit auf den Patienten übertragen werden. Empfohlen wird in diesem Fall eine permanente Chlorung des Wannenwassers.

#### Krankenhaustechnik

Neben der regelmäßigen hygienischen Überwachung von Badewasser (Bewegungs-, Therapie- und Saunatauchbecken), sind auch Warmwasserbereitung (Legionellen!), Notwasserbrunnen und sekundäre Wasseraufbereitung zu berücksichtigen. Die Herauslösung chemischer Substanzen durch Destillation, Ionenaustausch oder Reversosmose wird fälschlicherweise von manchen Anwendern einer Entkeimung gleichgesetzt. Das Aufbereitungsverfahren, die Bevorratung in Tanks, die Verteilung über Zirkulationssysteme oder Stichleitungen können jedoch zu einer erheblichen Beeinträchtigung der mikrobiologischen Wasserqualität führen. Für Atemgasanfeuchtung und Blasenspülungen ist ausschließlich steriles Aqua zu verwenden. Sekundär aufbereitetes Wasser für die Spüllösungsbe-

reinigung der Dialyse, die Spülung desinfizierten Instrumentariums vor der Gassterilisation und das Betreiben von Desinfektions- und Reinigungsautomaten sollte regelmäßig auf seine hygienische Beschaffenheit hin untersucht werden.

Die Prüfung raumluftechnischer Anlagen nach DIN 1946 Teil 4 ist für die meisten Krankenhäuser fester Bestandteil der Qualitätssicherung. Sicherheitswerkbänke, Zytostatikaboxen und sterile Werkbänke sollten ebenfalls nach Erstaufstellung, Ortswechsel, Filterwechsel und jährlich überprüft werden.

Unter den medizinischen Gasen sind insbesondere Kohlendioxid und Druckluft von hygienischem Interesse. Bei der Verwendung von CO<sub>2</sub> für invasive medizinische Eingriffe (z.B. Laparoskopie, Laserchirurgie) empfiehlt sich in jedem Fall der Einsatz von Bakterienfiltern. Die Prüfung von CO<sub>2</sub> auf Reinheit nach DAB, Europäischem Arzneibuch und Pharmacopeia Nordica schreibt keine mikrobiologische Untersuchung vor, so daß sich die Deklaration als Reinstgas in der Regel nicht auf die mikrobiologische sondern ausschließlich die chemische Reinheit bezieht. Die in eigenen Untersuchungen nachgewiesenen partikulären Verunreinigungen waren in Reinstgas ebenso hoch wie in technischem Gas. Neu auf dem Markt ist das Angebot von medizinischem Kohlendioxid mit BGA-Zulassung. Filter sind in der Regel auch nach hauseigenen Druckluftherzeugeranlagen installiert, durch weit verzweigte Versorgungsnetze und insbesondere die Möglichkeit der Kondenswasserbildung kann es aber dennoch zu mikrobiologischen Kontaminationen kommen. Bjerring wies beispielsweise aus Öl-Wasser-Emulsionen in Behältern medizinischer Gase *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus albus* u.a. Keime nach /17/. Wir führen stichprobenartige Untersuchungen durch und wiesen in Druckluft selten Mikroorganismen und nur extrem niedrige Partikelkonzentrationen nach.

Vermeidbare Infektionen, deren Anteil auf ca. 30% bis 40% geschätzt wird, sind vorwiegend exogener Natur und durch expositionelle Faktoren bedingt. Die Überwachung dieser Faktoren bildet die Grundlage für präventive Strategien mit dem Ziel, Infektionsmorbidity, -mortalität und Krankenhauskosten zu senken. Im Infektionsfall kann das Krankenhaus bei Vorliegen eines internen Qualitätssicherungssystems darüber hinaus ein mögliches Organisationsverschulden durch einen Entlastungsbeweis entkräften.

Die beschriebenen Überwachungsmaßnahmen sollten daher als Bestandteil der internen Qualitätssicherung im Krankenhaus etabliert und ihre Durchführung im Rahmen externer Qualitätskontrollen positiv bewertet werden. In den USA überprüft beispielsweise eine Expertengruppe der Joint Commission for the Accreditation of Healthcare Organizations im Rahmen der Krankenhausakkreditierung ob gemäß JCAHO Qualitätsstandard No. 1 Anforderungen an Hygiene und Infektionskontrolle berücksichtigt werden.

<b>Raumlufttechnische Anlagen</b>
<b>Hygienische Prüfung nach DIN 1946 Teil 4</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>o Beratung bei Planung, Bauausführung, Reparaturen, Rekonstruktionen</li><li>o Abnahmeprüfung</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>o Jährliche Wiederholungsprüfung und außerordentliche Prüfung nach Wechsel von Schwebstofffiltern</li><li>o Prüfung von Räumen mit und ohne Schwebstofffilter</li><li>o Luftkeimzahlbestimmung</li><li>o Keimzahlbestimmung in Befeuchteranlagen</li></ul>

Abbildung 5

<b>Sicherheitswerkbenke Zytostatikaboxen Sterile Werkbenke (Laminarboxen)</b>
<b>Hygienische und Sicherheitstechnische Prüfung nach DIN 12 950, VBG 102, VBG 103</b>
<p>(Produktschutz, Operatorschutz)</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>o Prüfung nach Erstaufstellung, nach Ortswechsel, nach Filterwechsel</li><li>o periodische Prüfung (jährlich) Regulierung der Gebläse bei Erfordernis</li></ul>

Abbildung 6

## L i t e r a t u r

- /1/ Rahmenempfehlung zum Inhalt eines Vertrages nach § 137 i.V.m. § 112 Abs.2 Nr.3 SGB V - Verfahrensgrundsätze für die Qualitätssicherung in der stationären Versorgung. Das Krankenhaus, Heft 2 (1992), 86-89
- /2/ Soltau, U.: Technische Krankenhaushygiene als Bestandteil der Qualitätssicherung im Krankenhaus. ISSC-Seminar Nr. 93/0369: Ökologie - Krankenhaushygiene - Ökonomie - Auswirkungen des Gesundheitsstrukturgesetzes 1993
- /3/ Junghannß, U. und W. Steuer: Die Ergebnisse von Überprüfungen der Sterilisations- und Desinfektionseinrichtungen im Land Baden-Württemberg. Hygiene + Medizin 14 (1989)
- /4/ Rehork, B., Martiny, H., Hauck, U., Rüden, H.: Ergebnisse der hygienisch-mikrobiologischen Testungen von Sterilisatoren und Desinfektionsgeräten im Land Berlin in den Jahren 1988 und 1989. Hygiene + Medizin 16 (1991), 13-16
- /5/ Cefari, C. et al.: An outbreak of Acinetobacter respiratory infection resulting from incomplete disinfection of ventilatory equipment. Journal of Hospital Infection 15 (1990), 177-182
- /6/ Helm, E.B. et al. Pseudomonas-Septikämie nach endoskopischen Eingriffen am Gallengangsystem. Dtsch.med.Wschr. 109 (1984), 697-701
- /7/ N.N.: Nosocomial infection and pseudoinfection from contaminated endoscopes and bronchoscopes - Missouri and Wisconsin. MMWR 40 (1991), 676-678
- /8/ Alvarado, C.J. et al.: Nosocomial infection from contaminated endoscopes: A flawed automated endoscope washer. Am.J.Med. 91 (1991), 272-280
- /9/ "Anforderungen der Hygiene an die Aufbereitung von Medizinprodukten" (Anlage zu Ziffer 7 der BGA-Richtlinie Bundesgesundheitsblatt 12 (1992))
- /10/ Arbeitskreis Endoskopie: Infektionsprophylaxe in der Endoskopie. 1. Stellungnahme. Hygiene + Medizin 15 (1990), 502-504
- /11/ Arbeitskreis Endoskopie: Anforderungen an flexible Endoskop-Reinigungs-Desinfektionsgeräte. Hyg.+ Med. 16 (1991), 74-76
- /12/ Werner, H.-P. und U. Rohr: Infektionsrisiko in Inhalationskabinen und Inhalationsräumen. Hygiene + Medizin 15 (1990), 141-146
- /13/ Christiansen, B., Breer, M., Gundermann, K.O.: Zum Infektionsrisiko bei der Rauminhalation. 43. Tagung der DGHM 1991 in Münster, Tagungsband S.21
- /14/ Soltau, U., Großer, J., Weber, C. et al.: Untersuchungen zur Verkeimung und Dekontamination von Unterwasserdruckstrahlmassagegeräten. Hygiene + Medizin 14 (1989), 50-52

- /15/ Zöller, L., Tradowsky, M., Hingst, V.: Maßnahmen zur Bekämpfung der mikrobiellen Kontamination von Nierenlithotriptern der ersten Generation. Hygiene + Medizin 15 (1990), 229-232
- /16/ Großer, J., Soltau, U. et al.: Hygienische Probleme beim Betreiben von Reversosmosen und Ionenaustauschern. Hygiene + Medizin 10 (1985), 23-27
- /17/ Bjerring, P. and B. Oberg: Bacterial contamination of compressed air for medical use. Anaesthesia 41 (1986), 148-150

Dr.-Ing. Undine Soltau  
Humboldt-Universität zu Berlin  
Medizinische Fakultät (Charité)  
Institut für Mikrobiologie und Hygiene  
Postfach 140

10098 Berlin

## Die Praxis der Asbestsanierung vor Ort : Planung und Überwachung

### Projektorganisation

Verantwortlich für den Ablauf einer Asbestsanierung sind grundsätzlich die Gebäudeeigner bzw. die Verfügungsberechtigten, die in der Regel auch die Auftraggeber für Projektierung und Ausführung sind.

Erfahrungsgemäß kann bei einem Asbestsanierungsprojekt ohne straffes Projektmanagement eine Eigendynamik entstehen, die auch bei bester technischer Argumentation zu einem nicht mehr koordinierbaren Sanierungsablauf führt. Dies mag besonders dann zur Geltung kommen, wenn Projekte einer gewissen politischen Brisanz nicht entbehren, wie z.B. die Asbestsanierung bei öffentlichen Gebäuden und insbes. andere von Kranken, Kindern und jugendlich genutzten Bereichen. Daher sind den vorbereitenden Maßnahmen besondere Bedeutung zu schenken.

Es ist davon auszugehen, daß bei größeren Sanierungsprojekten - ein solches wird im Laufe des Vortrages vorgestellt - Projektbeteiligte unterschiedlicher Fachdisziplinen, Vertreter des Nutzers, Vertreter des Bauherrn, Sachverständige und Verantwortliche der Bauaufsichtsbehörden und Gewerbeaufsichtsämter involviert werden. Ein reibungsloses Zusammenspiel dieser großen Zahl von Verantwortlichen und Beteiligten ist nur dann zu erreichen, wenn eine klar gegliederte Organisation mit einer festen Ablaufstruktur vorhanden ist.

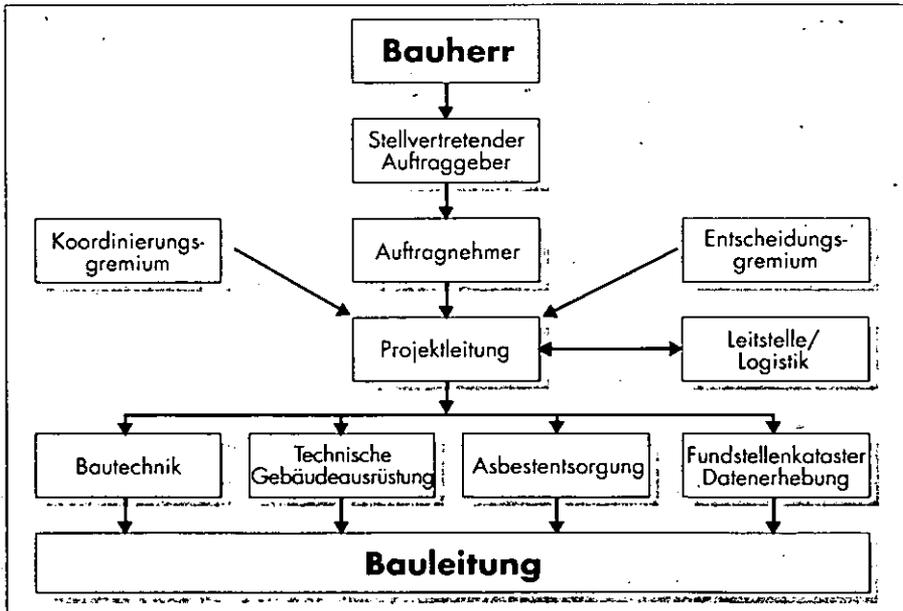


Abb. 1: Aufbauorganisation Asbestsanierung

Die Entscheidungswege müssen vor Beginn der Sanierung definiert und sichergestellt werden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß es sinnvoll ist, die auf den höheren Ebenen mit der Sanierung befaßten Personen in ein Koordinierungs- und ein Entscheidungsgremium aufzuteilen. Das Koordinierungsgremium läßt sich über den Ablauf der Sanierung berichten, wägt Alternativen ab und prüft die geplanten Maßnahmen auf die Realisierbarkeit. Zu diesem Kreis gehören Projektleiter, Planer, Bauleiter, Gutachter und Vertreter des Gebäudeeigentümers und des Nutzers.

Dieses Gremium erarbeitet entscheidungsreife Vorschläge, die ggf. als Entscheidungsmatrix aufbereitet werden und mit Aussagen zu Kosten, Terminen und Risiken versehen sind. Ziel ist es dann, auf kurzem Weg durch das Entscheidungsgremium das weitere Projektgeschehen zu steuern. Im Entscheidungsgremium sollten daher nur die Entscheidungsträger, also Bauherr bzw. Geldgeber, Nutzer und Planer vertreten sein.

Diese klare Gliederung hilft, Kompetenzüberschneidungen zu vermeiden und garantiert eine effektive Entscheidungsfindung, die insbesondere auch bei anstehenden Präventiv- und Sofortmaßnahmen gefragt ist.

Oftmals werden schon zu einem frühen Zeitpunkt der anstehenden Sanierung aufgrund von Asbest-Havarien (Rohrbrüche in kontaminierten Bereichen o.ä.) oder Ergebnissen der Gebäudeuntersuchung Sofortmaßnahmen notwendig. Eine mögliche Notfallorganisation für die Sanierung eines Klinikums ist nachfolgend dargestellt.

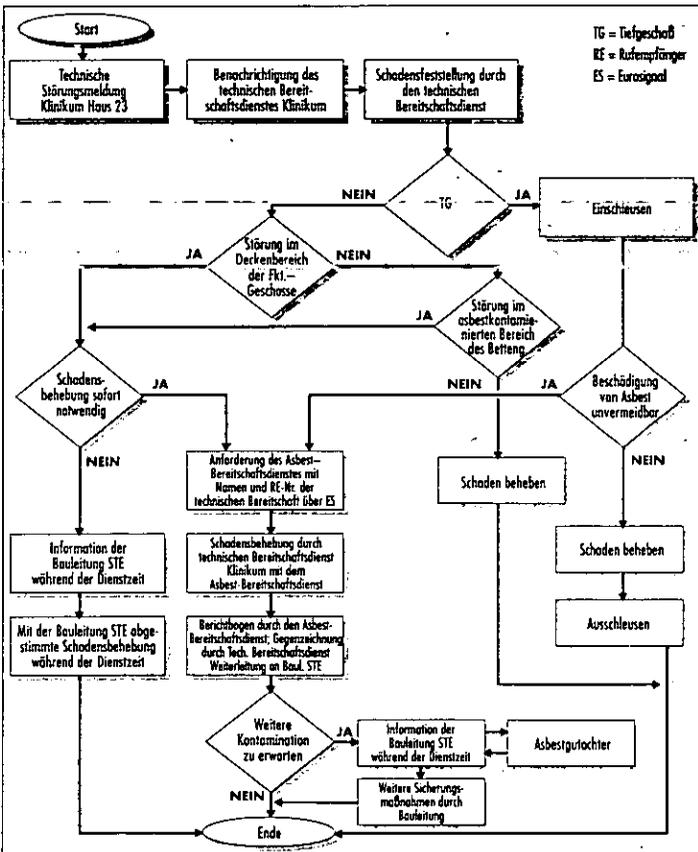


Abb. 2:  
Notfallplan für  
die Sanierung  
eines Klinikums

## **Asbestfundstellenkataster**

Vor Aufnahme der Asbestsanierung sind die Erstellung eines Asbest-Fundstellenkatasters und Bewertung der Sanierungsdringlichkeit gemäß Asbestrichtlinie sowie die Erarbeitung einer Sanierungsstrategie unabdingbar.

Die Vorgehensweise für die Asbest-Bestandserfassung eines jeden Gebäudes stellt sich wie folgt dar:

- Sichtung der Bestandszeichnungen und Aufmaßunterlagen
- Festlegung asbest-verdächtiger Bereiche (Brandabschnitte, Brandschutzisolierungen von Rohrpostrassen, Lüftungskanälen und Kabelpitschen, Technikzentralen etc.)
- Individuelle Strategieplanung und Terminierung für jede Bereichs-Begehung nach Abstimmung mit dem Nutzer
- Ortsbegehung, Asbestbestandserfassung mit Bewertung gemäß Asbestrichtlinien sowie Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise
- Dokumentation der Fundstellen in Bestandsplänen und Verwaltung des Katasters
- bei akutem Handlungsbedarf Veranlassen von Sofortmaßnahmen
- Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse in einen Bericht mit Aussagen zu erforderlichen Präventivmaßnahmen und empfohlenen Sanierungswegen

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß mit der Bewertung der Asbestsanierungsdringlichkeit gemäß Asbestrichtlinien eine hohe Verantwortung durch den Gutachter übernommen wird, denn oftmals entscheidet nur die individuelle Beurteilung und ein einzelner Bewertungspunkt zwischen "Sanierung unverzüglich erforderlich" und "Wiederbewertung des vorgefundenen Asbestproduktes". Oftmals wurde aus Unkenntnis der Bewertungskriterien und Fehleinschätzung der Bewertungsgruppen gemäß "Formblatt Anlage I der Asbestrichtlinien" Maßnahmen in die Dringlichkeitsstufe 1 gehoben, obwohl dies objektiv betrachtet nicht notwendig gewesen wäre.

Empfehlenswert ist es daher auch, für jede bewertete Asbestfundstelle eine Bemerkung zum Gefährdungspotential und Aussagen zur vorgefundenen Massenausdehnung, zur Verwendung des Materials, etc. anzuführen.

Die Darstellung der Asbestfundstellen sollte in aktuellen Grundrißplänen erfolgen, wenn möglich auf DIN A3 Format (kopierfähig). Bei Klinikumsgebäuden empfiehlt es sich, das Asbestfundstellenkataster EDV-unterstützt zu erstellen, um bei partieller Sanierung, Einleitung von Sofortmaßnahmen etc., eine lückenlose Verwaltung zu ermöglichen. Dies ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn neben der eigenen Technikabteilung auch externes Montage-, Wartungs- und Instandhaltungspersonal eingesetzt wird, welches in asbestbelasteten Bereichen arbeiten muß. Die technische Leitung trägt die Verantwortung, das Personal auf etwaige Fundstellen hinzuweisen und entsprechende Auflagen zum Umgang in asbest-gefährdeten Bereichen zu machen; in diesem Zusammenhang sei auch auf die TRGS 519 verwiesen, die neben Asbest-Abbruchs-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten auch Nebenarbeiten beschreibt, einschließlich der damit verbundenen Arbeitsvoraussetzungen und Schutzmaßnahmen.



Abb. 3: starke Beschädigungen an asbestummantelten Kabeltrassen

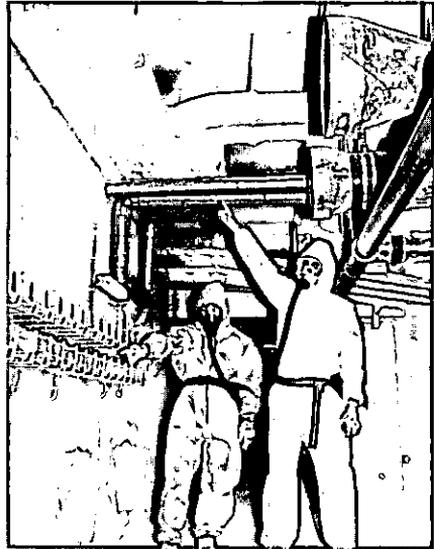


Abb. 4: Spritzasbest-Isolierung innerhalb eines zentralen Lüftungsschachtes

### Sanierungsstrategie, Planung und Ausschreibung der Asbestsanierung

Im Klinikumsbetrieb ist die Entwicklung einer Sanierungsstrategie notwendig, die möglichst wenig Funktionsbeeinträchtigung mit sich bringt. Grundlage eines jeden Sanierungskonzeptes ist das Asbestfundstellenkataster, welches detailliert Aussagen zu Asbestmassenausdehnungen und der Dringlichkeit der Sanierung einzelner Vorkommen ist.

Zu bedenken ist dabei, ob die Gefahr von Querkontamination durch technische Wirkbeziehungen im Gebäude besteht; So kann es z.B. durch Rohrpostanlagen, Lüftungsanlagen etc. zu ungewollten Faserverschleppungen kommen. Die Kaminwirkung im Gebäude ist dabei ebenso zu berücksichtigen wie Luftströmungen von Aufzügen, bauliche Verbindungen durch Installationsschächte etc.

Oberste Priorität beim Aufstellen einer Sanierungsstrategie muß Schutz von Mensch und Gesundheit sein. Aufrechterhaltung des Klinikbetriebes und geringstmögliche Eingriffe in die Funktionsabläufe sollten Leitprozeß für die danach abzustimmende Sanierungsplanung sein.

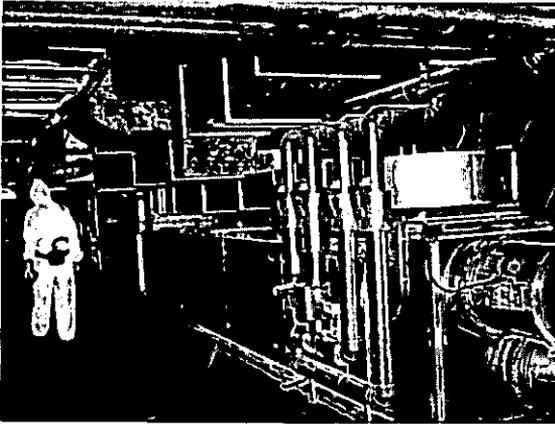


Abb. 5:  
Lüftungstechn.  
Bypass zur  
Umgehung asbest-  
kontaminierter  
Zuluftschächte.

Nach Entscheidung der Sanierungs-Vorgehensweise und Festlegung der geeigneten Sanierungsverfahren (Verweis auf Asbestrichtlinien) müssen detailliert ausgearbeitete Arbeitsablaufpläne erarbeitet werden, die nicht nur die technischen Tätigkeiten der Sanierungsmaßnahmen beinhalten, sondern auch die vorbereitenden Aktivitäten, Nutzerabstimmungen und Schnittstellenfestlegungen. Insbesondere im Klinikbereich ist ein solches Organigramm unumgänglich und zudem ein Garant für einen koordinierten Entsorgungsablauf.

Die Ausführungsplanung setzt detaillierte Ortskenntnisse und Einfühlvermögen für die krankenhausspezifischen Belange voraus. Bedingt durch raumluftechnische Anlagen, die größere Bereiche versorgen, Verbindungen durch Fördersysteme, etc. können auch Betriebseinschränkungen oder sogar Stilllegungen von Funktionszonen entstehen, die nicht unmittelbar von der Asbestsanierung betroffen sind.

Im Rahmen des Vortrages werden Praxisbeispiele und Problemlösungen aus dem Klinikumsbereich aufgezeigt. In diesem Zusammenhang soll dann verdeutlicht werden, in welchem Umfang und nach welchen Entscheidungsparametern Sofort- und Präventivmaßnahmen durchgeführt werden. Zudem wird an Beispielen diskutiert, welche Sanierungsmethoden in Einzelfällen möglich sind und welche Konsequenzen sich aus vorhandenen Alternativen ergeben.

Die Erarbeitung der eigentlichen Ausschreibungsunterlagen sollte erst nach Fertigstellung der Sanierungspläne erfolgen, die i.d.R. folgenden Inhalt haben:

- Baustelleneinrichtung
- Lageplan mit Wegeführung (Personal/Material)
- Sanierungsbereiche mit Darstellung der Asbestfundstellen, Massenausdehnungen und Angaben zu Provisorien und Asbest-Substituten (Wiederherstellung Brandschutz während- und nach der Sanierung)
- Abschottungspläne und Darstellung der Schleusen-Bereiche (Personal/Material-Schleuse)
- Lüftungspläne mit Trassenverlauf für Außenluft, Abluft, Asbest-Saugleitung, Elektroinstallation und Kommunikation
- Arbeitsablaufplan für jeden Sanierungsbereich unabhängig vom Sanierungsumfang (einschl. Arbeiten geringen Umfangs gemäß TRGS 519, Anlage 4)

Erst nach Erstellung einer solchen Detailplanung ist in Form einer Spezifikation die Sanierungsleistung erfaßbar.

Nach Angebotseinholung ist der Auswahl der ausführenden Firmen ein besonderes Augenmerk zu schenken, da sich auf dem Asbestsanierungs-Markt mittlerweile viele Unternehmen etabliert haben, die nicht als zuverlässige Sanierungs-Fachfirmen bewertet werden können. In einigen Fällen wurden Sanierungen so schlecht ausgeführt, daß der Auftraggeber nachbessern lassen mußte und letztendlich ungleich höhere Kosten aufgetreten sind, als wenn der Zuschlag einer renommierten Fachfirma gegeben worden wäre.

## **Überwachung der Asbestsanierung**

Die Verantwortung des Fachbauleiters für Asbestsanierungsarbeiten im Klinikum sollte keinesfalls unterschätzt werden. Neben allgemeinen Koordinationsaufgaben des normalen Baustellengeschehens, Berichtswesen an Projektleitung und Koordinierungsgremium entscheidet letztendlich der Bauleiter über Anerkennung einer ordnungsgemäßen Asbestsanierung.

Neben dem Nachweis der Sachkunde gemäß TRGS 519 hat der mit der Bauüberwachung Beauftragte die Asbestproblematik insoweit zu beherrschen, daß er Konsequenzen mangelhafter Abreinigung unfachmännischer Beschichtung, ungenügender Restfaserbindung etc. erkennen muß. So wäre es z.B. ohne weiteres möglich, einen von Asbestprodukten entsorgten Raum als "erfolgreich saniert" anzuerkennen, wenn die Faserkonzentrationsmessung gemäß VDI 3492 einen Faserwert unterhalb von  $500 \text{ F/m}^3$  ergibt. Dieses Ergebnis ist jedoch auch dann möglich, wenn nach mangelhafter Sanierung eine überdurchschnittliche Restfaserbindung oder sogar Teil-Penetration von auf der Wand verbliebenen Asbest-Fundstellen stattgefunden hat, die ein Austreten von Fasern verhindert.

Erst Tage oder womöglich Monate danach würden durch Installationsarbeiten oder Wiederaufbauten Abrieb und Beschädigungen hervorgerufen, die nach erneuter Faserkonzentrationsmessung die Schließung des jeweiligen Bereiches nach sich ziehen könnten.

Wie der Autor zu berichten weiß, sind diese und ähnlich unfachmännische Sanierungs-Aktionen in der Vergangenheit leider häufiger vorgekommen. Demnach sollte analog den geltenden Richtlinien (Bezug Asbestrichtlinien/TRGS 519) die Abnahme einer jeden Sanierungsmaßnahme wie folgt vorgenommen werden:

- Feinstreinigung
- Visuelle Kontrolle durch Bauleitung
- Mechanischen Luftwechsel
- Restfaserbindung (ggf. Verzicht)
- Freimessung nach TRGS 519
- Abbau der Abschottung
- Mechanischer Luftwechsel
- Feinstreinigung
- Erfolgskontrollmessung gemäß Asbestrichtlinien

Insbesondere im Klinikumsbetrieb erscheint die konsequente Einhaltung der vorgenannten abschließenden Arbeiten besonders wichtig, da nach verfrühter Freigabe von Sanierungsbereichen nicht mehr kalkulierbare Konsequenzen entstehen können.

#### Literatur:

1. Richtlinien für die Bewertung und Sanierung schwachgebundener Asbestprodukte in Gebäuden (Asbest-Richtlinien) Fassung Mai 1989
2. TRGS 519  
Asbest-Abbruchs-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten, September 1991
3. W. Schmutzler CCI-Fachaufsatz,  
Asbest in der technischen Ausrüstung, 10/92
4. Albracht/Schwerdtfeger  
Herausforderung Asbest

#### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Wolfgang Schmutzler  
Geschäftsführender Gesellschafter  
Ingenieurbüro Dr.-Ing. Steffen GmbH  
Goethestr. 52 Paul-Ehrlich-Str. 24  
35447 Reiskirchen 60596 Frankfurt

## ASBESTSANIERUNG

### DIE PRAXIS DER ASBESTSANIERUNG VOR ORT

#### Durchführung der Arbeiten bis zur Entsorgung

- I. Veranlassung und Aufgabenstellung
- II. Auswahlwettbewerb
- III. Mitarbeiterqualifikation
- IV. Baustelleneinrichtung
- V: Koordinationsgespräche

#### Fallbeispiel Bettenhaus

- a) Versorgungsschächte
- b) Türen

#### VI. Abschließende Betrachtungen

##### I. Veranlassung und Aufgabenstellung

In diversen Gebäuden, insbesondere im Bettenhaus, wurden im Zuge der Fundstellenerhebung in einem Klinikum in Frankfurt, Asbest in Form von Spritzasbest und asbesthaltigen Platten gefunden. Die Tatsache, daß während der Sanierung der Klinikbetrieb uneingeschränkt bzw. fast uneingeschränkt weiterbetrieben werden mußte und muß, ermöglicht nur eine abschnittsweise Sanierung über einen Zeitraum von mind. 4 Jahren. Ein derartig langer Ausführungszeitraum bedeutet für ein ausführendes Unternehmen zum einen, eine sicherlich, nicht unbeträchtliche Grundauslastung, zum anderen jedoch ein erhöhtes Risiko durch Bindung von Kapazität und Personal. Die diffizile Aufgabenstellung erfordert es, mit hochgradigen Spezialisten, die bei der Sanierung von derart sensiblen Objekten ein besonderes Gespür für die anstehende Problematik entwickeln, zu arbeiten. Für den Auftraggeber und seinen Bevollmächtigten stellt sich die Problematik, im Zuge der Ausarbeitung von Ausschreibungsunterlagen, Kriterien zu entwickeln, die sicherstellen, daß das den Zuschlag erhaltende Unternehmen auch in der Lage sein wird, den für die Sanierung geforderten Standard, auch über einen derart langen Zeitraum zu garantieren. In der

recht kurzen Geschichte der Asbestsanierung in der Bundesrepublik Deutschland ist und war ein Objekt mit dieser Problemstellung einzigartig. Dies bedeutete und bedeutet, daß neben der wirtschaftlichen Bonität einer Sanierungsfirma, insbesondere deren Zuverlässigkeit und um diese Redewendung zu gebrauchen, Marktbeständigkeit zu prüfen ist. Durch den Vertreter des Bauherrn mußten somit asbestspezifische Wettbewerbsmerkmale entwickelt werden, die schon vor und in der Angebotsphase die eingangs geschilderten Problematiken beherrschbar machten.

## II. Auswahlwettbewerb:

Die für diese Sanierung erforderliche Qualifikation der ausführenden Firma wurde im Zusammenspiel der am Bau Beteiligten:

Bauherr  
Gutachter  
Entwurfsverfasser  
Nutzer

diskutiert und spezifiziert und neben der Wirtschaftlichkeit als entscheidender Merkmal im Leistungsverzeichnis verankert. Die dort beschriebenen Merkmale wie:

- Anzahl der Beschäftigten  
Poliere, Vorarbeiter, Facharbeiter
- Qualifikation Derjenigen, unter dem Gesichtspunkt Asbest
- Asbestspezifische Umsätze
- Referenzen
- Sicherheitsstandards und deren Überprüfung
- Hygienebestimmungen
- Gerätespezifikationen
- Persönliche Schutzausrüstungen
- Mitarbeiterschulung unter Angabe von Ausbildungsstand und Schulungsform
- Arbeitsmedizinische Eignung und Überwachung
- Bauleitende Poliere und deren persönliche Referenz, Zuverlässigkeit und asbestspezifische Qualifikation

stellen eine Entscheidungshilfe dar.

Die in der Asbestsanierung zu beachtenden Regeln und Normen befinden sich in einem ständigen Wandel, die ein enorm schnelles Umsetzen von Anforderungen aus diesen erfordert. Somit lag es auch im Interesse des Bauherrn und seines Bevollmächtigten, die sicherheitstechnische Innovation eines Anbieters zu kennen und zu beurteilen.

Durch die Frage, nach zusätzlichem Sicherheitsangebot in Rahmen des Angebotes, sollte hierzu eine Beurteilungsmöglichkeit geschaffen werden. Durch unser Haus konnten zum damaligen Zeitpunkt folgende Angebote unterbreitet werden.

- Eigene Ausbildungskapazitäten im Bereich Atemschutz/Asbestsanierung
- Entwicklung von Reinigungsstationen für persönliche Schutzkleidung als Mehrwegkleidung zur Vermeidung von Abfällen
- Besondere Entsorgungslogistik im Bereich des Untergeschosses, Haus 23
- Besondere Gerätschaften zur Filter- und Unterdrucküberwachung

- Mobile Prüfgeräte für die Dichtigkeit von Abschottungen
- Einweisung und Unterrichtung der vom Bauherrn benannten Mitarbeiter der Klinik und von Drittfirmen in die Asbestproblematik und die Regeln für die gemeinsamen Berührungspunkte während der Sanierung.
- Besondere Qualitätsüberwachung durch unabhängige Dritte
- Eigene Reinigungsstationen für Großgeräte bis zu einer Länge von 20 m in einen Schwarzbereich außerhalb des Klinikgeländes.

Unabhängig von dem konkreten Objekt sollte nach unsere Auffassung immer ein detaillierter Auswahlwettbewerb erfolgen, da sich z. Zt. am Markt die unterschiedlichsten Kräfte zeigen, deren Qualität nur sehr begrenzt, ohne projektspezifische Beurteilung, bewertet werden kann.

### III. Mitarbeiterqualifikationen

In der herkömmlichen Baubranche ist es durchaus üblich und legitimiert, Teileleistungen und Teilabschnitte an Dritte weiterzugeben oder sich der Maschinen und Anlagen Dritter zu bedienen. Die besonderen Umstände einer Asbestsanierung schließen diese Praxis jedoch aus. Der wirtschaftliche Erfolg einer Sanierung und somit die Erreichung des Sanierungserfolges, wie er in der Asbestrichtlinie gefordert ist, ist im besonderen Maß von der Qualifikation und dem Ausbildungsstand der gewerblichen Mitarbeiter abhängig. Die nachfolgenden Ausführungen geben einen grobgefaßten Überblick über die Schritte zur Mitarbeiterauswahl und deren Ausbildung.

Im Bewerbungsgespräch sind erste Informationen über die Gesundheitsgefahren und die besonderen Anforderungen in Bezug auf die Arbeitshygiene und die Zuverlässigkeit zu geben. Ist der Gesamteindruck als positiv zu werten, ist die arbeitsmedizinische Eignungsuntersuchung durchzuführen. Bestehen keine gesundheitlichen Bedenken, muß eine Erstunterweisung; vor Arbeitsaufnahme; über die Gefahren am Arbeitsplatz erfolgen. Insbesondere sind die Punkte:

- Gesundheitsgefahren
- Verhalten während den Sanierungsarbeiten
- persönliche Hygiene

ausgiebig zu erläutern.

Nach erfolgter Einstellung hat eine Ausbildung für das Tragen von Atemschutzgeräten gemäß der Richtlinie ZH 1 - 134 erfolgen. Hierbei sind theoretische und praktische Kenntnisse zu vermitteln. Die Ausbildung schließt mit Trageübung ab, nur nach erfolgreicher Teilnahme an der Ausbildung ist der Einsatz in belasteten Bereichen möglich.

#### IV. Baustelleneinrichtung

Im einschlägigen Regelwerk sind die Anforderungen an eine Baustelleneinrichtung zur Asbestsanierung nur sehr pauschal beschrieben und keinerlei Aussagen über deren Zusammenwirken gemacht. Die wichtigsten Elemente einer Baustelleneinrichtung sollen am Beispiel des hier angesprochenen Objektes erläutert werden.

##### - Zentrale Personenschleuse

Die zentrale Personenschleuse wurde in Fertigbauweise mit isolierenden Sandwich-Elementen, leicht zu reinigen, errichtet, die Schleusenanlage umfaßt nachfolgende Ausstattung.

Ausstattung und Mindest Raumfläche wie folgt:

Eingang/Vorraum	: 5,00 qm
Technik/Lagerraum	: 8,00 qm
Umkleideraum, weiß	: 14,00 qm
Schleuse zu	
Schwarzbereich	: 2,50 qm
Vorraum, schwarz	: 4,00 qm
Luftdusche	: 1,00 qm
Umkleideraum, schwarz	: 14,00 qm
Vorraum-Naßdusche,	
schwarz	: 4,50 qm
Naßdusche	: 1,00 qm
Kleiderschleuse	: 1,00 qm
Vorraum-Dusche, weiß	: 7,00 qm
Toilette	: 1,00 qm
Toilette	: 1,00 qm

Alle Einzelräume des Schwarzbereiches sind so eingerichtet, daß ein Unterdruck von mindestens 30 Pa gefahren werden kann. Die vorhandenen Türen sind so gegen einander verriegelt, daß ein Ein- bzw Ausschleusen nur in der jeweils vorgegebenen Richtung möglich ist.

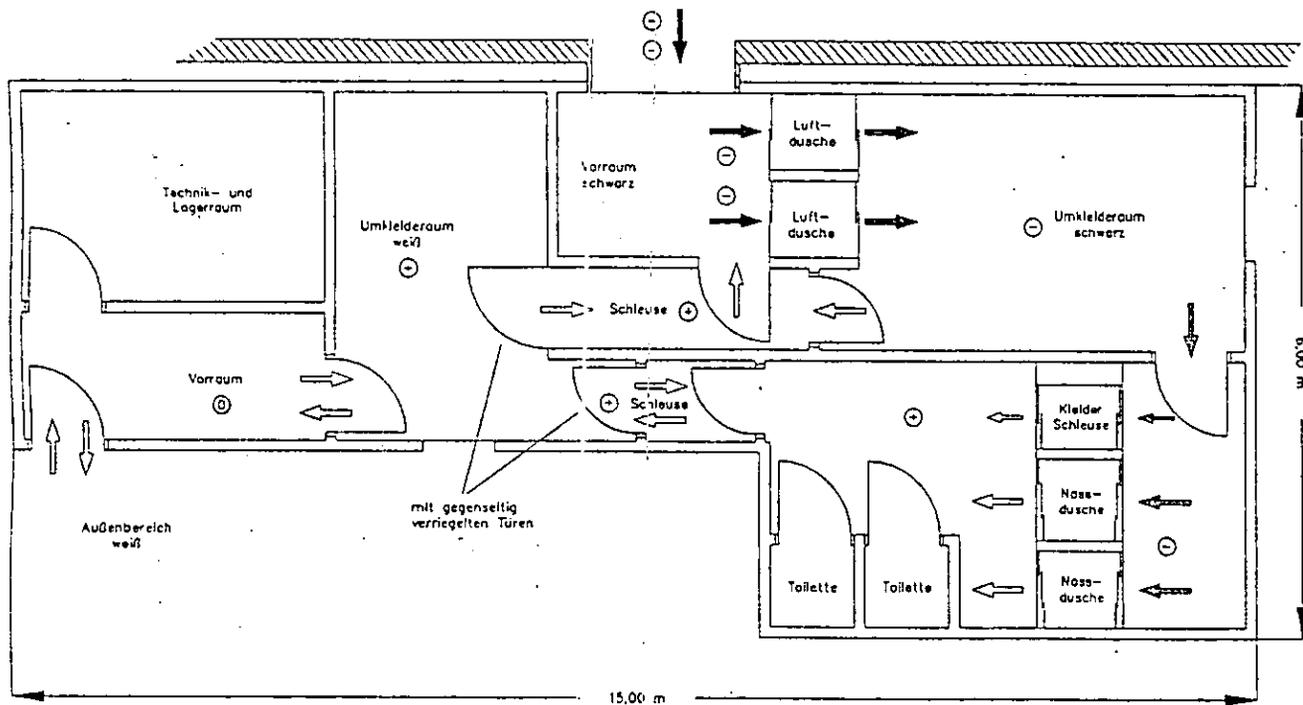
##### (Anlage1)

##### - Zentraler Reinigungsstützpunkt

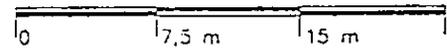
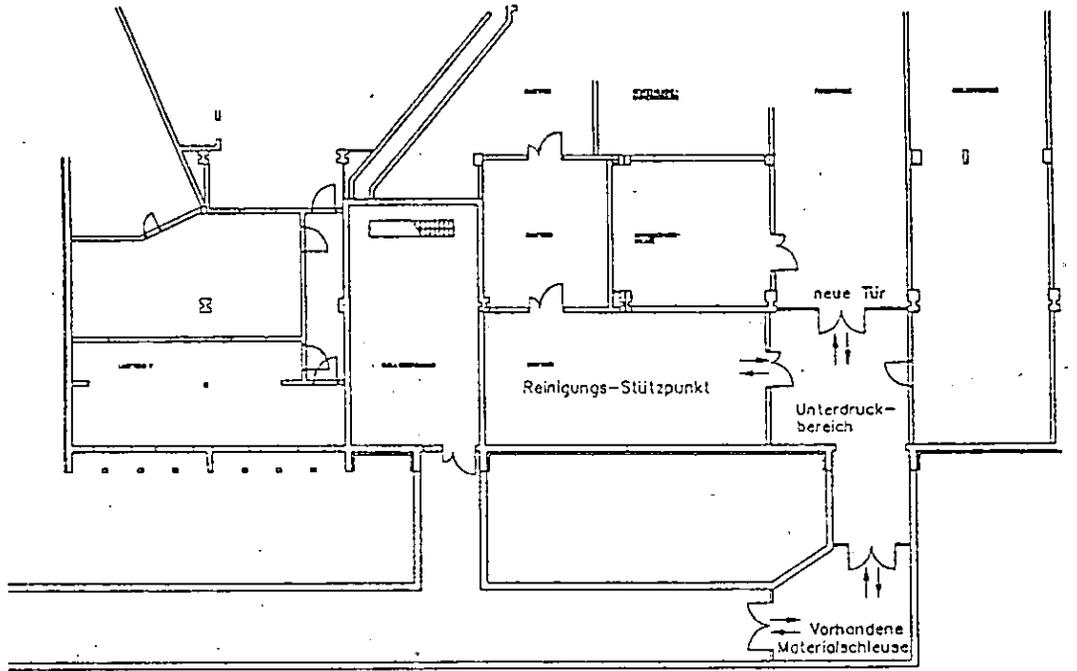
Im Tiefgeschoß des Bettenhauses wurde ein zentraler Reinigungsstützpunkt für demontierte und bauseits übergebene Anlagenteile, Lüftungskanäle, Geräte und Komponenten errichtet. (Anlage 2) Der Stützpunkt dient zur Reinigung und Trennung kontaminierter Teile zur Entsorgung bzw. Wiederverwertung.

Im Reinigungsstützpunkt sind zwei Waschplätze mit Edelstahlwannen und eingeleigten Gitterrosten, zentralem Ablauf zur Hebeanlage, mit Abwasserfilter in 2 Stufen mit 20 bzw. 5 m eingebaut. Durch geringe technische Maßnahmen, wie den Einbau von beidseitig elektrisch betriebenen Türen, konnten im Gebäude vorhandene Räumlichkeiten genutzt werden. Die räumliche Anordnung des Reinigungsstützpunktes ermöglichte auch, großvolumige Kanäle usw. entsprechend

Einstelle  
schwarz



Anlage 1 Personalschleuse - Entsorgung -



Anlage 2      Reinigungsstützpunkt

der vom Gutachter und Bauleitungsbüro festgelegten Abläufe, zu reinigen und Restfaser zu binden.

- Hochleistungsvacuumsauggerät / HVS-Gerät

Im Regelwerk sind keine eindeutigen Festlegungen in Bezug auf die Anforderung der HVS-Geräte gegeben. Durch den Standort auf dem Klinikgelände, in unmittelbarer Nähe des Bettenhauses, sind und waren neben den asbestspezifischen Anforderungen, insbesondere das Körper- und Luftschallverhalten der Anlage zu bewerten und durch entsprechende Maßnahmen die geforderten Richtwerte sicherzustellen. In der Regel liegen für HVS-Anlagen keine Prüfungen gemäß Gerätesicherheitsgesetz vor, so daß eine Gefährdungsanalyse für die eingesetzte Anlage durchgeführt wurde. Die in der Ausschreibung geforderten Mindestanforderungen von einer Saugkraft von 4500 dPa bei 5000 cbm/h, einem Emissionswert von 70 dBA und keinen Schwingungen im Frequenzbereich von 50 und 60 HZ, wurden durch die vorhandene Anlage erreicht. Die eingesetzte Anlage erfüllt die Anforderung eindeutig und unterschreitet den Emissionspegel von 70 dBA so deutlich, so daß im Gebäude selbst ohne Schall-Schutzmaßnahmen ein Wert von 35 dBA unterschritten wird. Der Abfüllbereich der Anlage ist so ausgelegt, daß bei Normalbetrieb eine Faserbelastung < 1000 F/cbm garantiert ist, im Falle einer Betriebsstörung jedoch der Bereich ohne weitere Maßnahmen als Schwarzbereich betrieben werden kann. In der bisherigen Bauzeit ist dieser Fall jedoch noch nicht eingetreten. Die beispielhafte Nennung dieser 3 Elemente zur Baustelle zeigt, daß nur eine detaillierte Planung und deren Umsetzung einen störungsfreien Ablauf der Sanierungsmaßnahme gewährleistet.

#### IV. Koordinationsgespräche

Die praktische Umsetzung der gutachterlichen Meinung in die konkreten Anforderungen eines Leistungsverzeichnis, als Vorgabe für den Sanierer, kann bei einem derartigen Objekt, wie in diesem Beispiel, immer nur die Generallinie sein. Die Probleme des Alltages einer Sanierung, insbesondere bei einem so sensiblen Objekt, lassen sich im Leistungsverzeichnis nicht abschließend regeln. Diese Problemstellungen müssen durch die vertrauensvolle Zusammenarbeit der am Bau Beteiligten (siehe vorn) gelöst werden.

Regelmäßige Koordinationsgespräche regeln die tägliche Arbeit während der Sanierung. Die Festlegung von Fixterminen sowie vorgegebene Tagespunkte ermöglichen es, daß diese Gespräche nicht zeit- und somit kostenintensiv verlaufen. Insbesondere werden hier Detail-Arbeitspläne und Abläufe durch den Sanierer vorgelegt und von der Bauleitung genehmigt, bevor sie zur Ausführung gelangen. Ein Beispiel sei hierzu im folgendem erläutert:

Fallbeispiel:

Sanierung von Versorgungsschächten im Bettenhaus  
Sanierung von Türelementen im Bettenhaus

#### VI. Zusammenfassung

Die Durchführung von Asbestsanierungsmaßnahmen, insbesondere im Klinikbetrieb, erfordert nicht nur eine detaillierte Erfassung von Asbestfundstellen im Gebäude, sondern sollte nach meiner Auffassung auch diejenigen Einrichtungen und Geräte umfas-

sen, die nicht in den Geltungsbereich der Asbestrichtlinie fallen. Beispielhaft seien hier Wärmeschränke, Speisewagen, Tageslichtprojektoren und weitere hochsensible Gerätschaften erwähnt. Für die Auswahl einer Sanierungsfirma sollte nicht nur eine Bewertung des wirtschaftlichen Angebotes, sondern sicherlich auch die Zuverlässigkeit, Qualitäts- und Sicherheitsstandard sowie die besondere Erfahrung in der Sanierung von Krankenhäusern und Kliniken ausschlaggebend sein.

Das Zusammenwirken von Gutachtern, Entwurfsverfassern, Sanierungsunternehmen und Nutzern von Gebäuden und Einrichtungen kann letztlich nur einen problemlosen Ablauf von Gebäudesanierungen garantieren und sicherstellen, daß in diesen hochsensiblen Bereichen eine sach- und fachgerechte Leistung ausgeschrieben, erbracht und verantwortet wird.

Kluge Umweltschutz GmbH  
Herr Norbert Panek  
Prinzenstraße 41  
4100 Duisburg 18

## Entsorgungskonzept SVSI

Nirgends ist der Katalog der Abfälle, die entsorgt werden müssen, so breitgefächert und die Anforderungen an die Entsorgung so komplex wie in einem Krankenhaus. Die Palette der Abfälle erstreckt sich über septische und infektiöse Abfälle, radioaktive Isotopen, giftige Stoffe, Medikamente, aber auch Gliedmassen, Blut, um nur einige Beispiele zu nennen. Entsprechend umfangreich sind die Bestimmungen, nach welchen entsorgt werden muss. Nicht zuletzt sind bei der Entsorgung in einem Krankenhaus auch ethische Grundsätze zu berücksichtigen.

Die eidgenössischen Gesetze und kantonalen Verordnungen sowie die Vorschriften auf Gemeindeebene werden immer zahlreicher und sind für diejenigen, die mit der Entsorgung zu tun haben, oft schwer zu verstehen. Hinzu kommt der Druck der Medien und der Öffentlichkeit, welche heute für Umweltprobleme ein höheres Interesse zeigen als in früheren Jahren.

Doch mit Gesetzen oder Medienkampagnen allein werden die Entsorgungsprobleme nicht gelöst. Es braucht den Beitrag eines jeden Einzelnen. Aus diesem Grunde ist in den Betrieben vor allem das Verantwortungsbewusstsein noch vermehrt zu fördern und die Zuständigkeiten noch klarer zu regeln. Die Einsetzung eines **Entsorgungsbeauftragten** - analog zum Sicherheitsbeauftragten -, ausgestattet mit den entsprechenden Pflichten und Kompetenzen, könnte da einen wesentlichen Beitrag leisten.

Als weitere, nützliche Hilfe kann das **Entsorgungskonzept SVSI** angeboten werden, welches von einer Arbeitsgruppe des Schweizerischen Vereins der Spitalingenieure (SVSI) ausgearbeitet worden ist. Das Konzept wird durch eine Liste über alle Gesetze und Verordnungen, welche die Entsorgung direkt oder indirekt betreffen, und ein Inventar über den Istzustand ergänzt.

Das Konzept selber ist in **drei Teile** gegliedert:

1. Teil: Entsorgungsablauf und Entscheidungsanalyse
2. Teil: Checkliste für den Einkauf
3. Teil: Recycling und Entsorgungssysteme

und allgemeingültig abgefasst, sodass es leicht von allen interessierten Kreisen, wie Krankenhäusern, Kliniken, Heimen, usw. übernommen und angepasst werden kann. Die Arbeitsgruppe bemüht sich zudem, das Konzept laufend auf dem neusten Stand zu halten. Mitteilungen über Neuerungen, Anregungen und Verbesserungsvorschläge sind deshalb willkommen und werden auch erwartet.



Von der Matrix ausgehend, welche eine Gesamtübersicht bietet, hat die Arbeitsgruppe anschliessend auf Einzelblättern für jedes Entsorgungsgut, aufgrund einer Entscheidungsanalyse, den Entsorgungsablauf festgelegt. Alle Detailinformationen sind auf leicht verständliche Art, z.T. auch bildlich dargestellt. Nach diesem Muster können beliebig viele Einzelblätter erstellt werden. Sie werden nach Matrix-Nummern (diese bezieht sich auf ein Entsorgungsgut) geordnet.

Betrieb

Matrix-Nummer  
Entsorgungsgut

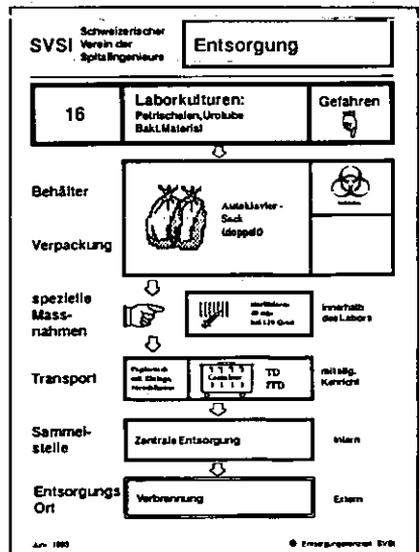
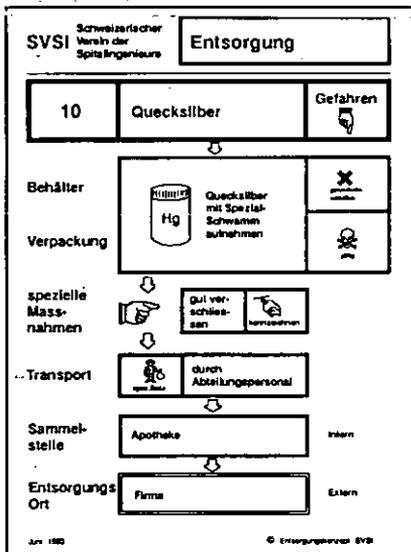
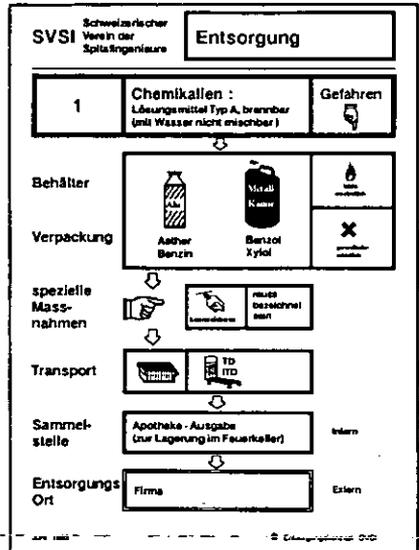
Umschreibung der Sammelbehälter  
für den sicheren Transport im Spital

Spezielle Massnahmen, wie Schutz  
Verpackung und Kennzeichnung

Transportmittel intern

interne Sammelstelle  
resp. verbrennen, abklingen etc.

Entsorgungsstelle / Abnehmer extern



Die Qualität eines Entsorgungskonzeptes zeichnet sich durch seine Akzeptanz bei den Benützern aus. Es stellt nicht eine wissenschaftliche Arbeit dar, sondern ein Arbeitsinstrument für den täglichen Gebrauch. Es muss deshalb nicht nur benutzerfreundlich gestaltet, sondern bei den Benützern auch entsprechend eingeführt und erklärt werden.

Anhand von konkreten Beispielen werden die Benutzer sehr schnell begreifen, wie hilfreich es ist, im Zweifelsfall auf das eine oder andere Einzelblatt zurückgreifen zu können, um Antwort auf ein Entsorgungsproblem zu finden. Auf diese Weise können alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eines Betriebes dazu motiviert werden, z.B. mit dem Sortieren der Entsorgungsgüter, einen aktiven Beitrag in der ganzen Entsorgungskette zu leisten.

Das Entsorgungskonzept dient gleichzeitig der Information nach aussen und als Grundlage für Verhandlungen mit Behörden und Entsorgungsstellen.

## Teil 2: Checkliste für den Einkauf

Die Entsorgung beginnt beim Einkauf !

Zur Ergänzung der Matrix und der entsprechenden Einzelblätter, steht eine Checkliste, gemäss VESKA-Kontenplan für den Einkauf zur Verfügung. Die für den Einkauf verantwortliche Person hat sich nämlich bereits beim Einkauf mit der Entsorgung zu befassen.

Im Voraus sind folgende Punkte abzuklären:

- Notwendigkeit (was?, wieviel?)
- Anforderungsprofil (z.B. Qualität, Toleranz)
- Materialzusammensetzung (z.B. Kunststoff artenrein oder mehrlagig)
- Gefahren (z.B. Transport, Lagerung, Betrieb, Entsorgung)
- Entsorgungsablauf (z.B. Recycling, Sterilisation, Sondermüll)
- Preisverhältnis (Ankauf/Entsorgung)
- **Alternativen**
- Stellungnahme des Entsorgungsbeauftragten

Auf diese Weise wird automatisch umweltbewusster eingekauft und gleichzeitig das Problem der Entsorgung entschärft.

Betrieb

VESKA - Kontonummer  
Artikel

Material - Grundstoff /  
Zusammensetzung

Mögliche Gefahren

Matrix - Nummer (Entsorgungskonzept)

Entsorgungsablauf nach Teil 1

Preise für Ankauf und Entsorgung

Alternativen für Artikel und Verpackung

Verantwortliche Personen,  
der Entsorgungsbeauftragte

SVSI Schweizerischer Verband der Spitalingenieure		Entsorgungskonzept 2.Teil Checkliste für den Einkauf	
Konto - Nummer (nach VESKA) 4719		Artikel Batterien Nickel - Cadmium	Jahres - verbrauch: 250 Stück
Material	Anforderung	Artikel Verpackung	
	Flüssig	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Fest	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Papier/Karton	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
	Glas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Kunststoff	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
Gefahren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entsorgung	Wiederverwend	mit 2000 z. zulassen	
	Recycling	nicht möglich	
	Verpackung	Behälter <input checked="" type="checkbox"/> Karton <input type="checkbox"/>	
	Lagerung	getrennt von anderen Arten	
	Firma	Lettlingen	
	Sterilisieren Verbrennen Kompostieren Sonstiges		
Preis	Ankauf	Fr. 8.50 /Stück	
	Entsorgung	Fr. 2.50 /Stück	
Alternativen:			
Alternativen: Akku-Batterie oder Natrium			
Verantwortlich:			
Letztes Einkauf: T. Göttsche Datum: 15.11.01 Entsorgungsbeauftragter: Berger Datum: 15.11.01			
© Entsorgungskonzept SVSI 25. Januar 1999		(in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Verband Neuerkranklicher Betriebsärzte)	

SVSI Schweizerischer Verband der Spitalingenieure		Entsorgungskonzept 2.Teil Checkliste für den Einkauf	
Konto - Nummer (nach VESKA) 4000		Artikel Grundrührer Blutdruckgeräte	Jahres - verbrauch: 20 Stück
Material	Anforderung	Artikel Verpackung	
	Flüssig	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Fest	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Papier/Karton	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Glas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Kunststoff	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Gefahren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entsorgung	Wiederverwend	Glasbehälter <input type="checkbox"/> Karton / Styropor <input type="checkbox"/>	
	Recycling		
	Verpackung		
	Lagerung	Furter AG Zellen	
	Firma	Lettlingen	
	Sterilisieren Verbrennen Kompostieren Sonstiges		
Preis	Ankauf	Fr. 300 - /Stück	
	Entsorgung	Fr. 5 - /Stück	
Alternativen:			
Alternativen: plastische Blutdruck - Geräte			
Verantwortlich:			
Letztes Einkauf: Göttsche Datum: 15.11.01 Entsorgungsbeauftragter: Berger Datum: 15.11.01			
© Entsorgungskonzept SVSI 25. Januar 1999		(in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Verband Neuerkranklicher Betriebsärzte)	

SVSI Schweizerischer Verband der Spitalingenieure		Entsorgungskonzept 2.Teil Checkliste für den Einkauf	
Konto - Nummer (nach VESKA) 4719		Artikel Papier / Karton Elektronische Uhren	Jahres - verbrauch: 4000 Stück
Material	Anforderung	Artikel Verpackung	
	Flüssig	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Fest	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Papier/Karton	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
	Glas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Kunststoff	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Gefahren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entsorgung	Wiederverwend	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Recycling	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
	Verpackung		
	Lagerung		
	Firma		
	Sterilisieren Verbrennen Kompostieren Sonstiges	nach 2.lichem Gebrauch	
Preis	Ankauf	Fr. 3 - /Stück	
	Entsorgung	Fr. 1.50 /Stück	
Alternativen:			
Alternativen: nur Karton (ohne PVC)			
Verantwortlich:			
Letztes Einkauf: Göttsche Datum: 15.11.01 Entsorgungsbeauftragter: Berger Datum: 15.11.01			
© Entsorgungskonzept SVSI 25. Januar 1999		(in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Verband Neuerkranklicher Betriebsärzte)	

### 3. Teil: Recycling / Entsorgungssysteme

Bei der Bearbeitung der Einzelblätter zu den Entsorgungsgütern wird erst deutlich, wie viele Detailabklärungen notwendig sind. Wie wird beispielsweise infektiöser Krankenhausabfall definiert?

#### 3.1 Definition "infektiöser Krankenhausabfall"

Krankenhausabfälle sind als infektiös zu betrachten, solange man nicht das Gegenteil beweisen kann.

Krankenhausabfälle aus dem Behandlungs-/Untersuchungsbereich sind als infektiös zu betrachten

?

Krankenhausabfälle sind grundsätzlich als infektiös zu betrachten.

Mit Ausnahme der OP-Abfälle unterscheiden sich Krankenhausabfälle nicht wesentlich von Siedlungsabfällen

Als Grundsatz:

Wer Krankheitserreger oder ihre Stoffwechselprodukte hält oder damit arbeitet, hat alle Massnahmen zu treffen, damit daraus keine Schäden an Menschen und Tieren entstehen.

Bundesgesetz über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen / Epidemiegesetz vom 18. Dezember 1970, Art. 29

Auf Grund der Richtlinien des Bundesamtes für Gesundheitswesen (BAG-Bulletin vom 14. Dezember 1992) kann der infektiöse Krankenhausabfall nun besser interpretiert werden.

Gemäss BAG werden die Krankenhausabfälle in 3 Gruppen eingeteilt:

**Gruppe A:** Krankenhausabfälle, ähnlich den Haushaltabfällen

**Gruppe B:** Betriebsspezifische Krankenhausabfälle

B1 Abfälle mit Kontaminationsgefahr

B2 Abfälle mit Verletzungsgefahr, mit oder ohne Kontaminations-/Infektionsgefahr

**Gruppe C:** Infektiöse Krankenhausabfälle wie:

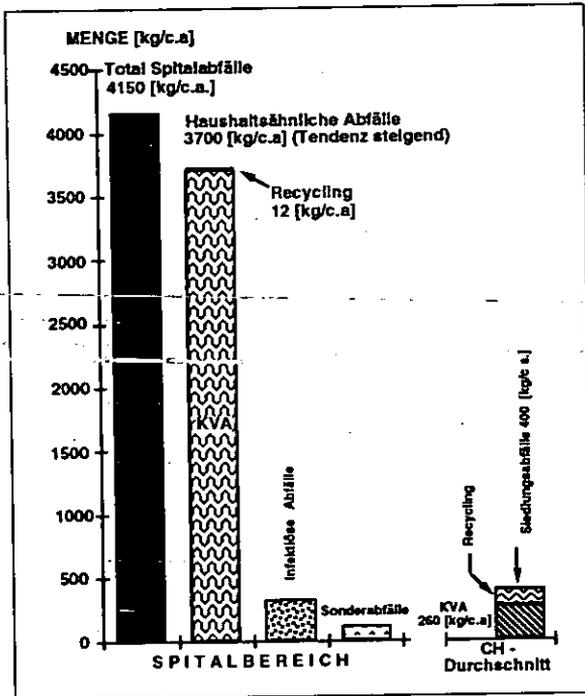
- Mikrobiologische Probebehälter und bewachsene Kulturen, nicht sterilisiert.
  - Spukum inklusive Auffangbehälter bei offener Tbc
  - Stuhl in Windeln und Inkontinenzvorlagen bei Ausscheidungen von Typhus, Paratyphus-, Cholera-, Ruhrbakterien, Rotaviren, etc.
- sowie die definitionsgemäss nicht als "infektiös" zu betrachtenden Körperflüssigkeiten (Blut, Drainagesekret) in Einwegbehältern, die nicht zu öffnen bzw. zu entleeren sind, zB. Dialysefilter und Bestecke, Einmal-Redon, verfallene Blutkonserven.

Einzig der Krankenhausabfall der Gruppe C muss in Spezialbehältern direkt zur örtlichen Verbrennung gebracht werden. Diese Abfälle werden innerhalb und ausserhalb des Krankenhauses mit besonderen Massnahmen zur Infektionsverhütung gesammelt, zwischengelagert und transportiert. Dieser Abfall darf nicht gepresst werden.

### 3.2 Reintegration von Kunststoffen

Unsere Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) werden gesamtschweizerisch innert kurzer Zeit hoffnungslos überfordert sein, wenn es uns nicht gelingt, die Kunststoffe auszusortieren und der Reintegration zuzuführen. Der spezifische Müllenergiegehalt ist von 7500 KJ/kg im Jahr 1960 auf 12 500 KJ/kg im Jahr 1992 angestiegen. Infolge der hohen Enthalpie (Heizwert) der Kunststoffe laufen unsere KVA nur noch auf ca. 60 % der effektiven Leistung.

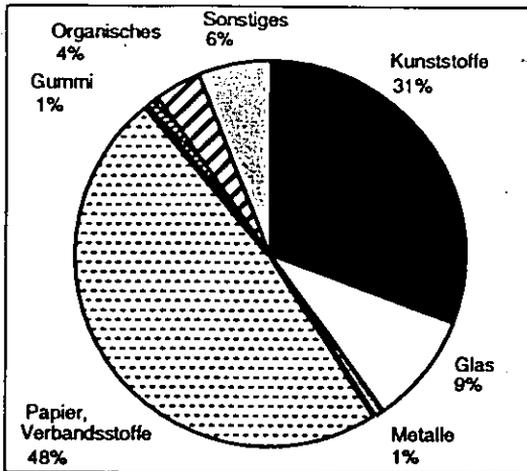
Nachdem die PET - Flaschen zu bald 80% der Reintegration zurückgeführt werden, hat die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt in Dübendorf mit ihrem Projektleiter Dr. A. Barrage einen Pilotversuch für Kunststoffreintegration aus den Krankenhäusern für Polyethylen (PE) wie Infusionsbeutel, Flaschen, Kanister gestartet. Vorerst mussten aber die Abfallströme im Krankenhaus ermittelt werden:



Stoffströme in einem Universitätskrankenhaus in der Schweiz  
Belegung 85 % (Quelle: Klinik/ EMPA)

Vergleiche mit anderen Krankenhäusern zeigen sehr grosse Unterschiede in Bezug auf Menge und Art der Abfälle auf. Eine koordinierte Interpretation drängt sich auf.

Die folgende Grafik zeigt die Zusammensetzung der krankenhausspezifischen Abfälle auf. Mit 31% ist der Anteil an Kunststoffen in den Krankenhäusern heute schon recht hoch und wird in Zukunft sicher noch erheblich ansteigen.



Zusammensetzung der  
Abfälle aus dem Krankenhaus (Quelle EMPA)

Über den Pilotversuch betreffend die Kunststoff-Reintegration aus neun Schweizer Krankenhäusern liegen nach sechs Monaten die ersten Ergebnisse vor. Der Zwischenbericht hält fest,

- dass auch der Kunststoff aus dem Krankenhaus der Reintegration zugeführt werden kann, sofern eine entsprechende Logistik dafür aufgebaut wird,
- dass der Kunststoff aus dem Krankenhaus artenrein sein muss. In enger Zusammenarbeit mit der Industrie muss es gelingen, die entsprechenden Güter zu kennzeichnen. Die PE-Infusionsbeutel müssten in Zukunft mit einer PE-Etikette versehen sein.
- dass die Finanzierung sichergestellt werden muss (z.B. Entsorgungsvignette)
- dass die Qualität, der Reinheitsgrad und der Anteil von Recycling-Granulat durch eine Amtsstelle überwacht werden muss.

### 3.3 Entscheidungsanalysen

Weitere Varianten sind in Arbeit.

Christian Dürr  
Präsident SVSI  
Kantonsspital  
CH - 7000 Chur

## Zentralsterilisation

### Dampfsterilisatoren einplanen, installieren und instandhalten

Ich erlebe es oft, daß die Fachleute des Betreibers erst dann gefragt werden, wenn es nichts mehr zu entscheiden gibt. Sie dürfen dann Fortbildungsveranstaltungen besuchen. Der Betreiber eines Sterilisators ist dafür verantwortlich, daß der Sterilisator sterilisiert, und daß er überwacht und sachgemäß instandgehalten wird. Der Betreiber hat auch ein Interesse daran, Folgekosten durch Betriebsmittelverbrauch, Instandhaltung und laufende Prüfungen in Grenzen zu halten. Sachkundige Mitarbeiter des Betreibers müssen darum an der Planung beteiligt werden, und sie sollten sich Entscheidungen von noch so sachkundigen Beratern nicht abnehmen lassen.

### Planung

"Grundsätzlich ist die Sterilisation mit gesättigtem Dampf zu bevorzugen..." heißt es im Europäisches Arzneibuch. Das ist logisch, denn bei der Dampfsterilisation lassen sich die maßgeblichen physikalischen Parameter genau messen, zuverlässig reproduzieren und gut dokumentieren. Wasserdampf hinterläßt grundsätzlich keine giftigen Rückstände im Sterilisierteigut. In diesem Sinne habe ich erhebliche Bedenken hinsichtlich der chemischen Desinfektion bei der Aufbereitung von Utensilien und Endoskopen vor der Reinigung, selbst wenn man die Wirksamkeit dieser Maßnahmen unterstellt.

Jeder Betreiber muß auf seine Verantwortung bei der Wiederverwendung von schwer zu reinigenden Gütern, also vor allem von englumigen Hohlkörpern, hingewiesen werden. Es ist nützlich, bei einer Planung alle Artikel aufzulisten, die angeblich nicht thermisch desinfiziert und nicht mit Dampf sterilisiert werden können. Der Planer kann dem Arzt den Einsatz solcher Geräte nicht verbieten, aber er muß in jedem Einzelfall auf Risiken und auf mögliche Alternativen hinweisen.

Im Krankenhaus handelt es sich grundsätzlich um Aufbereitung und Re-Sterilisation von gebrauchtem Gut: Instrumente, Utensilien, Textilien. Das hat zur Folge, daß Stoffe, die bei jeder einzelnen Benutzung, Reinigung und Sterilisation zurückbleiben, sich bis zur Sättigung auf dem Sterilgut anreichern. In der Nahrung oder in der Luft enthaltene Schadstoffe werden vom menschlichen Körper nur zu einem Bruchteil aufgenommen - aber alles, was in das Blut gelangt, ist schon zu 100 % aufgenommen. Darum gilt für Sterilgut in jeder Beziehung die Forderung nach extremer Armut von Schadstoffen. Ich bin nicht unbedingt für Dampfleitungen und Ventile aus Edelstahl - aber kennen Sie eine sichere Alternative?

Es gibt eine Reihe neuer Europäischer Normen. Eine dieser Normen ist EN 556:

*4.1 Für ein Medizinprodukt, das als "steril" gekennzeichnet werden soll, muß die theoretische Wahrscheinlichkeit, daß sich ein lebender Mikroorganismus auf dem Produkt befindet, kleiner oder gleich eins zu  $1 \times 10^{-6}$  sein.*

(pREN 556 Sterilisation von Medizinprodukten - Anforderungen an Medizinprodukte, die als STERIL gekennzeichnet werden)

Diese Anforderung ist sehr hoch - ein unverpackter Gegenstand bleibt auch nicht 1 Minute in diesem Sinne steril. Sterilität kann nicht geprüft sondern nur indirekt dokumentiert werden. Der Fachausdruck dafür ist "Validieren". Dieser dokumentierte Nachweis kann nur mit statistischen Mitteln geführt werden. Auch die Validierung ist grundsätzlich Sache des Betreibers, der damit allerdings im allgemeinen überfordert ist. Die sogenannte "Validierung" nach prEN 554 mit Standard-Referenzladungen, die ja schon angeboten wird, ist für sich genommen nur eine Prüfung des Sterilisators. Dies gilt auch für die Verwendung von chemischen Indikatoren zur Chargenkontrolle: ohne Validierung dieser Systeme gegen die wirkliche Ladung ist die Verwendung solcher Indikatoren wie Messen ohne Metermaß.

Überschlägig benötigt man für ein allgemeines Krankenhaus mit einem Anteil von gut 50 % operativen Betten eine Sterilisierkapazität, mit der man pro Woche und Bett 1 StE Sterilgut bereitstellen kann. 1 StE = ein Quader mit den Nennmaßen 300 mm x 300 mm x 600 mm, mit einem Nennvolumen von 54 Litern.

Maßgeblich zur Bewältigung dieser Mengen ist die Leistung des Sterilisators:

$$S = n \cdot x_n \cdot (2000 : t_{ch})$$

In dieser Formel ist n das Fassungsvermögen des Sterilisators,  $x_n$  ist der Ausnutzungsgrad des Sterilisators. Er hängt sehr von der Organisation der Sterilgutversorgung ab und beträgt im allgemeinen zwischen 50 % und 80 %. 2000 Minuten gilt als wöchentliche Arbeitszeit,  $t_{ch}$  ist die Chargenzeit, die je nach Kammergröße mit 35 bis 75 Minuten zu veranschlagen ist.

Ein Beispiel: 500 Betten = 500 StE Bedarf pro Woche. Verwendet man Sterilisatoren mit 6 StE Fassungsvermögen und 40 Minuten Chargenzeit, errechnet sich:  $S = 6 \cdot 0,7 \cdot (2000 : 40) = 210$  StE/Woche. Wenn man nur 2 Sterilisatoren 6x6x9 einplant, wird es also eng, man sollte besser 3 von diesen Apparaten einplanen oder - was billiger ist - 2 Sterilisatoren 6x6x12 mit 8 StE Fassungsvermögen und 45 Minuten Chargenzeit.

Um Zeit zu sparen, erlauben Sie mir folgende Hinweise ohne nähere Begründung: Glauben Sie nicht an kurze Chargenzeiten, dafür bezahlen Sie mit schlechter Trocknung und einem stark erhöhten Risiko von Unsterilität beim kleinsten Fehler - und völlig fehlerlose Technik ist unbezahlbar. Und wenn Sie elektrisch beheizte Dampfkessel haben, zahlen Sie außerdem für den besonders hohen Spitzen-Stromverbrauch.

Die erforderliche Chargenzeit ist in großem Umfang abhängig vom Kammervolumen. Das hängt mit dem small-load-Effekt und mit der Dynamik der Dampfkondensation zusammen.

Standard ist die Sterilisation bei 134°C. Nach meinen Erfahrungen birgt die Sterilisation bei 121°C spezielle Risiken, vor allem in großen Sterilisatoren, Sterilisation bei 134°C halte ich für sicherer.

## Installation

Dampfsterilisatoren werden grundsätzlich im fertigen Raum aufgestellt, nach Abschluß der Malerarbeiten. Dampfsterilisatoren sollten unmittelbar nach dem Aufstellen eingefahren und einer Abnahmeprüfung unterzogen werden. Zu diesem Zeitpunkt muß die Betriebsmittelversorgung gewährleistet sein.

Die Belastbarkeit der Fundamente bzw. die Verkehrslast für den Aufstellplatz müssen für das Betriebsgewicht des Sterilisators bei der Wasserdruckprüfung ausreichen. Der Bodenbereich, auf dem ein Dampfsterilisator aufgestellt wird, muß wasserdicht sein.

Wartungszugang ist im allgemeinen von der Front des Sterilisators aus nötig und zusätzlich sollte ein Zugang von mindestens einer Seite möglich sein. Zu Starkstrom-Schaltelementen muß 700 mm Abstand eingehalten werden, Wartungsgänge zwischen Sterilisatoren sollen mind. 500 mm breit sein und dürfen nicht durch Einbauten eingeengt werden. Dagegen wird häufig verstoßen, vor allem Vakuumpumpen und ähnliche Aggregate werden gern in diesem Gang installiert. Übrigens ist es gar nicht wirtschaftlich, solche Gänge (wenn sie denn frei bleiben) in den Sterilisator zu integrieren, denn damit ist dieser Platz ja verbaut, und Wartung findet nur alle paar Monate statt.

Für die Be- und Entlüftung des Aufstellraumes sind die Arbeitsstättenverordnung und DIN 1946 zu beachten. Die Wärmeabfuhr und die Frischluftzufuhr müssen sicherstellen, daß die Temperatur im Gehäuse des Sterilisators 50°C nicht übersteigt. Zu beachten: beim Öffnen der Kammertüre kann die Wärmeabgabe um das 10- bis 15-fache ansteigen. Abwärme fällt überwiegend im Gehäuse des Sterilisators an. Es wird empfohlen, die erwärmte Abluft aus dem Sterilisator abzusaugen.

Zum Betrieb der Vakuumpumpe und als Kühlwasser wird Brauchwasser benötigt, das grundsätzlich Trinkwasserqualität haben sollte. Bei Anschluß an das Trinkwassernetz ist DIN 1988 zu beachten, im allgemeinen ist eine "Sicherungskombination" aus Rohrbelüfter und Rückflußverhinderer vorzusehen.

Als Speisewasser ist grundsätzlich aus Trinkwasser hergestelltes demineralisiertes Wasser zu verwenden. Das Kesselwasser wird bei 140°C bis 160°C verdampft, es darf dabei nicht schäumen. Umkehr-Osmose-Permeat erfüllt die Anforderungen in der Regel nicht ohne Nachbehandlung. Zur Abscheidung von Partikeln  $\geq 0,2 \mu\text{m}$  aus Mischbett-Entsalzungspatronen wird der Einbau eines Membranfilters empfohlen.

Sterilisierdampf muß Reindampf sein. Im Anhang II der Gefahrstoffverordnung genannte Gefahrstoffe, z.B. Hydrazin, dürfen im Sterilisierdampf nicht nachweisbar sein. Der Kondensat-Massenanteil im Sterilisierdampf (Nässe) soll bei Sterilisiertemperatur etwa 2 % betragen. In der Praxis wird Nässe auf dem Sterilgut durch Wassersäcke in den Leitungen oder zu kleine Dampfkessel verursacht, die bei der für Dampfsterilisatoren typischen stark wechselnden Dampfgeschwindigkeit ein schwallartiges Auftreten von Wasser im Dampf verursachen. Der Sterilisierdampf soll keine Gase enthalten, die bei Sterilisiertemperatur nicht kondensierbar sind. Als Grenzwert gilt z.Zt. max. 35 ml Gas pro Liter

Kondensat. Auch bei diesen Gasen ist ein schwallartiges Ansteigen der Gaskonzentration z.B. beim Einschalten der Kesselheizung kritisch.

Durchlauf-Dampferzeuger (sog. Schnelldampfentwickler) sind für eine sichere Sterilisierdampfversorgung innerhalb der zulässigen Abweichungen im allgemeinen nicht geeignet.

Dampfsterilisatoren müssen mit frischem, strömendem Dampf versorgt werden; Anschlußleitungen >30 m Länge, die zur Versorgung eines Dampfsterilisators dienen, und Leitungen mit stagnierendem Dampf sind zu vermeiden. Die Nennweite der Dampfleitungen ist für den Spitzenbedarf des Dampfsterilisators auszulegen, der im allgemeinen mit 150 kg/h bis 300 kg/h zu veranschlagen ist. Die Leitungen müssen zum Sterilisator mit einem Gefälle von mind. 1 : 50 verlegt werden, längere horizontale Leitungsteile sägezahnförmig. Die Leitungen müssen in ihrem Verlauf entwässert werden, Wassersäcke müssen vermieden werden. Eine Reduzierung auf 4 bar ist mindestens 20 m vor dem Sterilisator vorzunehmen.

Sterilisier-Kondensat ist gering verunreinigt. Die Kondensatleitung dient zur Entlüftung und Entwässerung des Sterilisators. Kondensatableiter sind Bestandteil der Sterilisationsanlage; weitere Ableiter dürfen in der bauseitigen Kondensatleitung nicht vorhanden sein. Dies gilt auch für das reine Kondensat aus dem Heizmantel der Sterilisierkammer.

Das Abwasser von Dampfsterilisatoren für medizinische Zwecke kann geringfügig verunreinigt sein; eine gefährliche Kontamination mit Mikroorganismen ist nicht anzunehmen.

Kühl- und Betriebswasser werden stoßweise in das Abwassernetz eingeleitet. Die Abwassertemperatur beträgt im allgemeinen weniger als 65°C. Kühl- und Betriebswasser können mit Luft vermischt sein, sie müssen getrennt von anderen Abläufen in ein belüftetes Fallrohr geleitet werden - nicht mit dem Bodenablauf zusammenführen.

Die Abblaseleitung von Sicherheitsventilen für Dampf und ggf. Druckluft ist mit möglichst geringem Strömungswiderstand und ohne jede Absperrmöglichkeit ins Freie zu führen, sie muß so ausmünden, daß niemand durch austretenden Dampf oder Kondensat gefährdet wird. Die Abblaseleitung ist mit Gefälle zu verlegen, Wassersack vermeiden! Die Prüfung der Abblaseleitung erfolgt grundsätzlich durch Versuch, es ist also immer eine Abnahmeprüfung vor Ort nötig, auch bei Geräten mit Baumusterprüfung.

Dampf-Großsterilisatoren sind als ortsfeste, elektrische Betriebsmittel grundsätzlich durch einen konzessionierten Fachbetrieb nach den Vorschriften des zuständigen EVU anzuschließen. Die Zuleitung ist abzusichern. Es wird empfohlen, in der Zuleitung zusätzlich einen Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schalter) mit 35 mA Auslösestrom anzuordnen.

### **Instandhaltung**

Dampfsterilisatoren sind Medizin-Geräte im Sinne der geplanten EG-Richtlinie Medizinprodukte. Dampfsterilisatoren unterliegen regelmäßigen Prüfungen auf Wirksamkeit bzw. müssen regelmäßig revalidiert werden. Die Prüfung wird jeweils vom Sachverständigen bzw. vom Sachkundigen bescheinigt.

Grundsätzlich unterliegen alle Druckbehälter sowie alle Rohrleitungen mit mehr als 25 mm Nennweite wiederkehrenden Prüfungen. Die Verschlüsse von Dampfsterilisatoren sind alle 2 Jahre durch einen Sachverständigen vom TÜV bzw. durch einen Sachkundigen zu untersuchen. IEC 1010 Teil 1 und Teil 2 "Sicherheitsregeln für elektrische Geräte zum Messen, Steuern und für den Labor-Gebrauch" gelten auch für Dampfsterilisatoren und stellen Anforderungen, die von den einschlägigen deutschen Vorschriften abweichen.

Für Dampferzeuger ist die Dampfkesselverordnung maßgeblich; Dampfkessel in Dampfsterilisatoren gehören überwiegend zur Gruppe III (nicht mehr als 50 Liter Wasserinhalt bei NW). Für größere Dampfkessel der Gruppe IV muß ein Kesselaufstellraum nach TRD 403 vorhanden sein. Kessel der Gruppe IV müssen unter Beachtung der TRD der Reihe 600 von einem sachkundigen Kesselwärter beaufsichtigt werden.

Sicherheitsventile, die durch Rückstände aus dem Dampf oder aus dem Speisewasser verschmutzt werden können, sind entsprechend der zu erwartenden Verschmutzung regelmäßig durch Anlüften zu prüfen. Diese Prüfung soll mindestens 1-mal im Monat erfolgen.

Sicherheitsventile von Dampfsterilisatoren sowie Sicherheitsventile von Dampfkesseln, die mit entsalztem Wasser gespeist werden, sind im Abstand von höchstens 6 Monaten durch Anlüften auf Funktionsfähigkeit zu prüfen (siehe TRD 601 Blatt 1, Abschn. 6).

Mindestens einmal im Jahr ist zu prüfen, ob die Sicherheitsventile bei Überschreiten des zulässigen Betriebsüberdruckes abblasen.

Dampfsterilisatoren sind ortsfeste Anlagen im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift\_VRG\_4\_ "Arbeiten an elektrischen Anlagen" und der VDE 0105 und müssen spätestens alle 4 Jahre geprüft werden. FI-Schaltungen an stationären Anlagen sind alle 6 Monate durch Betätigen der Prüfeinrichtung auf Wirksamkeit zu überprüfen (Durchführungsanweisung zu VBG 4, § 5, Abs.1 Nr.2).

Eine richtig organisierte und planmäßig durchgeführte Wartung ist unverzichtbar. Ein nachvollziehbarer Rhythmus sollte vorgegeben werden, z.B. monatlich. Andere Kriterien, etwa "alle 400 Chargen", werden zwar der tatsächlichen Beanspruchung oft besser gerecht, lassen sich aber schlecht planen.

Bei Inspektionen soll die Funktion des Apparates und seiner Bauteile geprüft werden; funktionierende Teile sollen nicht unnötig ausgebaut oder auseinandergenommen werden. Zu kontrollieren sind vor allem die Sicherheitsfunktionen und der Ablauf der Sterilisierprogramme und dafür nötigen Bauteile.

Die Software eines Sterilisierprogrammes darf nur vom Hersteller des Dampfsterilisators verändert werden. Eine Änderung der Software oder der Dynamik des Prozesses (z.B. durch andere Nennweite von Ventilen) kann eine sehr aufwendige neue Typprüfung des Sterilisators nötig machen.

Die kalte Sterilisierkammer sollte grundsätzlich wöchentlich einmal gereinigt werden; Beläge, insbesondere an der Oberseite der Kammer, müssen entfernt werden. Korrosion entsteht

grundsätzlich im Laufe der Zeit, regelmäßige Reinigung, d.h. Entfernen der Salze, verzögert das Eintreten eines Schadens entscheidend. Bei Undichtigkeiten bilden sich Salzkrusten nicht in der Leitung sondern außen an der undichten Stelle - ein Spannungsriß wächst aber genauso gut von außen nach innen wie von innen nach außen. Also bitte: wenn eine Verschraubung z.B. am Kessel undicht war, Salzkrusten auch außen entfernen. Zur Reinigung von rostfreiem Stahl sind grundsätzlich die mechanischen Verfahren - wischen, scheuern, schleifen - zu bevorzugen. Die beim Reinigen verletzte Schutzschicht von Chrom-Nickel-Stahl regeneriert sich an der Luft von selbst, ein "Passivieren" ist nicht nötig. Reinigungsmittel für rostfreie Stähle müssen frei sein von Halogenen und dürfen keine Rückstände hinterlassen.

Mechanisch wirkende Verschlußteile (Gewinde, Riegel, Gleitschienen) sind mit dampf- und hitzebeständigen Mitteln zu schmieren. Die Kammer selbst darf nicht mit öl- oder fett-haltigen Mitteln gepflegt werden.

**Täglich:** Türdichtung prüfen, bei Verschmutzung säubern (auch die Dichtungsnut!) oder ersetzen; Schmutzsieb am Kammerboden säubern

**Wöchentlich:** Kammer pflegen, Eigendampferzeuger entleeren und neu füllen

**Regelmäßig** ist der Zustand von Speise- und Kesselwasser sowie des Kondensates zu kontrollieren:

	Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH-Wert	Aussehen
Speisewasser	< 5	5 ... 7	klar
Kesselwasser	< 100	6 ... 9	klar
Kondensat	< 3	6 ... 8	klar

Das Wasser soll bei normalem Tageslicht klar und farblos sein; es dürfen sich keine sichtbaren Sedimente auf dem Boden des Probenahmegefäßes absetzen.

**alle 6 Monate:** Filter und Schmutzfänger säubern; Sterilfilter wechseln; Aggregaterraum säubern (Staubsauger)

**Jährlich** mindestens einmal im Jahr soll ein Fachmann eine Inspektion durchführen; dabei sind alle Regler und Meßgeräte zu justieren. Für diese Arbeit sind speziell kalibrierte Prüf-Meßgeräte nötig.

Dipl.-Ing. Ernst Denkhöfer

# **Sterilisation thermolabiler Güter im Krankenhaus - kritischer Vergleich der Alternativen Ethylenoxid, Formaldehyd und Plasma**

## **Überblick**

### **A. Historischer Rückblick und aktuelle Situation**

### **B. Vergleichskriterien der Wirksamkeit**

1. Chemisches Abtötungspotential
2. Physikalisches Penetrationsvermögen
3. Verfahrenstechnischer Aufwand
4. Notwendige Wirkstoffkonzentrationen
5. Mögliche Einwirktemperaturen
6. Notwendige Einwirkzeiten
7. Mögliche Sterilisiergut-Packmittel
8. Genormte Wirksamkeitskontrollen

### **B. Vergleichskriterien der Verträglichkeit**

1. Einsatzverträglichkeit für Sterilisiergüter
2. Einsatzverträglichkeit im Sinne des Arbeitsschutz
3. Einsatzverträglichkeit für den betroffenen Patienten
4. Umweltverträglichkeit bei der Gefahrstoff-Entsorgung

### **C. Vergleichskriterien der Wirtschaftlichkeit**

1. Geräte im Investitionskostenvergleich
2. Laufende Betriebskosten im Vergleich
3. Stillstandskosten für Sterilisiergüter

### **D. Zusammenfassende Bewertung der Vergleichskriterien**

## Sterilisation thermolabiler Güter im Krankenhaus

### - kritischer Vergleich der Alternativen

#### Ethylenoxid, Formaldehyd und Plasma

##### A. Historischer Rückblick und aktuelle Situation

Die Ethylenoxid(EO)-Gassterilisation wird seit etwa 40 Jahren im Krankenhaus eingesetzt. Die Formaldehyd(FO)-Gassterilisation im Krankenhaus ist etwa 10 Jahre jünger. Beide Verfahren entwickelten sich zunächst mehr oder weniger unabhängig voneinander. Während sich in den USA und in Mitteleuropa die EO-Gassterilisation etablierte, war der Krankenhausbetrieb in Großbritannien und Skandinavien von Anfang an durch den Einsatz der FO-Gassterilisation geprägt. Den eigentlichen Wirkmechanismus besser umschreibend wird dieses Verfahren dort auch als "Niedrig-Temperatur-Dampf-Formaldehyd-Sterilisation" bezeichnet.

Aus heutiger Sicht beurteilt wurde die EO-Gassterilisation früher in bezug auf mögliche und vermeidbare Belastungen und Schädigungen von Krankenhaus-Personal, Patient und/oder Umwelt relativ unkritisch eingesetzt. Allgemein anerkannt waren die ausgezeichneten mikrobiziden Eigenschaften des Agens Ethylenoxid, verbunden mit einem hohen Durchdringungsvermögen, abgesichert eingesetzt in Sterilisatoren, die bereits damals nach strengen sicherheitstechnischen Standards gebaut werden mußten. Durch eine Reihe von Untersuchungen hatte sich aber das Bewußtsein um das im Ethylenoxid steckende Gefährdungspotential geschärft. Ab Mitte der siebziger Jahre sind mögliche gesundheitliche Gefährdungen, die mit der EO-Sterilisation verbunden sein können, strenger beurteilt worden.

Gegen Ende der siebziger Jahre, sicherlich auch durch die Gefährdungsdiskussion über Ethylenoxid initiiert, wurde die FO-Gassterilisation in Deutschland auf breiter Basis eingeführt und als Alternative zur EO-Gassterilisation propagiert. In den USA konnte sich ein nennenswertes Interesse für die FO-Gassterilisation nicht entwickeln. Dort setzte man sich zu einem früheren Zeitpunkt mit dem Gefährdungspotential von EO auseinander und leitete daraus auch früher als z.B. in Deutschland eine noch strengere Reglementierung der Einsatzbedingungen zur EO-Sterilisation bis hin zur Desorption und Abgasentsorgung ab. Eine Situation, in der sich zwei Verfahren gleichsam in "Konkurrenz" gegenüberstehen, ist also nur in Mitteleuropa, vorrangig in Deutschland, festzustellen.

Beide Sterilisiermedien erlebten in den folgenden Jahren ein mehrfaches Wechselbad öffentlicher Bewertung und Beurteilung, welcher der beiden Einsatzstoffe nun der bessere, respektive der weniger gefährliche sei. Während Unklarheiten über Sterilisierwirksamkeit, deren Reproduzierbarkeit und Kontrolle die anfängliche Euphorie über Formaldehyd als Sterilisiergas bremsen, verunsicherten Untersuchungen über hohe Rückstandswerte bei ethylenoxidsterilisierten Gütern das vom notwendigen Einsatz der EO-Gassterilisation überzeugte Klinikpersonal. Etwa zur Jahresmitte 1984, auf dem Höhepunkt der allgemeinen öffentlichen Diskussion über Formaldehyd, die zum Teil hysterische Züge annahm, war sogar eine deutlich wachsende Akzeptanz der EO-Gassterilisation zu Lasten der FO-Gassterilisation zu verzeichnen. Erst die gemeinsamen Festlegungen und Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz sorgten Ende 1984/Anfang 1985 wieder für eine sachgerechte Beurteilung von Formaldehyd bei der Wahl der richtigen Sterilisiermethode. Ethylenoxid wurde gleichzeitig deutlich kritischer beurteilt. Die Bedeutung der EO-Gassterilisation sank vergleichsweise. Aber noch 1988 ergab eine an westdeutschen Universitätskliniken durchgeführte Befragung für die Zahl der dort eingesetzten EO-Gassterilisatoren im Vergleich zur Zahl an FO-Gassterilisatoren ein Verhältnis von etwa 10 : 1, also ein noch eindeutiges Übergewicht der EO- gegenüber der FO-Gassterilisation.

Andererseits erlebte die FO-Sterilisation mehr aus taktisch-ökonomischen Erwägungen heraus ungeahnten Auftrieb mit der TRGS 512, die erstmalig und verbindlich u.a. den Einsatz der EO-Gassterilisation durch strenge Auflagen ordnete. Mancher Investor im Krankenhaus glaubte, mit der Anschaffung eines FO-Gassterilisators die z.T. recht kostenträchtigen und lästigen TRGS-Bestimmungen vermeiden zu können. In einigen Fällen führten diese Überlegungen zum genau umgekehrten Ergebnis: verunsicherte Behörden sahen im Fehlen von Formaldehyd bei der ausdrücklichen Nennung von amtlich zugelassenen Begasungsmitteln und damit im fehlenden Regelwerk zur FO-Sterilisation einen klaren Hinweis dafür, daß es sich bei der FO-Gassterilisation um eine nicht zugelassene, damit illegale Maßnahme handelte. Verbote drohten, aber dieser mehr formaljuristische Aspekt verschwand recht bald. Er hätte ansonsten auch alle bishe-

rigen Überlegungen im Für und Wider beider Sterilisiermethoden, insbesondere die des Arbeitsschutzes, auf den Kopf gestellt. Die FO-Sterilisation wurde sachgerecht und gemeinsam mit der EO-Sterilisation in ein Regelwerk eingebunden, das die besonderen medizinischen Belange der Gassterilisation besser berücksichtigt als die alte TRGS 512. Mit der TRGS 513 unterliegen nun beide Sterilisiermethoden gleichen Vorschriften.

Neuerdings wird die bereits erwähnte "Konkurrenz" von EO und FO zusätzlich geprägt durch eine dritte Methode zur Sterilisation thermolabiler Güter, nämlich durch die Niedrig-Temperatur-Plasma-Sterilisation. Wesentliche Entwicklungsimpulse dieses neuen Verfahrens stammen aus den USA. Substitutionsüberlegungen und -argumente der Plasmasterilisation zielten zunächst mehr oder weniger gegen die EO-Sterilisation, ein Aspekt, der angesichts der "Vormachtstellung" von EO in Amerika nicht verwundert, war doch mit dem steigenden Wissen um das Gefährdungspotential im Ethylenoxid auch eine gesteigerte Suche nach Substitutionspotentialen verbunden, die man zu diesem späten Zeitpunkt im Formaldehyd nicht (mehr) sah. Die Plasmasterilisation ist seit etwa drei Jahren im Gespräch, der praktische Einsatz entsprechender Geräte wurde mehrfach avisiert und ein paarmal wegen noch offener Fragen zurückgezogen. Zur Zeit befinden sich einige Geräte in der klinischen Erprobung.

Die praktische Frage nach der richtigen Methode zur Sterilisation thermolabiler Güter stellt sich für unsere Krankenhäuser vorrangig mit Blick auf die bekannten, anerkannten und genormten Methoden der EO- oder FO-Sterilisation. Gleichwohl ist der "newcomer", die Plasmasterilisation, mit in die Auswahlfrage und -entscheidung miteinzubeziehen, insbesondere aufgrund der Vorteilsargumente zur Verträglichkeit für Personal, Patient und Umwelt.

Die distanzierte Beurteilung der Gassterilisation führte auch zu einer stärkeren Umstellung auf thermische Keimabtötungsverfahren. Alternativ-Werkstoffe für medizinische Wiedereinsatzgüter, die thermostabil und damit dampfsterilisierbar sind, gleichzeitig aber die geforderte Werkstoff-Elastizität und -Weiche behalten, wurden gesucht und gefunden. Seit der Novellierung des Arzneimittelgesetzes von 1988 wird die Wiederverwendung und damit Resterilisation von Einmalartikeln differenzierter und in kleinerem Umfang betrieben. Insgesamt ist dadurch das Volumen an gassterilisierten Gütern zurückgegangen.

Für die Zukunft dürfte die Bedeutung der Gassterilisation wieder wachsen, und zwar mit dem steigenden Einsatz minimal invasiver Operationstechniken. Die dabei benutzten Instrumente sind oftmals im ganzen oder in vielen Einzelteilen nicht dampfsterilisierbar. Es bleibt - nachdem Sterilität bei den meisten endoskopischen Eingriffen inzwischen festgeschriebene Bedingung ist - zwingend der Einsatz der Gassterilisation. Schneller Wiedereinsatz der wertvollen und damit verhältnismäßig teuren Instrumente und Gerätschaften ist dabei auch ein Kriterium für die "richtige" Wahl des Gassterilisationsverfahrens.

Wenn im übrigen hier - getreu dem Vortragstitel - die Gassterilisation als ein für alle drei Sterilisationsmethoden umfassender Begriff steht; wird mancher, insbesondere der Hersteller von Niedrig-Temperatur-Plasmasterilisationen, das als falsch oder sogar provokativ empfinden. Nicht nur aus methodischen Gründen sondern wegen der verfahrenstechnisch z.T. gleichartigen oder ähnlichen Bedingungen kann die Plasmasterilisation zur Gassterilisation im allgemeinen gezählt werden.

Wichtigstes Kriterium bei der Wahl der richtigen Methode ist zweifellos die Sicherheit der einwandfrei sterilisierenden Wirkung des jeweiligen Verfahrens. Nachdem bei allen drei Verfahren gefährliche Arbeitsstoffe zum Einsatz gelangen, wird die Auswahlüberlegung auch vom Kriterium abhängig zu machen sein, welche Methode Mensch und Umwelt am wenigsten belastet oder im Störfall belasten kann. Die Frage der kostengünstigeren Verfahrenswahl ist ebenfalls zu prüfen. Ob Formaldehyd also die Ethylenoxidgassterilisation oder sogar die Plasmasterilisation die EO- und die FO-Sterilisation ersetzen kann, wird gleichsam im "Magischen Dreieck" zwischen Wirksamkeit, Verträglichkeit und Wirtschaftlichkeit zu untersuchen sein.

## **B. Vergleichskriterien der Wirksamkeit**

### **1. Chemisches Abtötungspotential**

Ethylenoxid und Formaldehyd sind chemisch inhomogene Substanzen mit stark reaktiven Gruppen, die sich besonders leicht mit allen Molekülen, die ein reaktionsfähiges Wasserstoffatom enthalten, verbinden. Dies ist z.B. bei allen funktionellen Gruppen von Zellproteinen, den wesentlichen Bausteinen von Mikroorganismen, der Fall. Dieser Reaktionsprozeß, die sogenannte "Alkylierung", bewirkt eine Inaktivierung von Makromolekülen. Beide alkylierende

Wirkstoffe greifen also aufgrund ihrer "chemisch-physikalischen Spannung" in den Stoffwechsel von Mikroorganismen ein und begründen damit ihr Abtötungspotential.

Beide Agenzia benötigen Wasser als Hilfsfaktor für den beschriebenen Alkylierungs- und Reaktionsprozeß. Für EO muß der Mikroorganismus einen bestimmten Wassergehalt haben, um das Gas eindringen und wirksam werden zu lassen. Dabei wirkt EO bereits als solches, während FO als trockenes Gas nicht mikrobizid sein kann. Vielmehr wird FO aus einer Formaldehyd-Lösung als Hydrat in die Gasphase gebracht, d.h. durch die Verdampfung einer gesättigten, wäßrigen Lösung von Formaldehyd entsteht ein Gemisch aus gasförmigem Formaldehyd und Wasserdampf. Während für die mikrobizide Wirkung von EO bereits eine relative Feuchte ab 30% als ausreichend angesehen wird, ist bei FO erst bei mehr als 70% r.F. eine Entkeimung zu erwarten. Für beide Agenzia gemeinsam gilt, daß bei verbesserter Konditionierung des Sterilisiergutes und der anhaftenden Mikroorganismen - eben durch Erhöhung der relativen Feuchte - eine stärkere, respektive schnellere Keimabtötung stattfindet.

Die bei der Plasmasterilisation eingesetzten sogenannten "chemischen Vorläufer" sind als Flüssigkeit oder Gas nicht oder nur unbedeutend mikrobizid. Erst in der Plasma-Phase kann sich ein nennenswertes Abtötungspotential entwickeln. Plasma ist der vierte Aggregatzustand eines Stoffes, z.B. allgemein bekannt vom ionisierenden Glimmen des Nordlichts oder vom Licht einer Neonröhre her. Keimabtötende Wirkung konnte nachgewiesen werden mit einem Sauerstoff-Plasma, vor allem aber mit Wasserstoffperoxid-Plasma. Mit Hilfe einer Plasmaquelle, in der Regel einem Hochfrequenzfeld, wird Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) im Vakuum in den Plasma-Zustand versetzt. Die dabei freiwerdenden energiereichen Elektronen sind in der Lage, chemische Verbindungen aufzubrechen und somit chemische Reaktionen zu initiieren. Es entstehen u.a. freie, hochreaktive Radikale (Hydroperoxid-Radikale), die sich mit den bereits erwähnten reaktionsfähigen Wasserstoff-Radikalen in den funktionellen Gruppen der Zellproteine verbinden. Der Reaktionsprozeß wird hier nicht durch die normale, bereits in gasförmiger oder flüssiger Form wirkende "chemisch-physikalische Spannung", wie bei EO oder FO, sondern durch die Schaffung des vierten Aggregatzustandes angeregt. Die Inaktivierung und Abtötung von Mikroorganismen vollzieht sich dann aber im vergleichbaren Reaktionsmechanismus wie bei den beiden alkylierenden Wirkstoffen EO und FO. Eine Konditionierung des Gutes ist dabei nicht erforderlich. Die relative Feuchte im Gut ist mit ca. 5% sehr niedrig.

## 2. Physikalisches Penetrationsvermögen

Thermolabile Sterilisiergüter bestehen im wesentlichen aus Kunststoffen verschiedener Art und Zusammensetzung sowie Schichtdicke. Es gibt praktisch keinen Kunststoff, der nicht - im Gegensatz z.B. zu Metallen - eine merkliche und meßbare Gasdurchlässigkeit aufweist. Der Gastransport durch die Kunststoffe geht dabei aber keineswegs durch mikroskopische Poren, sondern vollzieht sich im Rahmen einer sog. "Lösungsdiffusion", ähnlich wie bei Flüssigkeiten. Dabei löst sich auf der Seite mit dem höheren Gasdruck das Gas im Kunststoff, diffundiert durch den Kunststoff hindurch und wird auf der Seite mit dem niedrigeren Gasdruck wieder desorbiert. Dieser Diffusionsvorgang ist, neben dem Werkstoff und der Schichtdicke des jeweiligen Kunststoffmaterials, auch vom Reaktionsvermögen des diffundierenden Gases abhängig, wobei sowohl die Löslichkeit des Gases im zu durchdringenden Kunststoff als auch der Dampfdruck (Partialdruck) des Gases von bestimmender Bedeutung sind.

Für die beiden Agenzia EO und FO gilt eine hohe Reaktionsfähigkeit durch rasche Verbindung mit den reaktionsfähigen Wasserstoffatomen verschiedener Molekülgruppen, die auch in der makromolekularen Zusammensetzung von Kunststoffen vorkommen. Der Dampfdruck, entscheidender Faktor für die Partialdruckdifferenz auf beiden Seiten des penetrierten Kunststoffes - z.B. der Außen- und Innenseite eines englumigen Katheters - ist bei beiden Wirkstoffen allerdings deutlich verschieden: der von EO wird mit 1440 mbar (bei 20 °C) und der von FO über einer wässrigen 30 %igen Lösung (ebenfalls bei 20 °C) mit 1,13 mbar angegeben. Dieser prinzipielle physikalische Unterschied zwischen EO und FO wird noch größer angesichts der eingesetzten wesentlich geringeren Wirkstoffkonzentrationen bei FO mit folglich noch geringerem FO-Dampfdruck.

Allgemein wird deshalb auch das Diffusionsvermögen von FO gegenüber EO als deutlich schlechter angesehen. Eine Zeitlang war man deshalb der Ansicht, daß die FO-Gassterilisation eine sog. "Oberflächensterilisation" sei. Inzwischen ist aber nachgewiesen, daß die Kunststoffe auch mit Formaldehyd und Wasserdampf in der beschriebenen Lösungsdiffusion reagieren und so für dieses Wirkgemisch durchlässig sind. Allerdings ergeben sich, je nach polymerem Werkstoff, zum Teil deutliche Durchdringungsunterschiede und infolgedessen auch Keimabtötungserfolge, wenn das Wirkgasgemisch ausschließlich durch das Gut diffundieren müßte, um in die Innenräume - dort z.B. zum Bio-Indikator als Testkeim - zu gelangen. Am besten sind Gegenstände aus Silicon und Polyvinylchlorid (PVC) zu penetrieren, etwas weniger gut "durchlässig" ist Polyethylen

(PE), ganz schlecht zu durchdringen sind Polyamid (PA) und Polytetrafluorethylen (PTFE). Mit PA hat es bereits früher schon bei der EO-Gassterilisation Probleme gegeben. Vor Jahren im Handel erhältliche sog. Schlauchfolien, die zum Verpacken gassterilisierbarer Güter dienten, erwiesen sich als ungeeignet, da das Wirkgas nicht zum Sterilisiergut durchdringen konnte: die Folien waren aus PA. Heute sind DIN-geprüfte Verbund-Verpackungen aus Papier/Folie erhältlich, die ein einwandfreies Durchdringen sowohl von EO wie auch FO sicherstellen.

Bei der Plasmasterilisation ergeben sich ganz andere Probleme der Penetration: die Lösungsdiffusion funktioniert hier nicht, das Wasserstoffperoxid-Plasma kann die Kunststoffe nicht durchdringen. Erschwerend kommt hinzu, daß das Wasserstoffperoxid als "chemische Vorläufer" während der "Diffusionsphase" nicht ohne zusätzliche Hilfe in englumige Hohlräume gelangen kann, so daß sich dort auch keine Plasmawolke bildet. Ohne Adapterunterstützung können nur maximal 5 cm lange Materialien mit 1 mm Lumen-Durchmesser sterilisiert werden. Mit Adapterunterstützung können maximal 2 m lange Materialien mit 1 mm Lumen-Durchmesser, aber an beiden Seiten offen, sterilisiert werden. Als Adapter dienen kleine Ampullen mit einer zusätzlichen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Füllung, die z.B. auf den Arbeitskanal eines Endoskops aufgesteckt werden. Die Ampullen werden vor der Sterilisation zerdrückt, damit ausreichend Wirkflüssigkeit in die Kanäle diffundieren kann. Die Sterilisierwirksamkeit des Verfahrens ist bei dieser Handhabung nachgewiesen. Es ist aber zu bezweifeln, daß sich eine derartige, mit zusätzlichen Handarbeiten verbundene, unsichere, nicht einwandfrei reproduzierbare Arbeitsweise bei der Vorbereitung von Sterilisiergut im Krankenhausalltag durchsetzen kann.

### 3. Verfahrenstechnischer Aufwand

Um das vergleichsweise schlechtere Diffusionsverhalten des FO-Wasserdampf-Gemisches gegenüber EO auszugleichen, ist es notwendig, insbesondere bei englumigen Gütern den aktiven Transport des Wirkgasgemisches in die engen und langen Innenräume durch besondere verfahrenstechnische Schritte zu unterstützen und die eigentliche Sterilisation unverändert zuverlässig vorzubereiten. Dies geschieht dadurch, daß das Gemisch - nach einer ersten Vakuum- und Dichtigkeitstestphase - in mehreren Schüben in die Sterilisierkammer einströmt und mit der noch verbleibenden Restluft, die sich mit jedem Schub verkleinert, wieder abgesaugt wird. Mit einer ausreichenden Anzahl von Druckwechseln eines pulsierenden bzw. fraktionierten Vorvakuums wird der Austausch der Luft

gegen Wirkatmosphäre sichergestellt. Das hat den zusätzlichen Vorteil, daß mit der fraktionierten Entlüftung auch eine fraktionierte Wirkstoffanreicherung am biologischen Material der Mikroorganismen verbunden ist. Deshalb sind bei der FO-Gassterilisation 18 bis 20 Fraktionierungen notwendig.

Bei der EO-Gassterilisation reicht hingegen ein dreimaliges Absaugen und Einströmen von reinem Wasserdampf, um am Sterilisiergut anhaftende Mikroorganismen optimal auf den Kontakt mit EO vorzubereiten. Bei der FO-Sterilisation muß aber auch sichergestellt sein, daß der jeweilige Druckwechsel ausreichend groß ist, damit sich überhaupt "etwas bewegt" und damit z.B. in langen und engen Hohlräumen der zu sterilisierenden Güter ein Austausch stattfinden kann. Zahlreiche Tests und die daraus gewonnenen Erfahrungen haben gezeigt, daß eine Druckdifferenz von mindestens 140 bis 150 mbar ausreichend ist.

Mit Hilfe dieser verfahrenstechnisch etwas aufwendiger und anspruchsvoller zu realisierenden Vorbereitungsschritte ist bei der FO-Sterilisation der Gastransport zu den Mikroorganismen gleichermaßen sichergestellt wie bei der EO-Sterilisation mit vergleichsweise weniger anspruchsvoller Verfahrenstechnik.

Auch bei der Plasmasterilisation wird zunächst die Kammer evakuiert. Im Anschluß danach wird  $H_2O_2$  injiziert. Während der nachfolgenden Diffusionsphase, in der das Vakuum etwas geringer wird, soll sich der chemische Vorläufer überall in der Kammer verteilen, bevor eine erneute Evakuierung die Plasma-phase als eigentliche Sterilisierphase im Hochvakuum einleitet. Von bestimmender Bedeutung ist dabei auch die Qualität der Evakuierung. Es gibt eine deutliche Korrelation von Kammervakuum und mikrobizider Wirksamkeit des Wasserstoffperoxid-Plasmas: je niedriger der Absolutdruck in der Kammer ist, also je höher das Vakuum ist, umso besser ist die Abtötungseffizienz des Plasmas. Mit gebrauchstüblichen Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen sind die notwendigen Hochvakua nicht zu erreichen, höherwertigere Pumpen müssen eingesetzt werden. Ein Plasma-Sterilisator unterliegt besonderen Dichtigkeitsanforderungen, damit die Hochvakua ständig erreicht und gehalten werden können.

Wegen der schlechten oder nicht möglichen Diffusion in englumige Hohlräume sind zusätzliche verfahrenstechnische Arbeiten, wie bereits erwähnt, notwendig.

#### 4. Notwendige Wirkstoffkonzentrationen

Ethylenoxid wird entweder als reines Gas oder - mit zusätzlichem Inertgas - als Gasgemisch eingesetzt. Zur Sterilisation werden Gaskonzentrationen von etwa 800 - 1500 mg je Liter Leervolumen der Sterilisierkammer benötigt. Im Krankenhausbetrieb haben sich Konzentrationen von etwa 1200 mg je Liter Leervolumen bewährt. Verwendet man reines EO, wird diese Konzentration bei einem absoluten Arbeitsdruck kleiner 1 bar erreicht. Bei Gasgemischen, die z.B. nur 15 % EO mit 85 % CO<sub>2</sub> als Inertgas enthalten, folgt zwingend, daß der absolute Arbeitsdruck bei etwa 6,5 bar liegt. Beim Betrieb mit reinem EO kann im prinzipiell sichereren Unterdruck gearbeitet werden. Bei auftretenden Undichtigkeiten der Kammer oder angeschlossener Rohrleitungen kann kein Gas austreten, sondern allenfalls Außenluft nach innen gelangen. Beim Betrieb mit Gasgemischen, bei denen im Überdruckverfahren gearbeitet werden muß, sind Undichtigkeiten im Gerätesystem außerordentlich kritisch.

Für die sterilisierende Wirkung des Formaldehyd-Wasserdampf-Gemisches ist eine Mindest-Gaskonzentration von 2 mg je Liter Kammer-Leervolumen nötig. Bei zu hohen Konzentrationen (mehr als 50 mg/l) besteht die Gefahr der Polymerisation, es kann sich Paraformaldehyd bilden, die Gaskonzentration kann unkontrolliert absinken. Die für FO-Gassterilisatoren eingesetzten wässrigen Wirkstofflösungen enthalten nur 2 oder 3 % Formaldehyd (früher zum Teil noch 5 %, lediglich bei schwedischen Geräten wurde mit reinem Formalin, einer 37 %igen FO-Lösung gearbeitet). Bei diesen niedrigprozentigen Lösungen werden Gaskonzentrationen von etwa 10 - 15 mg je Liter Leervolumen der Sterilisierkammer erreicht.

Mit diesen optimalen Konzentrationswerten liegt die für die FO-Sterilisation gültige Wirkkonzentration deutlich niedriger und damit günstiger als die für die EO-Sterilisation gültige, ein Aspekt, der im Zusammenhang mit möglichen Restgaskonzentrationen bedeutsam ist.

Die Plasmasterilisation kommt mit noch geringeren Mengen an Wirkflüssigkeit des chemischen Vorläufers aus: bei einem Gerät mit ca. 70 Liter Nutzraumvolumen werden ca. 2 ml einer 58%igen Wasserstoffperoxid-Lösung eingesetzt. Je nach Anzahl zu sterilisierender Hohlkörper werden allerdings weitere H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Ampullen mit 0,17 ml Inhalt als Adapterunterstützung einzusetzen sein, so daß die gesamte Wirkstoffmenge je Charge letztlich höher liegt.

### 5. Mögliche Einwirktemperaturen

Die EO-Sterilisation funktioniert praktisch bereits ab einer Betriebstemperatur von 20 °C. Normal-Temperatur bei den eingesetzten EO-Gassterilisatoren ist 55 °C; daneben gibt es auch Zusatzprogramme bei 37 bis 42 °C Betriebstemperatur für besonders temperaturempfindliche Güter.

Für die FO-Gassterilisation gelten physikalische Gesetzmäßigkeiten, die einer möglichst niedrigen Betriebstemperatur natürliche Grenzen setzen. Das Formaldehyd-Wasserdampf-Gemisch verhält sich als verdampfte, niedrigprozentige wässrige Lösung annähernd wie eine reine Wasserdampf-Atmosphäre. Die Atmosphäre des Wirkgasgemisches folgt also in ihren Druck- und Temperaturbedingungen - wenn sie stabil und homogen bleibt (und das muß sie!) - der korrelativen Abhängigkeit von Temperatur und Druck in der Satttdampfkurve für Wasserdampf.

Wie bereits erwähnt, muß die Druckwechselfferenz während des Fraktionierens bei mindestens 150 mbar liegen. Der niedrigste Druck wird begrenzt durch die Absaugleistung eingesetzter Wasserring-Vakuumpumpen, deren Endvakuum bei etwa 50 mbar liegt. Durch zusätzliche Maßnahmen oder den Einsatz von Hochleistungsvakuumpumpen ließe sich zwar ein Vakuum mit einem Druck von weniger als 50 mbar erzielen, dann würde aber die Gefahr der Keimaustrocknung bestehen. Die eingangs erwähnte Alkylierungsbedingung einer Mindestfeuchte im Mikroorganismus wäre nicht mehr gegeben; die erhöhte Resistenz der Keime würde die Wirksamkeit des Sterilisierverfahrens in Frage stellen. Für den oberen Punkt der Druckwechselfferenz ergeben sich folglich 200 mbar Arbeitsdruck. Dies entspricht etwa 60 °C nach der Satttdampfkurve. Höhere Betriebstemperaturen wären denkbar und im Sinne einer Programmbeschleunigung auch praktikabel, niedrigere aber aufgrund der dann zu geringen Druckwechselferenzen mit der Gefahr eines unzureichenden Wirkstofftransportes in engen Lumen, also nicht ausreichend gesicherter Sterilisierwirksamkeit des Verfahrens verbunden. Die Betriebstemperatur von FO-Gassterilisatoren ist deshalb nach heutigem Kenntnisstand auf nicht weniger als 60 °C begrenzt.

Für die Plasmasterilisation mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> wurde zunächst eine Betriebstemperatur von 37 °C, inzwischen aber eine von 45 °C als richtig genannt. Offensichtlich gilt auch im Plasma die bekannte Wechselbeziehung zwischen verbesserter Keimreduzierung und höherer Arbeitstemperatur in der Kammer.

## 6. Notwendige Einwirkzeiten

Für die EO-Sterilisation gelten (bei Sterilisiertemperaturen von 37 - 55 °C) Einwirkzeiten von etwa 240 - 60 min. Die Einwirkzeiten der FO-Sterilisation liegen zwischen 60 und 10 min (bei Sterilisiertemperaturen von 60 - 75 °C). Im annähernd gleichen Temperaturbereich - also für EO bei 55 °C und für FO bei 60 °C - sind die praktizierten Einwirkzeiten demnach fast gleich. Die gesamte Betriebszeit eines FO-Sterilisierprogramms ist allerdings aufgrund der vermehrten Fraktionierungsstufen vor der Sterilisation etwas länger. Dafür ist die Zeitspanne der Restgasentfernung nach der Sterilisation, sofern sie integrativer Programmteil ist, bei der EO-Sterilisation deutlich länger.

Die Einwirkzeit bei der Plasmasterilisation liegt bei etwa 10 min, der gesamte Betriebszyklus einer Charge ist nach etwa 75 min zuende.

## 7. Mögliche Sterilisiergut-Packmittel

Thermolabiles Gut, das einer EO- oder FO-Sterilisation unterzogen wird, ist regelmäßig in Klarsicht-Sterilisierverpackungen eingepackt. Der Einsatz dieser Packmittel ist DIN-geregelt und DIN-konform.

Für die Plasmasterilisation dürfen diese Verpackungen nicht eingesetzt werden. Leinenbasierte oder zellulosehaltige Packmaterialien, z.B. Tücher oder die eben erwähnten Klarsicht-Sterilisierverpackungen, adsorbieren das zur Plasmasterilisation notwendige Medium  $H_2O_2$  und verhindern den Aufbau des Gasplasmas. Neue, andere Sterilisierpackmittel sind deshalb bei der Plasmasterilisation erforderlich: Verpackungen auf Glasfaserbasis, nämlich Polyolefin-Klarsichtfolien. Laut Hersteller-Angaben liegen für diese Spezialverpackungen DIN-Konformitätsprüfungen und -bestätigungen vor. Beladevorschriften sind zusätzlich zu beachten.

Für die bisher übliche Verpackung von Sterilisiergut gibt es eine seit Jahren eingeführte und solchermaßen geübte Krankenhauspraxis. So sind die normalen Sterilisier-Klarsichtverpackungen sowohl für thermostabile wie thermolabile Güter einsetzbar, sowohl in der Dampf- wie in der Gassterilisation anwendbar, also z.B. in der Zentralsterilisation logistisch einfach und fehlerfrei verwendbar. Die neuen Spezialverpackungen stellen deshalb ein logistisches Problem dar.

## **8. Genormte Wirksamkeitskontrollen**

Für die EO-Sterilisation gibt es schon seit vielen Jahren genormte Anforderungen zur Wirksamkeitskontrolle dieses Verfahrens. Sie sind als DIN 58 948 Teil 3 und 4 selbstverständliche Grundlage regelmäßig durchzuführender Prüfungen zur Überwachung der Sterilisierwirksamkeit (vgl. DIN 58 946, Teil 6, Ziffer 6).

Auch für die FO-Sterilisation gibt es mit DIN 58 948, Teil 13 und 14 genormte Anforderungen zur Prüfung und Überwachung der Sterilisierwirksamkeit. Diese unterscheiden sich allerdings deutlich von denen für EO. Es sind bewußt spezielle Prüfkörper einzusetzen, die die besonderen Erschwernisse für den aktiven Wirkgastransport in das Innere englumiger und langer Instrumente simulieren. Als Testkeim wird *Bacillus stearothermophilus* verwendet, der gegenüber dem FO-Verfahren besonders resistent ist. Die anfänglichen Unsicherheiten zur Wirksamkeitskontrolle von FO-Verfahren sind mit der Verabschiedung der beiden genau auf die FO-Besonderheiten abgestimmten Normen seit Januar 1987 beseitigt.

Für die Plasmasterilisation gibt es bislang noch keine Prüfrichtlinien zur Verfahrenskontrolle. Bei verschiedenen gutachterlichen Prüfungen wurde der aus der EO-Sterilisation bekannte Testkeim *Bacillus subtilis* eingesetzt. Ob dies zurecht geschah, weil er auch gegen Einwirkung von Gasplasma besonders resistent und damit ideal zur Simulation erschwerter Bedingungen wäre, ist noch nicht geklärt. Gleiches gilt für den eingesetzten Testkeim *Bacillus pumilus*, der bislang als Testkeim zur Sterilisierwirksamkeitsprüfung überhaupt nicht eingesetzt war, und für den FO-resistenten *Bacillus stearothermophilus*, der erstaunlicherweise bei den bisher vorliegenden Tests zur Plasmasterilisation kaum eingesetzt wurde. Wie die Sterilisierwirksamkeit des Plasmaverfahrens zu prüfen ist, um im Vergleich zur Dampf- sowie EO- und FO-Sterilisation adäquate Ergebnisse zu erzielen, ist also noch unsicher.

## **B. Vergleichskriterien der Verträglichkeit**

### **1. Einsatzverträglichkeit für Sterilisiergüter**

Das vergleichsweise schlechtere Diffusionsvermögen von FO wird, wie bereits erwähnt, durch verfahrenstechnische Zusatzmaßnahmen kompensiert. Die Einsatzverträglichkeit für die zu sterilisierenden Güter wird also beim Vergleich zwischen EO und FO im wesentlichen von der Bewertung der unterschiedlichen Einsatztemperaturen beider Verfahren abhängig sein.

Die überwiegend eingesetzte Sterilisiertemperatur für thermolabile Güter lag - sicherlich auch manifestiert durch die Möglichkeiten der bislang dominierenden EO-Sterilisation - bei 55 °C. Nur einige wenige Güter erforderten eine noch niedrigere Einwirktemperatur. Für diese, z.B. besonders temperaturempfindliche Elektroden oder Herzschrittmacher, werden Zusatzprogramme bei Temperaturen von 37 bis 42 °C eingesetzt. Gegen Einwirktemperaturen über 55 °C hatten die Hersteller thermolabiler Sterilisiergüter Bedenken, um temperaturbedingte Gutschädigungen oder vorzeitige Alterungen zu vermeiden. Zum Teil konnten diese Bedenken inzwischen ausgeräumt werden, so daß auch die vergleichsweise höheren Einsatztemperaturen der FO-Gassterilisation mit 60 °C toleriert werden. Ein wichtiges Beispiel für diese Entwicklung ist die inzwischen von den Herstellern flexibler Endoskope zugelassene thermische Produktbelastung mit feuchter Wärme von 60 °C. Sie gilt für Reinigungsverfahren in speziell für Endoskope entwickelten Reinigungsautomaten gleichermaßen wie für die Gassterilisation. Bei Einwirktemperaturen über 60 °C werden allerdings Beschädigungen befürchtet. Das Molybdänpulver, das sich zur Schmierung zwischen den Glasfasern der Lichtleiter befindet, könnte verhärten, die Biegsamkeit und Lichtleitfähigkeit der Glasfasern wäre beeinträchtigt. Mögliche Gutschädigungen, hervorgerufen durch FO an sich, sind allerdings bei den eingesetzten Kunststoffen zu verneinen respektive denen durch EO allenfalls gleichzusetzen.

Hier gilt also der Umkehrschluß, wenn der betreffende Wiedereinsatzartikel bisher problemlos mit EO sterilisiert werden konnte, so dürfen - bis auf den noch bestehenden Unterschied in der Temperaturbelastung - gleiche Einflußbedingungen für FO unterstellt werden. Wenn Gutschädigungen auftreten, werden diese im übrigen oftmals zu Unrecht der Gassterilisation angelastet. Ein Beispiel dafür sind Materialveränderungen an Kunststoffen durch Quellungen aufgrund von Feuchteresten in Hohlräumen. Diese Feuchteblasen sind regelmäßig auf mangelnde Trocknung am Ende der Gutaufbereitung und nicht auf eine überdosierte Konditionierung des Sterilisiergutes mit Wasserdampf zurückzuführen. Bei Wiedereinsatzgütern mit Metallbestandteilen könnten die vergleichsweise deutlich höheren korrosiven Eigenschaften von FO zu Schädigungen führen. Der Einbau von hochwertigem Edelstahl muß in diesen Fällen selbstverständlich sein.

Wenn nun aufgrund der bisherigen Dominanz der EO-Sterilisation noch viele Gebrauchsanweisungen für thermolabile Wiedereinsatzgüter keine Angaben zur FO-Sterilisation enthalten, werden die meisten Kliniken schon allein zur Vermeidung eines Haftungsrisikos und zur Wahrung der kaufvertraglichen Gewährleistungsansprüche auf abweichende Sterilisationsverfahren verzichten. Gleichwohl kommen einzelne Kliniken, die sich über diese prinzipiellen Hemmnisse hinwegsetzen, zu der Erkenntnis, daß die FO-Sterilisation mit der vergleichsweise höheren Einwirktemperatur von 60 °C einsetzbar ist. Insbesondere in Kliniken mit Gassterilisatoren, in denen beide Sterilisierverfahren wählbar sind, kann in vergleichenden Langzeitversuchen getestet und nachgewiesen werden, daß entgegen den Vorgaben in der Gebrauchsanweisung die FO-Sterilisation sehr wohl ohne Gutschädigung praktikabel ist. So werden in einem Münchener Klinikum Ultraschall-Sonden, die laut Hersteller-Vorgaben für den invasiven Einsatz nur mit EO bei 37 °C sterilisiert werden sollen, seit einiger Zeit erfolgreich und ohne vorzeitige Gutschädigung mit FO bei 60 °C behandelt.

Die klinischen Erfahrungen in Skandinavien und Großbritannien zeigen, daß mindestens 80 % aller thermolabilen Wiedereinsatzgüter mit FO gassterilisierbar sind. Ob dieser schon hohe Prozentsatz in Deutschland erreicht wird, ist auch abhängig von der Bereitschaft und Schnelligkeit, mit der die hiesigen Hersteller thermolabiler Güter für ihre Produkte zusätzlich FO-Sterilisationskonditionen testen, bestimmen und an den Klinikbenutzer weitergeben.

Mit der Arbeitstemperatur von nur 45 °C kann die Plasmasterilisation auch für besonders temperaturempfindlichen Güter eingesetzt werden, die bislang nur im EO-Zusatzprogramm sterilisiert werden konnten. Die Plasmasterilisation wäre damit - bezogen auf die Temperaturverträglichkeit - in der Lage, die EO-Sterilisation vollständig zu ersetzen, ein Aspekt, der für die FO-Sterilisation wegen der derzeitigen Temperaturuntergrenze von 60 °C nicht oder zumindest noch nicht gilt. Allerdings ergeben sich bei Hohlkörpern, z.B. englumigen Instrumenten, durch den notwendigen Einsatz von Adaptern zusätzliche Handhabungsschwernisse der Plasmasterilisation. Auch die Eindeutigkeit und Reproduzierbarkeit der geforderten Sterilisierwirksamkeit ist in Frage gestellt.

Wasserstoffperoxid ist stark korrosiv, so daß eine prinzipielle Gefahr für metallische Geräteteile besteht. Durch die fast trockene Atmosphäre in der Kammer, bei einer relativen Feuchte von nur etwa 5%, ist diese Gefahr allerdings gering, wie auch gutachterliche Prüfungen bestätigen.

## 2. Einsatzverträglichkeit im Sinne des Arbeitsschutz

Da die beiden Sterilisieragenza EO und FO als Zellgifte prinzipiell auch dem Menschen gefährlich werden können, wird die vorrangig unter Arbeitsschutzgesichtspunkten zu treffende Auswahl zwischen dem EO- und dem FO-Verfahren davon abhängig zu machen sein, welcher Arbeitsstoff für das Klinikpersonal der weniger gefährliche und der besser zu handhabende ist.

Ethylenoxid ist unter Raumbedingungen gasförmig, giftig, in den angewandten, hohen Konzentrationen auch für den Menschen tödlich, leicht brennbar und in einem weiten Konzentrationsbereich als Gas-Luft-Gemisch explosiv. Letzteres gilt im übrigen auch für Ethylenoxid-Inertgas-Gemische. EO besitzt keinen früh erkennbaren ausgeprägten Eigengeruch, ihm fehlt also ein wünschenswertes Warnsignal, so daß EO in der Atemluft nur mit Hilfsinstrumenten identifiziert werden kann. Die Geruchsschwelle von EO liegt bei etwa 700 ppm. Längeres Einatmen geringer Konzentrationen betäubt außerdem allmählich den Geruchssinn, so daß auch höhere Konzentrationen nicht mehr wahrgenommen werden können.

Darüber hinaus ist EO in den Verdacht geraten, mutagen und krebserzeugend zu sein. In der TRGS 900, in der für gefährliche Arbeitsstoffe Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen als MAK-Werte festgeschrieben werden, ist EO seit 1984 als krebserzeugender Arbeitsstoff ausgewiesen, und zwar als Stoff, der sich nach Meinung der Kommission (gemeint ist die Senatskommission bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft) bislang nur im Tierversuch eindeutig als krebserzeugend erwiesen hat, und zwar unter Bedingungen, die der möglichen Exposition des Menschen am Arbeitsplatz vergleichbar sind bzw. aus denen Vergleichbarkeit abgeleitet werden kann (Abschnitt III A 2).

Zum Vergleich darf auf den Arbeitsstoff Asbest verwiesen werden, der in Abschnitt III A 1 zu den eindeutig als krebserzeugend ausgewiesenen Stoffen gehört, die beim Menschen erfahrungsgemäß bösartige Geschwulste zu verursachen vermögen. Als Hinweis am Rande sei zusätzlich erwähnt, daß Dieselmotor-Emissionen seit 1987 in der Klassifizierung dem Ethylenoxid gleichgesetzt wurden.

Der MAK-Wert für Ethylenoxid ist seit 1984 ausgesetzt (der MAK-Wert ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger, i.d.R. täglich achtstündiger Exposition, jedoch bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 h, im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beein-

trächtigt und diese nicht unangemessen belästigt). Fälschlicherweise wird oft angenommen, daß der MAK-Wert damit gleich Null sei. Aufgrund der Definition des MAK-Wertes und der daraus abgeleiteten Schlußfolgerung, daß beim Unterschreiten des MAK-Wertes eine Gesundheitsgefährdung regelmäßig ausgeschlossen werden kann, sah sich die Kommission außerstande, einen noch als unbedenklich anzusehenden Konzentrationswert festzulegen. Der letzte Wert vor der Aussetzung lag im übrigen bei 10 ppm.

An die Stelle des MAK-Wertes ist die Technische Richtkonzentration TRK als Grenzwert getreten. Die Technische Richtkonzentration eines gefährlichen Stoffes ist diejenige Konzentration als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann und die als Anhalt für die zu treffenden Schutzmaßnahmen und die meßtechnische Überwachung am Arbeitsplatz heranzuziehen ist. Die Einhaltung des TRK-Wertes am Arbeitsplatz soll das Risiko einer Beeinträchtigung der Gesundheit vermindern, vermag dieses jedoch nicht vollständig auszuschließen. Der TRK-Wert für EO ist mit 1 ppm festgelegt. Es gilt, diesen Wert durch technische Maßnahmen, vor allem im Gassterilisator selbst, deutlich zu unterschreiten.

Formaldehyd ist in den gebrauchstüblichen Konzentrationen, d.h. bei bis zu 5 %iger Lösung, weder brennbar noch explosiv. Formaldehyd besitzt einen stechenden Geruch. Die Geruchsschwelle liegt bei 0,05 bis 0,3 ppm. 2- 3 ppm an Formaldehyd in der Atemluft verursachen Stechen und Brennen in Nase, Augen und Kehle, ein Tatbestand, der dem Formaldehyd, im Gegensatz zum Ethylenoxid, ein ausgezeichnetes Warnsignal verleiht. Der Aufenthalt in einer Raumluft, die 30 ppm und mehr Formaldehyd enthält, kann zu schweren Schädigungen und zum Tod führen. Der vom Bundesgesundheitsamt für Wohnräume empfohlene Orientierungswert für Raumluftanreicherungen mit FO liegt bei max. 0,1 ppm. Zur praktischen Relation darf z.B. auf die Freisetzung von Formaldehyd beim Zigarettenrauchen hingewiesen werden: bereits beim Konsum von nur 6 Zigaretten werden nach etwa 15 Minuten FO-Konzentrationen in der Raumluft erreicht, die deutlich über 0,1 ppm und damit über dem BGA-Orientierungswert liegen.

In der TRGS 900 ist Formaldehyd seit geraumer Zeit in die Kategorie III B eingereiht und gehört damit zu den gefährlichen Arbeitsstoffen mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential. Die Kategorie B, die nicht den strengen Umgangsregeln der Kategorie A (vgl. Ethylenoxid) unterworfen ist, wird in jährlichen Abständen daraufhin überprüft, ob Stoffe nach A überführt werden müssen oder ganz aus der Gruppe krebserzeugender Arbeitsstoffe gemäß

Abschnitt III entlassen werden können. Bis heute konnte sich die Kommission weder für die eine noch für die andere Vorgehensweise entscheiden. Es bleibt bei der vorläufigen Einreihung in III B. Der MAK-Wert lag zunächst bei 1 ppm, wurde aber inzwischen auf 0,5 ppm reduziert.

Der Umgang mit Formaldehyd ist hinsichtlich gesundheitlicher Risiken deutlich günstiger zu bewerten als der Umgang mit Ethylenoxid. Das gefährdende Potential des Formaldehyd besitzt augenscheinlich einen Schwellenwert (deshalb auch die Angabe eines MAK-Wertes). Der Formaldehyd warnt durch seinen stechenden Geruch vor sich selbst. Solchermaßen ist der MAK-Wert von 0,5 ppm auch weniger als toxikologischer Grenzwert zu verstehen: er stellt vielmehr einen Grenzwert für das Wohlbefinden am Arbeitsplatz dar.

Maßnahmen zum Schutz des Bedienpersonals der Gassterilisatoren und des Personals, das mit der Sterilisierverpackung in Kontakt kommt, konzentrieren sich im wesentlichen auf die Einhaltung der sicherheitstechnischen Betriebsvorschriften zur Gassterilisation, auf die technisch einwandfreie Bedienung der Geräte (regelmäßig durch vollautomatischen Programmablauf ohnehin den Gefahren menschlicher Unzulänglichkeit entzogen) und auf raumlufttechnische Maßnahmen. Die Anforderungen der DIN 58 948 und die Betriebsvorschriften der TRGS 513 beinhalten zahlreiche Sicherheitseinrichtungen und -bestimmungen zum Schutz des Bedienpersonals. Am Aufstellungsort von EO- und FO-Gassterilisatoren gelten besondere Anforderungen an die Raumentlüftung. Der früher vorgeschriebene 6-fache stündliche, raumdiagonale von oben nach unten geführte, überwachte Luftwechsel ist in der TRGS 513 für die Entnahmeseite von EO-Geräten auf einen 8-fachen erhöht worden. Für EO-Überdruckgeräte gilt zusätzlich ein 12-facher Luftwechsel für den Flaschenraum des Gerätes. Offensichtlich wird hier nach Vorschriftenlage beim EO-Überdruckverfahren ein höheres Risiko gesehen als beim EO-Unterdruckverfahren. Hingegen genügt für die Entnahmeseite von FO-Geräten unverändert ein 6-facher Luftwechsel, auch ein Hinweis für die vergleichsweise geringere Risikoeinschätzung von FO.

Aber auch das als "chemischer Vorläufer" der Plasmasterilisation eingesetzte Wasserstoffperoxid ist ein gefährlicher Arbeitsstoff, ein Faktum, das bisher gerne übersehen wurde. So ist auch Wasserstoffperoxid in der TRGS 900 aufgeführt und mit einem MAK-Wert von 1 ppm belastet, allerdings nicht in die Krebsverdacht-Kategorien wie FO oder sogar EO eingereiht. In Konzentrationen zwischen 20 und 60 % ist Wasserstoffperoxid allerdings ätzend.

Da sich ein Plasmasterilisator während der Diffusionsphase, also während einer Zeit von ca. 50 min, in einer echten Gasphase befindet, wären sinngemäß die gleichen strengen Gerätesicherheitstechniken zugrunde zu legen wie bei Geräten mit EO- oder FO-Verfahren. Auch MAK-Wert-Messungen in der Raumluft könnten angebracht sein. Die Aufnahme der Plasmasterilisatoren in das Regelwerk der TRGS 513 wäre eine nachvollziehbare Forderung. Geplant ist eine solche Maßnahme allerdings zur Zeit nicht. Dagegen spricht u.a. der Umstand, daß am störungsfreien Zyklusende sich die verbleibenden aktiven Wirkkomponenten des Plasmas rekombinieren und einfache chemische Verbindungen als Endprodukte bilden, die problemlos sind: Sauerstoff und Wasser. Expositionen bei Gutentnahme sind also für das Bedienpersonal nicht zu erwarten.

Die vorgegebenen MAK- bzw. TRK-Werte für EO und FO sind laufend zu überwachen. Nach vorliegenden Meßergebnissen von anerkannten, neutralen Meßstellen werden diese sehr niedrigen Werte auch eingehalten bzw. unterschritten, ein Beweis, daß mit moderner Gerätesicherheitstechnik insbesondere bei der Gutentnahme relevante Expositionen des Personals vermieden werden können. Dies gilt sowohl für FO-Sterilisatoren wie auch für EO-Geräte. Gleichwohl ist der Umgang mit FO prinzipiell als weniger gefährdend anzusehen, die praktische Handhabung der FO-Sterilisation ist mit vergleichsweise weniger Sicherheitsauflagen verbunden, Arbeitsschutzüberlegungen sind bei FO leichter zu erfüllen. Für die Plasmasterilisation gibt es zur Zeit trotz der ätzenden Wirkung des Wasserstoffperoxid und der während des Verfahrensablaufs entstehenden Mikrowellen keine Sicherheitsauflagen.

### **3. Einsatzverträglichkeit für den betroffenen Patienten**

Der Patientenschutz konzentriert sich auf die Einhaltung der Sterilisationsbedingungen durch geeignete Sterilitätskontrollen sowie auf die Entfernung von Gasrückständen durch Nachbehandlung im Sterilisator oder außerhalb, z.B. durch Einsatz zusätzlicher Desorptionskammern, sprich Auslüftschränke. Neben der Kontrolle des eigentlichen Ziels der Maßnahme, der Sterilisation, ist es also bei der Gassterilisation auch notwendig, dafür zu sorgen (und dies notfalls zu kontrollieren), daß der Gehalt des sterilisierten Gutes an Gasrückständen geringer ist, als die Konzentration, die während der Verwendung des Gutes an oder im Patienten zu gesundheitlichen Schäden führen könnte. Für Sterilitätskontrollen bieten die einschlägigen DIN-Normen eine allgemein anerkannte und praktikable Basis.

Schwieriger gestaltet sich die Aufgabe, Gasrückstände im Gut zu bestimmen, um die Unterschreitung notwendiger Grenzwerte sicherzustellen. Wie lange jeweils die Desorption dauern soll, ist im Krankenhaus oft nur schwer bestimmbar, vielfach fehlen dazu exakte Angaben. Gemäß BGA-Empfehlung ist der Hersteller der Wiedereinsatzgüter gefordert, diese Angaben zu machen.

Bei der Ethylenoxid-Sterilisation ist seit langem bekannt, daß auch bei entsprechender Nachbehandlung in der Sterilisierkammer im sterilisierten Gut und seiner Verpackung Restgasmengen enthalten sind, die den Grenzwert von 1 ppm laut BGA-Empfehlung überschreiten. Ein sofortiger Guteinsatz am oder im Patienten ist nicht zulässig, eine verlängerte Nachbehandlung im Sterilisator oder Auslüftschränk zur weiteren Desorption von Restgas also notwendig.

Bei der Formaldehyd-Sterilisation wurde die Frage nach Rückständen zunächst verneint. Durch die verfahrenstechnisch intensive Nachbehandlung in der Sterilisator-Kammer mittels Dampf- und Luftwäschen im Wechsel mit Nachverdampfungsvakua war eine praktisch rückstandsfreie Gutentnahme und damit der sofortige Wiedereinsatz gegeben. Die Erkenntnisse über das teilweise doch gute Penetrationsvermögen von Formaldehyd haben aber auch die Frage aufgeworfen, ob im Inneren dieser mit Formaldehyd gut penetrierten Materialien nicht doch Rückstände verbleiben bzw. schädliche Reaktionsprodukte entstehen. Untersuchungen und Erfahrungen haben aber bestätigt, daß inoffizielle Richt- oder Grenzwerte (offizielle, z.B. als BGA-Empfehlung, liegen m.E. derzeit nicht vor) bei intensiver Nachbehandlung regelmäßig eingehalten bzw. unterschritten werden. So haben hauseigene Formaldehyd-Rückstandsmessungen ergeben, daß der sich in Skandinavien durchgesetzte, allerdings amtlich nicht bestätigte Grenzwert von 5 Mikrogramm/cm<sup>2</sup> nur mit wenigen Ausnahmen nicht unterschritten wurde. Neben diesem sog. "chirurgischen, angestrebten Maximalwert" gibt es noch einen weiteren Richtwert als Maximalwert in der Lebensmitteltechnik mit 10 Mikrogramm/cm<sup>2</sup>. Dieser Wert wurde stets unterschritten. In anderen Untersuchungen wird sogar noch ein Grenzwert mit 70 Mikrogramm/cm<sup>2</sup> für unbedenklich gehalten.

Bei der Plasmasterilisation ergeben sich keine toxikologisch bedenklichen Rückstände, wie entsprechende Begutachtungen belegen. Die mangelnde Lösungsdiffusion von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in die Sterilisiergüter erspart am Schluß die ansonsten für EO und auch FO notwendige Desorption. Eine entgeltliche Unbedenklichkeitsfeststellung erscheint aber wohl noch zu früh: Implantationsversuche mit Dauerbeobachtung und auch Mutagenitätstests wurden noch empfohlen.

#### 4. Umweltverträglichkeit bei der Gefahrstoff-Entsorgung

Das gesundheitsgefährdende Potential der beiden "gefährlichen Arbeitsstoffe" EO und FO bleibt natürlich nicht beschränkt auf den unmittelbar betroffenen Kreis derer, die den betreffenden Gassterilisator bedienen bzw. operativ mit gassterilisierten Gütern in Berührung kommen. Vielmehr gehen beim Betrieb von Gassterilisatoren, insbesondere bei der Gasentfernung nach der eigentlichen Sterilisation, von beiden Stoffen grundsätzliche Gefahren für die Umwelt aus. Die Gerätetechnik moderner Gassterilisatoren ist nahezu perfekt. Vollautomatische Programmabläufe, mehrfach gegen unbefugtes oder vorzeitiges Öffnen der Kammertüren gesicherte Verschlussmechanismen und eine ausgeklügelte Verfahrenstechnik der Gasentfernung zur gefahrlosen Entnahme von Sterilgut haben den Sterilisationsvorgang an sich - also den eigentlichen Betrieb von Gassterilisatoren - so sicher gemacht, daß bei ordnungsgemäßem Geräteeinsatz und ständiger technischer Überwachung von diesen Geräten keine Umweltgefahren ausgehen. Das besondere Augenmerk muß aber gelenkt werden auf die Gefahren, die mit der Gasentfernung nach der Sterilisation verbunden sind.

Mit dem Einsatz von Wasserring-Vakuumpumpen wird durch mehrfachen und intensiven Druckwechsel - teilweise unterstützt durch zusätzliche Dampfwaschen - das Wirkgas aus der Kammer, der Sterilisierverpackung und dem Gut entfernt. Die jeweils anfallenden Restgasmengen werden entweder in die Luft oder in das Abwasser abgegeben.

EO-Restgase werden in der Hauptsache über einen Gasabscheider als Abgas in einer gesonderten Leitung über Dach abgeführt, nur zu einem geringen Teil kommt es zu einer Vermischung des EO mit dem Brauchwasser der Vakuumpumpe. EO reagiert mit dem Brauchwasser verhältnismäßig langsam, wird dann aber in das unproblematische Ethylenglykol umgewandelt. Ethylenglykol ist in die Wassergefährdungskategorie 0 eingestuft. Damit ist nach allgemeiner Auffassung keine nachhaltige physikalische, chemische oder biologische Beeinträchtigung des Wassers verbunden. Die geringe Einleitung von Ethylenglykol in das Abwasser steht somit auch im Einklang mit der Abwasserverordnung. Dieser geringfügige Reaktionsprozeß im Brauchwasser sollte im übrigen schon deshalb nicht gesteigert werden, um zu vermeiden, daß langsam reagierendes, noch nicht umgewandeltes EO bei nachträglicher Erwärmung des Wassers und entsprechender EO-Anreicherung im Wasser herausdiffundieren und als Gas wieder freigesetzt werden könnte.

Für die abzuführende EO-verseuchte Abluft gilt es, Grenzwerte einzuhalten. Der Grenzwert für EO ist in der TA Luft, der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft, mit 25 g/h bestimmt. Übersteigt die abzuführende Menge an EO-Abgas diesen Grenzwert, sind zusätzliche Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft zu ergreifen. Die marktüblichen EO-Gassterilisatoren überschreiten aufgrund ihres Kammervolumens und der damit zwangsläufig verbundenen EO-Verbrauchsmenge regelmäßig den genannten Grenzwert. Die beste Problemlösung zur ergänzenden Reinhaltung der Luft stellt z.Zt. die katalytische oder thermische Verbrennung dar. Damit ist die Abgaskonzentration sicher unter den weiteren, mit der ersten Grenzwertüberschreitung verbundenen Grenzwert von  $5 \text{ mg/m}^3$  Umgebungsluft zu reduzieren. Im Systemverbund mit einem katalytischen oder thermischen Entsorgungsbaustein ist ein EO-Gassterilisator also vor-schriftsmäßig und umweltverträglich.

Aufgrund des sehr hohen Reaktionsvermögens und der guten Löslichkeit geht FO aus der Gasphase sofort und vollständig im Brauchwasser der Vakuumpumpe auf. Ein Abscheiden von Restgas findet aufgrund der chemisch-physikalischen Inhomogenität nicht statt. Betrachtungen zur Reinhaltung der Luft sind also ent-behrlich, zumal auch der für FO gültige Grenzwert von 0,1 kg/h aufgrund der geringen Wirkstoffkonzentrationen ohnehin nicht erreicht werden kann. Die Aufmerksamkeit ist also ausschließlich auf eine mögliche Beeinträchtigung des Abwassers zu richten. FO ist als wassergefährdender Stoff in die Wasserge-fährdungsklasse WGK 2 eingestuft. Solchermaßen ist FO prinzipiell als Stoff anzusehen, der geeignet ist, die Beschaffenheit des Wassers nachteilig zu verändern. Das ungenehmigte und unkontrollierte Einleiten von FO in das Ab-wasser könnte demnach ein Verstoß gegen das Wasserhaushaltsgesetz darstellen. Das Ganze ist aber ein Mengenproblem, ähnlich wie bei den Überlegungen zur Reinhaltung der Luft. Ein totales Verbot der FO-Einleitung wäre letztlich allein schon deshalb unsinnig, weil FO als Naturprodukt überall, also auch im Wasser, anzutreffen ist. Verbindliche Grenzwerte, ähnlich wie in der TA Luft, gibt es m.E. nicht, dafür aber kritische Werte, die unterschritten werden sollten, um z.B. den Betrieb von Wasserreinigungsanlagen, insbesondere den biologischen Teil von Kläranlagen, nicht zu stören. Die Angaben zu solchen Verträglichkeitsgrenzen schwanken sehr stark. Zum einen wird die FO-Konzentration im Abwasser, die für den Belebtschlamm einer biologischen Kläranlage gefährlich werden könnte, mit 500 mg/l und mehr angegeben. In anderen Unter-suchungen werden Unbedenklichkeitsgrenzen von 120 bis 140 mg/l oder, bei einem biologisch besonders empfindlichen Testmodell, von nur 48 mg/l genannt.

Es ist also der Frage nachzugehen, ob die FO-Abwasserkonzentrationen geeignet sind, diese Unbedenklichkeitsgrenzen zu überschreiten. Bei den üblichen 2 oder 3 %igen FO-Lösungen werden bei Geräte-Nenngrößen zwischen 55 und 110 Litern Kammervolumen etwa 30 bis 60 g FO pro Charge verbraucht. Rechnet man in der Phase der Restgasentfernung nach der Sterilisation für den Verbrauch an Vakuumpumpenbrauchwasser - je nach Geräte-Nenngröße - mit etwa 50 bis 100 Litern, so ergibt sich eine mittlere FO-Konzentration im Abwasser unmittelbar hinter dem FO-Gassterilisator von 600 mg/l, also ein Wert der alle eben genannten Grenzwerte überschreitet. Entscheidend für die Grenzwertbetrachtung ist aber der Wert an der Einleitungsstelle des jeweiligen Krankenhauses in das kommunale Abwassernetz. In Anbetracht der sonstigen beträchtlichen Abwassermengen innerhalb eines Krankenhausbetriebes wird es zu einer weiteren Verdünnung dieser relativ geringen Abwassermenge kommen. Ob es dann zu einer Grenzwertunterschreitung an der Einlaßstelle zum kommunalen Netz kommt, wird sicherlich im wesentlichen bestimmt werden von anderen Abwassereinleitungen mit FO-Konzentrationen innerhalb des Krankenhauses, insbesondere infolge der eingesetzten FO-haltigen Lösungen zur Sprüh- und Wischdesinfektion.

Eine Untersuchung aus dem Jahre 1984 zeigte am Beispiel einer chirurgisch-gynäkologischen Klinik mit 180 Betten, daß die FO-Abwasserkonzentrationen regelmäßig unter 100 mg/l lagen, aber auch Spitzenwerte mit bis zu 162 mg/l gemessen wurden. Zumindest der kleinste der genannten Unbedenklichkeitswerte wird also bei dieser Untersuchung regelmäßig überschritten. Es ist aber fraglich, ob zur Einhaltung von Abwassergrenzwerten ausgerechnet dem FO-Gassterilisator als FO-Abwassereinleiter besonderes Augenmerk geschenkt werden sollte. Er leitet nämlich arbeitstäglich die sehr geringe Abwassermenge von höchstens 200 Litern je angegebenem FO-Gassterilisator ab. Die Auseinandersetzung um diese Frage ist allerdings in der Genehmigungspraxis bereits gegeben: bisher hielten die Fachleute der behördlichen Wasserwirtschaft die Einleitung dieser Formaldehydreste in das öffentliche Abwassernetz für unbedenklich. Spezielle abwasserrechtliche Genehmigungen zur FO-Einleitung waren nach Kenntnis der als schwach giftig einzustufenden Wirklösung und des sehr hohen Verdünnungsgrades an der Einleitungsstelle nicht erforderlich. Dies ist auch - noch - derzeitige Praxis. In einem bekannt gewordenen Fall wurde aber, trotz vorangegangener Unbedenklichkeitserklärung seitens des Wasserwirtschaftsamtes, vom Abwasserverband die FO-Einleitung prinzipiell untersagt.

Sicherlich spielte bei dieser Entscheidung Unkenntnis über die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge und mangelnder Sinn für Verhältnismäßigkeit eine Rolle, bleibt doch das gewichtigere Einleiten z.B. von Desinfektionsmitteln außer Betracht. Es zeigt aber auch, daß bei diesem Aspekt der FO-Gassterilisation ein Diskussions- und gffs. auch Streitpotential vorhanden ist. Einem generellen Einleitungsverbot für FO-haltiges Abwasser würde im übrigen entgegenstehen, daß es wegen der guten Löslichkeit von FO im Abwasser derzeit technisch keine Alternative gibt. Die Idee einer Abwassertrennung z.B. wäre nicht realisierbar. Außerdem muß entgegengehalten werden, daß FO aufgrund seiner ausgezeichneten biologischen Abbaubarkeit im Wasser keine prinzipielle Gefahr darstellt.

Durch die Rekombinierung der restlichen Wirkkomponenten im Gasplasma in die einfachen Endprodukte Sauerstoff und Wasser ergeben sich prinzipiell bei störungsfreiem Geräteeinsatz eines Plasmasterilisators keine Gefahren für die Umwelt. Allerdings ist im Umgang mit dem gefährlichen Arbeitsstoff Wasserstoffperoxid die notwendige und vorgeschriebene Sorgfalt zu beachten.

## C. Vergleichskriterien der Wirtschaftlichkeit

### 1. Geräte im Investitionskostenvergleich

Bei annähernd gleicher Gerätegröße, z.B. mit 55 oder 110 Liter Kammervolumen, und bei vergleichbarem Verfahrensablauf, z.B. Sterilisation im Unterdruck, liegen die Anschaffungskosten für EO- und FO-Sterilisatoren kaum auseinander. Kombinationsgeräte, in denen wahlweise beide Gassterilisationsverfahren integriert werden, sind etwa 5 bis maximal 10% teurer als vergleichbare reine FO-Geräte. EO-Überdrucksterilisatoren sind bei den genannten Nenngrößen noch teurer. Zu den Anschaffungskosten des Sterilisators kommen aber bei EO noch die Anschaffung eines katalytischen oder thermischen Entsorgungsbausteins und die bauseitige Installation von Abgas- bzw. Abluftleitungen über Dach. Mit diesem investiven Zusatzaufwand kann sich bei gegebenenfalls langen baulichen Leitungen der gesamte Kostenaufwand der Anschaffung fast verdoppeln. Für die FO-Sterilisation ist eine Abgasleitung verfahrenstechnisch nicht geboten und solchermaßen nicht nötig, womit auch die Überlegung zur Anschaffung eines Abgas-Katalysators oder -Verbrenners entfällt. Raumluftechnische Maßnahmen am Geräteaufstellungsort und die damit verbundenen Installationskosten sind bei Unterdruckgeräten weniger aufwendig als bei Geräten, die im Überdruck

arbeiten. Kostenvorteile zugunsten von FO ergeben sich also für den stets im Unterdruck arbeitenden FO-Sterilisator nicht nur gegenüber einem EO-Überdrucksterilisator sondern auch gegenüber einem im Unterdruck arbeitenden EO-Gerät mit Entsorgungsbaustein.

Ein Plasmasterilisator mit etwa 70 Liter Nutzraumvolumen ist in der Anschaffung mit einem mehr als doppelt so hohen Preis deutlich teurer als ein vergleichbarer FO-Sterilisator. Allerdings sind die baulichen Installationsmaßnahmen vergleichsweise einfacher und damit kostengünstiger. Selbst gegenüber einem EO-Unterdruck-Sterilisator mit Entsorgungsbaustein ist das Plasmagerät noch teurer.

## **2. Laufende Betriebskosten im Vergleich**

Die Kosten für Personalausbildung und -einweisung sind - nachdem für die Gassterilisation mit EO und FO einheitliche Bestimmungen der TRGS 513 gelten - inzwischen bei gleichem Gerätestandard, d.h. bei vollautomatischen Geräten, identisch. Die laufenden Verbrauchskosten an Sterilisiermedien sind bei FO vergleichsweise niedriger. Auch der Betriebswasserverbrauch der Vakuumeinrichtung ist bei FO-Sterilisatoren wegen der kürzeren Ausgasungszeiten im Gerät niedriger als bei vergleichbaren EO-Sterilisatoren. Bei den Energiekosten ergeben sich keine nennenswerten Unterschiede: der vergleichsweise stärkeren FO-Verdampferleistung steht die zusätzliche Heizleistung des EO-Katalysators gegenüber. Insgesamt liegen die Betriebskosten für FO-Geräte etwas günstiger.

Die Energiekosten zur Plasmasterilisation scheinen günstiger zu sein, die Kosten für Wasserstoffperoxid-Lösungen dürften keine Unterschiede ergeben. Bedeutsam sind allerdings die Spezialverpackungen aus Polyolefin-Folien: sie sind nach Angaben des Herstellers und Allein-Lieferanten 3x so teuer wie herkömmliche Klarsicht-Sterilisierverpackungen.

## **3. Stillstandskosten für Sterilisiergüter**

Während der Betriebskostenvorteil eher zu vernachlässigen ist, dürfte der vergleichsweise schnellere Wiedereinsatz FO-sterilisierter Instrumente und Gerätschaften von großer Bedeutung sein. FO-sterilisiertes Material braucht z.Zt. anerkannt kürzere Ausgasungszeiten als EO-sterilisiertes Material. Teure Spezialinstrumente müssen nicht in mehrfacher Ausführung angeschafft werden, nur um eine längere, auch über Tage gehende Ausgasungs- und damit

Stillstandszeit des betreffenden Instruments - wie bei der EO-Sterilisation notwendig - zu überbrücken, ein Aspekt, der gerade mit dem wachsenden Anteil minimal invasiver Operationstechniken und dem steigenden Einsatz hochwertiger endoskopischer Instrumente und Gerätschaften von wirtschaftlich erstrangiger Bedeutung ist. Außerdem ist es möglich, arbeitstäglich zweimal mit FO zu sterilisieren: die Gesamtchargenzeit von FO-Programmen mit zusätzlichem einstündigen "Zwangsausgasen" erlaubt den Start einer 2. Charge, die dann über Nacht automatisch abläuft. Das Bedienpersonal sollte allerdings einer allgemeinen Überwachungspflicht folgend bis zum Beginn der Sterilisation dieser 2. Charge anwesend sein, was aufgrund der Betriebszeit der 1. Charge innerhalb einer normalen Arbeitsschicht i.d.R. möglich ist.

Anders verhält es sich bei EO: hier kann wegen der längeren Gesamtchargenzeit incl. zusätzlicher Mindestausgasungszeit von 6 Stunden der EO-Gassterilisator nur für 1 Charge pro Tag genutzt werden.

Wegen der kürzeren Chargenzeit eines Plasmasterilisors (ca. 75 min) ist dieser noch häufiger pro Tag nutzbar als ein FO-Sterilisator, ein Umstand, der ihn prinzipiell trotz des hohen Anschaffungspreises besonders wirtschaftlich erscheinen läßt. Allerdings ist es fraglich, ob im praktischen Krankenhausbetrieb dieser schnellere Einsatzrhythmus auch nutzbar ist.

#### **D. Zusammenfassende Bewertung der Vergleichskriterien**

Die grundsätzliche Wirksamkeit der FO-Sterilisation ist nachgewiesen und bei inzwischen hoher Einsatzfrequenz des Verfahrens ohne Gutschädigung laufend bestätigt. Deshalb muß die FO-Sterilisation als fast vollständige Alternative zur EO-Sterilisation gelten. Als Einschränkung bleibt die derzeit gültige Temperaturbegrenzung auf 60 °C und nicht weniger. Thermolabiles Gut mit deutlich geringerer Temperaturverträglichkeit müßte unverändert mit EO sterilisiert werden, wenn nicht die Plasmasterilisation bei 45 °C eingesetzt werden könnte. Dagegen spricht aber die zur Zeit noch unklare Situation mit fehlenden Prüfrichtlinien zu einer genormten Sterilisierwirksamkeitskontrolle dieses neuen Verfahrens.

Beim Einsatz aller drei Verfahren bestehen prinzipiell gesundheitliche Risiken. Moderne Gerätetechnik und strenge Vorschriften zum Betrieb von EO- und FO-Geräten bieten inzwischen ein hohes Maß an Arbeitsschutz. Bei regelmäßiger technischer Überwachung und Wartung dieser Sterilisatoren sowie Einhaltung der Betriebsvorschriften werden relevante Expositionen des Bedienpersonals vermieden. Im Vergleich der charakteristischen Eigenschaften von EO und FO ergeben sich aber einige Handhabungsvorteile für FO, so daß gerade unter Arbeitsschutzgesichtspunkten der Sterilisation mit FO deutlich der Vorzug zu geben ist. Gegenüber den Verfahren mit EO und FO ist die Plasmasterilisation noch günstiger zu beurteilen. Allerdings sollte der MAK-Wert der Plasma-Wirkkomponente nicht vergessen werden.

Die für den Patientenschutz zusätzlich notwendige Desorption ist bei FO vergleichsweise leichter. Ausgasungszeiten, um Grenzwerte für Restgas im Sterilgut zu unterschreiten, sind für FO erheblich kürzer als für EO. Verbindliche Angaben zur Desorption, die von den Herstellern der medizinischen Wiedereinsatzgüter gemacht werden sollen, sind noch nicht selbverständlich. Durch gezielte Forderungen beim Einkauf der Einsatzgüter sollten die noch fehlenden Angaben zur Sterilisation und vor allem Desorption eingefordert werden. Bei den bisher bekannten Ergebnissen zur Plasmasterilisation könnten sich zukünftige Desorptionsfragen erledigen.

Bei der Entsorgung der beiden gefährlichen Arbeitsstoffe EO und FO gibt es Unterschiede. Mögliche Umweltbelastungen der Luft durch abgeführtes EO können mit dem Einsatz katalytischer (Katalysators) oder thermischer (Verbrenner) Entsorgungsbausteine fast vollständig vermieden werden. Die Umweltbelastungen des Abwassers durch gelösten FO sind aufgrund des sehr hohen Verdünnungsgrades z.Zt. zu vernachlässigen. Vereinzelt werden aber bereits Bedenken und Einwände erhoben gegen das Einleiten von FO-haltigem Abwasser in kommunale Abwassernetze. Gegebenenfalls ist zukünftig auch der Einsatz thermischer Entsorgungsbausteine (s.o.) für in die Luft abgeführtes FO möglich, womit das Einleiten in Abwasser entfällt. Für die Plasmasterilisation bei ordnungsgemäßem Zyklusende ist keine Entsorgung von Wasserstoffperoxidresten notwendig.

Die FO-Sterilisation ist kostengünstiger als die EO-Sterilisation und wesentlich preiswerter als die Plasmasterilisation. Neben dem investiven Zusatzaufwand für Abluftleitungen und EO-Katalysator als Kostenbelastung des EO-Sterilisators ist es vor allem der schnellere Wiedereinsatz von FO-sterilisierten Instrumenten und Gerätschaften, der die FO-Sterilisation kostenmäßig attraktiver erscheinen läßt. Die kurzen Chargenzeiten der Plasmasterilisation könnten dies etwas relativieren.

Gerade weil die FO-Sterilisation inzwischen auf breiter Basis einsetzbar und mit geringeren Risiken für Klinikpersonal und Patient anwendbar ist, sollte heute kein Gassterilisator mehr angeschafft werden, der nicht mit einem FO-Programm ausgestattet ist. Für besonders temperaturempfindliche Sterilisiergüter, die nachgewiesenermaßen nicht mit FO sterilisiert werden können, muß ein EO-Programm verfügbar bleiben.

Platzsparend und verhältnismäßig kostengünstig ist dies möglich in sogenannten Kombinationsgeräten. In solchen Geräten sind wahlweise das FO- und das EO-Gassterilisationsverfahren integriert. Selbst wenn aufgrund der derzeitigen Einsatzpalette an thermolabilen Sterilisiergütern ein EO-Programm entbehrlich wäre, ist die Option auf die spätere Nutzung dieses Programms empfehlenswert. Heute getroffene Geräteauswahl- und -ausstattungsentscheidungen müssen wegen der damit verbundenen Kosten unter langfristigen Aspekten getroffen werden und in 10 und mehr Jahren noch Bestand haben. Was passiert aber nach dem Einsatz von besonders thermolabilen Instrumenten, die heute unbekannt sind und erst noch entwickelt werden? Wie wird dann sterilisiert, wenn kein temperaturverträgliches Gassterilisationsprogramm verfügbar ist? Die Wahl eines Kombinationsgerätes mit abgesperrten EO-Programmen könnte dafür die richtigen, zukunftsorientierten Antworten liefern. Bei der Installation eines solchen Gerätes sollten allerdings die baulichen Voraussetzungen zur möglichen Nutzung der gesperrten Programme sofort geschaffen werden, d.h. es sollten die baulichen Abluftleitungen verlegt und ein Aufstellungsplatz für den möglicherweise nachzurüstenden Entsorgungsbaustein bestimmt werden.

Abschließend darf noch daran erinnert werden, daß die Gassterilisation nur dann anzuwenden ist, wenn die klassische Form der Keimabtötung, die Dampfsterilisation, wegen der zu hohen Temperaturen versagt. Ersatzlösungen für die FO- und die EO-Gassterilisationsverfahren - die ohne den Einsatz gefährlicher Arbeitsstoffe zu gleich guten Ergebnissen kämen - sind derzeit nicht

in Sicht. Auch die Plasmasterilisation kommt in dem zur Zeit klinisch getesteten Verfahren nicht ohne einen gefährlichen Arbeitsstoff aus, um zu vergleichbaren Wirkmechanismen zu gelangen.

Die Heilungs- und Behandlungsaufgabe unter medizinischen Notwendigkeiten, die auch die Bedingung der Sterilität von Behandlungsgütern umfaßt, erfordert den Einsatz der Gassterilisation, aber gleichzeitig auch den weitreichenden Schutz von Personal, Patient und Umwelt. Dabei gilt es, die teilweise im Widerspruch zueinander stehenden Rechtsgüter sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

Für die Gassterilisation im allgemeinen und für die Ethylenoxid-Sterilisation im besonderen kann deshalb nur folgender Leitsatz zutreffend sein:

**Sowenig wie möglich, aber soviel wie nötig!**

Die Plasmasterilisation kann derzeit nicht - oder vielleicht noch nicht - als überzeugende und vollständige Alternative zur EO- und schon garnicht zur FO-Sterilisation angesehen werden. Trotz überzeugender Vorteile, die dieses neue Verfahren zu bieten scheint, gibt es eine Reihe von Fragen, die den Einsatz der betreffenden Geräte nicht zuläßt. Die Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) sah sich deshalb auch aktuell, im Oktober 1992, veranlaßt, folgendes zu veröffentlichen:

"Die Plasmasterilisation mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> im Plasmazustand wurde als Sterilisationsverfahren für thermolabile Materialien entwickelt. Das Verfahren befindet sich derzeit im Erprobungsstadium. Es handelt sich nicht um ein ausreichend validiertes Verfahren. Gegenwärtig werden Faktoren, die den Sterilisationserfolg in Frage stellen, untersucht. Es fehlen Prüfrichtlinien zur Verfahrenskontrolle als Voraussetzung für den Einsatz in der Praxis.

Die Sektion Sterilisation unserer Gesellschaft wird Empfehlungen erarbeiten.

Nach dem derzeitigen Wissensstand und der rechtlichen Situation ist es nicht vertretbar, das Verfahren bereits in der Praxis einzusetzen. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die volle Haftung beim Anwender liegt."

Udo Schulte  
MMM Münchener Medizin Mechanik GmbH  
Planegg/München

"Krankenhaustechnik vor Ort - anwenden, betreiben, planen,  
installieren, servicen."  
-----

Thema: " EINE KRANKENHAUSKÜCHENSANIERUNG -  
VON DER PROJEKTIERUNG BIS ZUR ÜBERGABE"  
=====

Arbeitsstufen: - Grundlagen-Ermittlung  
- Soll / Ist - Analyse  
- Raumkonzept  
- Vorplanung - Darstellung Raumkonzept  
- Technische Angaben  
- Ausführungsplanung  
- Vorbereiten der Vergabe  
- Mitwirken bei der Vergabe  
- Objektüberwachung  
- Liefer-Ablauf  
- Abnahme und Gewährleistung

-----

#### GRUNDLAGEN-ERMITTLUNG

Um tragfähige Voraussetzungen für den Küchenplaner zu schaffen, sind vorab von der Krankenhaus-Verwaltung folgende Grundlagen zu klären:

1. Erfolgt im Zusammenhang mit der Sanierung eine Erhöhung oder eine Reduzierung der Bettenanzahl und damit der zu versorgenden Essensteilnehmer (ET).
2. Kann die Küche innerhalb der bestehenden Räume saniert werden  
o d e r
3. müssen für die Unterbringung der neuen Küche vorhandene oder neue Räumlichkeiten der Küche zugeschlagen werden.
4. der angestrebte Versorgungsstandard für Patienten und Personal.
5. Welche Energiemedien stehen zur Verfügung?

Da von diesen Entscheidungen weitgehende Abhängigkeiten sowohl für den Küchenplaner als auch für den Architekten ausgehen, sollten diese Punkte vor Beginn einer Planung fixiert werden. Da dies einer Krankenhaus-Verwaltung in vielen Fällen alleine nicht möglich ist, wird schon zu diesem Zeitpunkt empfohlen sich mit einem neutralen und qualifizierten Küchenplaner in Verbindung zu setzen und unabhängig von einem Planungsauftrag eine Analyse der bestehenden Küche und ein Sanierungskonzept ausarbeiten zu lassen.

#### SOLL / IST ANALYSE

Das Sanierungskonzept sollte folgende Punkte behandeln.

1. Sind die vorhandenen Räumlichkeiten für die Unterbringung der benötigten Küchenräume ausreichend oder nicht.
2. Auflistung der notwendigen Räume mit ca. Flächenangaben
3. Welchen Vorfertigungsstandard haben die angelieferten Waren
4. Konzept der Energieversorgung
5. Konzept der Speisenversorgung

Nachdem die Grundlagendaten feststehen und mit der Krankenhausverwaltung, Architekt und den Fachingenieuren für Heizung/Lüftung/Sanitär (HLS) und Elektro vorabgestimmt wurden, kann mit der eigentlichen Projektierung und Planung der Küchenanlage begonnen werden.

Für das heute zugrunde gelegte Fallbeispiel werden folgende Grundlagendaten festgelegt:

1. Die Anzahl der zu versorgenden ET bleibt nach der Sanierung gleich wie vorher.
2. Die Küche verbleibt an der bestehenden Stelle die zusätzlich benötigten Räume werden von den anschließenden Bereichen dazugeschlagen.
3. Die Küche wird als Frischkost-Vollküche betrieben, es wird überwiegend Rohware verarbeitet.
4. Die Versorgung der Patienten soll künftig mittels einem Tablettsystem erfolgen, die Versorgung des Personals erfolgt über eine Selbstbedienungs-Ausgabetheke im Personal-Speiseraum.
5. Die Energieversorgung der Küche erfolgt:
  - a) Kochgeräte werden mit NDD beheizt
  - b) alles andere wird mit Elektrizität betrieben.

#### RAUMKONZEPT

Als 1. Schritt muß vom Küchenplaner in Abstimmung mit dem Architekten und der Krankenhausverwaltung bzw. dem Küchenchef ein räumliches Funktionskonzept ausgearbeitet werden.

Dieses räumliche Funktionskonzept soll den optimalen Funktionsablauf bzw. den Warenfluß in der Küche ermöglichen.

Dabei ist zu beachten, daß in einer Küche verschiedene Warenflüsse berücksichtigt werden müssen..

- Warenfluß der Rohware von Anlieferung über gekühlte und ungekühlte Warenlager zu den Vorbereitungs-bereichen und von dort zur Produktion.
- Fertigspeisen von der Produktion zur Speisen-vertellung und von dort zur Auslieferung an die Patienten bzw. zur Ausgabe an das Personal.
- Geschirr von der Bereitstellung zur Speisen-vertellung und zur Weitergabe an Patienten bzw. Personal sowie im Rücklauf als Schmutz-geschirr zur Reinigung und wieder zur Bereitstellung.
- Warenfluß der Küchenabfälle und der Speisereste von Vorbereitungsräumen und Geschirrspüle zur Zwischenlagerung bzw. Entsorgung.

Das Raumkonzept einer Krankenhausküche umfaßt im Wesentlichen folgende Räumlichkeiten:

1. **Anlieferbereich** mit
  - Anlieferrampe
  - Stauzone mit Warenkontrolle
2. **Ungekühlte Lager** bestehend aus:
  - Lebensmittel-Trockenlager
  - Kartoffel- bzw. Lager für Knollenfrüchte
  - Getränke- und Leergutlager
  - Brotlager
  - Lager für Geschirr und Non-Food-Artikel
  - eventuell ein Tageslager
  - bei größeren Häusern eventuell zusätzlich ein Konservenlager
3. **Gekühlte Lager** bestehend aus:

- Gemüse-Kühlraum	+6 - +8°C
- Fleisch- u. Wurstkühlraum	+0 - +2°C
- Molkereiprodukte-Kühlraum	+4 - +6°C
- Tiefkühlraum -18 - -20°C mit Vorkühlraum	+4 - +6°C
- Fertigspeisen-Kühlraum	+4 - +6°C

Falls erforderlich kann noch ein Getränke-Kühlraum vorgesehen werden +6 - +8°C
4. **Vorbereitungsbereiche** bestehend aus:
  - Gemüse-Vorbereitung
  - Geflügel-Auftau- und Vorbereitungsraum
  - Fleisch-Vorbereitung

**5. Produktion bestehend aus:**

- Haupt- bzw. Warme-Küche
- Kalte-Küche
- eventuell Bäckerei
- Getränke-Küche

Die Hauptküche kann je nach Erfordernis noch in Diät- und Normalküchenbereich untergliedert werden. Nach neuen Gesichtspunkten wird die Diätküche jedoch nicht mehr als getrennter Küchenbereich ausgewiesen sondern in die Hauptküche integriert.

**6. Speisenverteilung bestehend aus:**

- Verteilerorganisation z.B. Speisen-Verteilband
- Stellplatz für gereinigte Stationswagen
- Stellplatz für Geschirrspender

**7. Reinigung bestehend aus:**

- Geschirr-Reinigung mit vorgelagertem
- Stauraum für unreine Stationswagen
- Topf- und Behälterspüle mit Topf- und Behälterlager
- Waschplatz für die Reinigung der Stationswagen

**8. Sonstige Küchen-Nebenräume wie:**

- zentrales Spülmittel-Lager mit zentraler Spülmittel-dosierung
- zentraler Putzraum mit Stellplatz für Bodenreinigungs-gerät
- zentrale-HD-Reinigungsanlage (falls möglich und erwünscht)
- Maschinenraum für die zentrale Kälteerzeugung evtl. mit Wärme-Rückgewinnung der Kleinkälteanlage.

**9. Personalräume wie:**

- Personalumkleideräume für Männer und Frauen getrennt mit je 2 Schränken für reine und unreine Kleidung
- Dusch- und Waschräume für Personal getrennt für Männer und Frauen je nach Anzahl
- Personal-WC ebenfalls für Männer und Frauen getrennt
- Personalaufenthalts- und Speiseraum für Küchenpersonal

Die Einbindung und Gliederung dieser benötigten Räume innerhalb eines bestehenden Baukörpers und unter Berücksichtigung der funktionalen Zusammenhänge ist dem Können und den Erfahrungen des jeweiligen Küchenplaners unterworfen.

### **VORPLANUNG - Darstellung Raumkonzept**

Um die günstigste Form der Räume feststellen zu können muß bereits in diesem Stadium Art und Anzahl von Geräten, Arbeitsflächen und Lagerungsbedarf ermittelt und skizzenhaft dargestellt werden.

Nachdem die räumliche Gliederung und Anordnung in Übereinstimmung mit Architekt und Bauherr festgelegt wurde, kann die Küche am besten im Maßstab 1:50 aufgezeichnet und die einzelnen Arbeitsbereiche eingearbeitet werden.

Dabei sind folgende Richtlinien zu beachten:

1. Richtlinien über Arbeitsplatzgestaltung
2. Hygienerichtlinien
3. Vorgaben der Berufsgenossenschaft und Gewerbeaufsichtsämter
4. Grundsätze der Ergonomie

Für den Bereich der Hauptküche ist die Art und die Anzahl der einzelnen Geräte für den Koch- und den Bratbereich zu berechnen und auszulegen.

Bei der Auslegung der thermischen Geräte sind Überlegungen über Wirtschaftlichkeit und laufende Betriebskosten mit zu berücksichtigen.

In den anderen Arbeitsbereichen sind sowohl die fest eingebauten Geräte als auch die losen und fahrbaren Maschinen sowie Geräte festzuhalten und die entsprechenden Standplätze planerisch zu fixieren.

### **TECHNISCHE ANGABEN**

Auf dieser Planungsgrundlage kann erstellt werden

- eine vollständige Geräte- und Ausstattungsliste
- eine Auflistung sämtlicher Installationen wie:
  - Anschlüsse für NDD und Kondensat
  - KW, WW und Weichwasser
  - Abläufe
  - Elektrozuleitungen
- eine Kostenschätzung nach DIN 276 gegliedert.
- eine Luftmengenberechnung nach DIN 2052

Die vorläufige Installationsliste sollte alle in der Küche benötigten Installationsangaben beinhalten und dient als Planungsgrundlage für die Fachingenieure H/L/S und Elektro.

Diese bisher getätigten Planungsschritte bedürfen einer laufenden Abstimmung mit

- Bauherr und Nutzer
- Architekt, Statiker und den
- Fachingenieuren für H/L/S und Elektro

Nach einer schriftlichen Zusammenfassung des Planungsergebnisses (einem Erläuterungsbericht) und einer detailliert dargestellten Kostenermittlung nach DIN 276 kann das Projekt zur Genehmigung eingereicht werden.

#### **AUSFÜHRUNGSPLANUNG**

Nachdem das Projekt sowohl von der Ausstattung als auch von den Kosten durch die entsprechenden Behörden bzw. Bauherrn die Zustimmung erhält, kann mit der Ausführungsplanung begonnen werden.

Die Ausführungsplanung ist eigentlich nichts anderes als die Umsetzung des Entwurfkonzeptes in die zu realisierende Form. Hierbei ist wesentlich, daß die Auswirkungen der Planung von Architekt und Fachingenieur in die Küchenplanung integriert werden.

Die Ausführungsplanung besteht aus einer Darstellung der geplanten Küche (meistens im Maßstab 1:20) in der auszuführenden Form mit Angabe der geplanten Einrichtung, den entsprechenden Sockeln, Durchbrüchen und Schlitzen sowie sämtlicher Installationsangaben in Form von Installationspunkten.

#### **VORBEREITEN DER VERGABE**

Auf der Basis dieser Ausarbeitung kann dann ein Leistungsverzeichnis (LV) erstellt werden.

Ein LV besteht aus einer neutralen Beschreibung der einzelnen Geräte mit Angaben zu Material, Größe, Ausführungsdetails.

Ein LV muß so ausführlich formuliert sein, daß ein Küchenlieferant ein eindeutiges Angebot erstellen kann.

Eine Gliederung des LV's in folgende Lose ist in jedem Fall erforderlich:

1. LV - Küche
2. LV - Kühlraumbau und Kältetechnik
3. LV - Speisenverteilung
4. LV - Lüftungsdecke

Je nach Größe des Projektes kann das LV-Küche in weitere Lose unterteilt werden.

#### **MITWIRKEN BEI DER VERGABE**

Nach Rücklauf der Angebote und gemeinsamer Öffnung im Zuge einer Submission, werden die Angebote sowohl wirtschaftlich als auch technisch ausgewertet und die Einzelpreise in Form eines Preis-spiegels gegenübergestellt.

Anhand dieser LV-Auswertung kann der Bauherr die Vergabeentscheidung treffen, d.h. entscheiden, welche der anbietenden Firmen mit der Ausführung beauftragt wird. Für diese Entscheidung sollte nicht das billigste Angebot, sondern das wirtschaftlichste Angebot berücksichtigt werden.

Nachdem die ausführende Firma und damit die Fabrikate feststehen, können die fabrikatsbedingten Installationsdaten in die Installationspläne eingearbeitet werden.

#### **OBJEKTÜBERRWACHUNG**

Die Objektüberwachung beinhaltet die laufende Prüfung und Kontrolle der Ausführung auf der Baustelle bzgl. Übereinstimmung mit der Planung.

Alle ausführungsbedingten Änderungen müssen abgestimmt und in die Ausführungspläne eingearbeitet werden.

Gerade bei Sanierungsprojekten ist eine umfassende und qualifizierte Bauüberwachung notwendig, da bei bestehenden Objekten immer "bauliche Überraschungen" auftauchen können.

Nach baulicher Fertigstellung der Küchenräume muß von der ausführenden Firma ein Kontrollaufmaß gemacht und danach die Paßteile gefertigt werden.

#### **LIEFER-ABLAUF**

Nach kompletter baulicher Fertigstellung der Küchenräume wird zuerst die Lüftungsdecke eingebaut. Erst nach ihrer Fertigstellung werden die Küchengeräte eingebracht, aufgestellt und angeschlossen.

Diese Anschlußarbeiten von bauseitiger Installation an die Geräteanschlüsse kann

1. vom Lieferanten der Küche  
o d e r
2. von entsprechenden Fachfirmen für Sanitär- oder Elektroarbeiten ausgeführt werden.

Aus Gründen der Gewährleistung und der internen Koordination wird von uns die Variante 1 bevorzugt. Es ist dabei nur darauf zu achten, daß vom Küchenlieferanten für die Arbeiten zugelassene Handwerker oder Firmen eingesetzt werden.

#### **ABNAHME und GEWÄHRLEISTUNG**

Aus Gründen der Gewährleistung und der internen Koordination wird von uns die Variante 1 bevorzugt. Es ist dabei nur darauf zu achten, daß vom Küchenlieferanten für die Arbeiten zugelassene Handwerker oder Firmen eingesetzt werden.

Nach Fertigstellung der Montage und Installationsarbeiten wird eine Funktionsprüfung der Geräte vorgenommen.  
Im Anschluß daran kann die Küche in Form einer offiziellen Abnahme vom Küchenlieferanten übernommen werden. Ab diesem Zeitraum der Abnahme geht die Verantwortung vom Küchenlieferanten auf den Bauherrn über. Ab diesem Tage läuft auch die Gewährleistungsverpflichtung des Lieferanten.

Der Gewährleistungszeitraum beträgt gem. VOL (Verdingungsordnung für Lieferungen u. Leistungen)

1/2 Jahr für Elektro- und Verschleißteile  
2 Jahre für die restlichen Teile

Die Abnahme dient hauptsächlich dazu, die Ausführungsmängel aufzunehmen, welche vom Küchenlieferanten noch behoben werden müssen.

Gleichzeitig mit der Abnahme erfolgt auch die Übergabe an den Bauherrn bzw. Nutzer.

Nach der Abnahme erfolgt noch die Einweisung des Personals in die Handhabung und Betreuung der Geräte und gegebenenfalls ein Probekochen.

Dies wäre die zu empfehlende Abwicklung vom 1. Gespräch bis zur Beendigung der Planung - doch viel liegt noch dazwischen - gerade die Vielfältigkeit der Pläne bzw. Planung.

Die vorliegende Ausführung ist die Grundlage für die Planung sowie auch für meinen Vortrag in welchem ich Ihnen dann anhand div. Pläne, die Gestaltung der Küchen in verschiedenen Varianten und Fallbeispielen vorstellen und erläutern möchte.

Verfasser: K.-H. Knauer Ing.-Büro GK-PLAN, München

„Jetzt  
haben Sie es  
schwarz auf weiß.“



### Unser Leistungsprinzip:

Höchste Qualität auf jeder Ebene, Mitdenken jedes Einzelnen,  
Übernahme von Verantwortung bei den  
verschiedenen Arbeitsstufen für die  
richtige Ausführung

Senkingwerk GmbH  
Postfach 10 11 43  
3200 Hildesheim  
Telefon (0 51 21) 50 60  
Tx 9 27 213  
Fax (0 51 21) 50 62 38

Ein Unternehmen der  
**Electrolux-Gruppe**

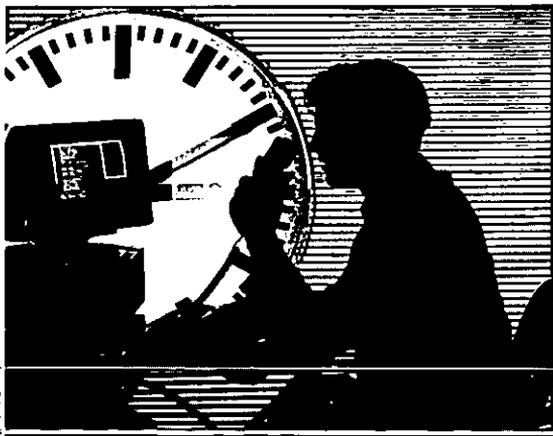
*Unsere Innovation  
ist Ihre Investition in die Zukunft*



**SENKING**

Wäschereianlagen

# Unser Service ist Tag und Nacht einsatzbereit



Obwohl unsere Maschinenanlagen fast nicht kaputt zu kriegen sind und mit sprichwörtlicher Zuverlässigkeit arbeiten, kann es schon mal passieren, daß ganz schnell ein Ersatzteil gebraucht wird.

Ob sonn- oder feiertags, ob spätabends oder nachts – unser Service und unser Ersatzteillager ist rund um die Uhr für solch seltene Fälle da.

Weil sich Zuverlässigkeit eben bezahlt macht – besonders in dieser Branche – nicht nur für uns.

24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche Präsenz für unsere Kunden, das ist unsere Devise.

Machen Sie doch mal die Probe auf's Exempel.

Senkingswerk GmbH  
Postfach 10 11 43  
3200 Hildesheim  
Telefon (0 51 21) 50 62 64  
Tx 9 27 213  
Fax (0 51 21) 50 62 38

**Ein Unternehmen der  
Electrolux-Gruppe**

**Unsere Innovation  
ist Ihre Investition in die Zukunft**



**SENKING**

*Wäschereianlagen*

## Planung, Ausrüstung und Betrieb einer modernen Krankenhauswäscherei

R. Gronemeyer, Hannover

---

Bei der Planung einer modernen Krankenhauswäscherei stellt sich zuerst einmal die Frage, ob der Betrieb in einem Wirtschaftsgebäude mit begrenzten Flächen und Geschoßhöhen erstellt wird, oder ob man einen freistehenden Hallenbau zur Verfügung hat.

Es ist eigentlich egal, welche Betriebsgröße zur Planung ansteht, die Platzierung der Maschinen und Geräte auf einer Ebene mit einer Raumhöhe zwischen 5 m und 7 m ist unbedingt anzustreben.

In den meisten Fällen läßt sich eine kleinere oder mittlere Wäscherei auf einer Ebene unterbringen, auch wenn die Wäscherei im allgemeinen Krankenhausbau eingegliedert ist. Dabei ergeben sich die Schwierigkeiten mit den Geschoßhöhen, denn die liegen meist bei 3m bis 3,5m, die dann auch noch durch massive Unterzüge und Säulen beeinträchtigt werden.

Der Platzbedarf kann über Richtzahlen annähernd errechnet werden.

Es muß einfließen: Produktionssumme, Lager-Wäsche, Personalräume, Technik und Nebenräume.

Bei einer ganzen Reihe von Neuplanungen von Behindertenwerkstätten hat man sich dazu entschlossen, hallenähnliche Räumlichkeiten der Wäscherei zur Verfügung zu stellen und die besten Erfahrungen gemacht.

Mit dieser Lösung wurden ausgesprochen angenehme klimatische Bedingungen geschaffen, ohne den Einsatz einer kostenträchtigen Be- und Entlüftungsanlage.

Bei der Planung von Großwäschereien sollte man nicht nur darauf achten, daß der Betrieb in einer Ebene zur Installation kommt, sondern die Betriebshalle sollte möglichst säulenfrei sein.

Die Höhe einer Betriebshalle wurde früher durch das Hochstellen der Schüttler und Trockner bestimmt. Zwischenzeitlich haben sich Eingabesysteme für die Hochleistungsmangeln entwickelt, die eine Hallenhöhe von 7 m und mehr erforderlich machen.

Wenn aus irgendwelchen Gründen ein Geschoß genutzt werden muß, so kann man Zugeständnisse nur in der Form machen, daß die Waschstraßen in einem anderen Geschoß untergebracht werden, um dann über Transportsysteme die Wäsche in das darüber- oder darunterliegende Geschoß zu befördern.

Für kontinuierliche Takt-Waschanlagen reicht eine Geschoßhöhe von 3,5 m. Hier können auch entsprechende Lüftungstechnische Maßnahmen getroffen werden, um die wenigen Arbeitsplätze, die sich dort befinden, entsprechend den Vorschriften zu gestalten.

Die Größe einer Krankenhauswäscherei also den Flächenbedarf, sollte man auf keinem Fall mit irgendwelchen Richtwerten festlegen.

Beeinflußt wird der Platzbedarf vor allem durch die erforderlichen Stauflächen.

Stauflächen gibt es bei der Anlieferung der Schmutzwäsche, denn der Wäscheanfall nach dem Wochenende ist um ein vielfaches höher als im Wochendurchschnitt.

Wenn die Wäscherei jetzt auch externe Partner beliefert, entsteht durch den Anlieferhythmus der LKW's eine zusätzliche Belastung der "unreinen Seite".

Dabei ist besonders zu berücksichtigen, in welcher Form angeliefert wird.

Beim Einsatz von Wäsche-Containern genügt es nicht, nur den Platz zu schaffen um die Container abzustellen. Es muß auch eine gewisse Organisation berücksichtigt werden, damit bei der Bearbeitung der Wäsche die Anlieferreihenfolge zum Tragen kommt.

Das Problem des Wäschestauraumes kann natürlich auch mit sogenannten Hängebahnen gelöst werden.

Für derartige Hängebahnen ist aber unbedingt eine entsprechende Raumhöhe erforderlich, denn zur Einfüllhöhe der Waschstraßen kommt die Bauhöhe der Transportanlage einschließlich Schmutzwäschesack.

Die Forderung seitens der Unfallverhütung, die das Öffnen der Schmutzwäschesäcke nicht mehr zuläßt, schließt ein Sortieren der Schmutzwäsche aus.

Das Sortieren kann also frühestens nach den Schüttlern, die den Waschstraßen nachgeschaltet sind, erfolgen.

Der in diesem Bereich erforderliche Platzbedarf soll nicht unterschätzt werden.

Die Sortierung erfolgt meist in Wäschewagen, die an den Sortierbändern stehen.

Hier muß nicht nur der Platz für die leeren, sondern auch für die vollen Wäschewagen zur Verfügung stehen.

Zwischen dem Sortierbereich und der Eingabemaschine bzw. den Hochleistungsmangeln muß genügend Platz verbleiben. Hier befindet sich die eigentliche Verteilerstelle der aussortierten Wäschearten.

Die oftmals vertretene Vorstellung, vom Sortierband weg sofort die Großteile einem Eingabesystem zu übergeben, läßt sich nur in den wenigsten Fällen praktizieren.

Grundsätzlich ist aber der Einsatz von modernen Zuführsystemen für Großteile zu den Hochleistungsmangeln wünschenswert und auch bewährt. Den Stauraum vor den Hochleistungsmangeln können sie aber nicht ersetzen.



*Unsere Systeme  
lösen Probleme*

**Systeme für  
Wäschetransport  
Wäschelagerung  
Wertstoffsortierung**

*Beratung  
Planung  
Einrichtung*

**Hammerlit**

26762 LEER  
TEL. 04 91 / 92 90-0

# Wäschetransport im Krankenhaus

Der Wäschekreislauf im Krankenhaus birgt zahlreiche Gefahren, die sorgfältig beachtet werden müssen.

Die Schmutzwäsche enthält gefährliche Mikroorganismen, die ideale Lebensbedingungen vorfinden und sich schnell vermehren.

Frischwäsche muß sauber bleiben, sie muß vor Keimen geschützt werden.

Hammerlit hat schon vor 30 Jahren einen Katalog von Forderungen aufgestellt — und zugleich die Lösungen angeboten —, die heute in den Vorschriften der Berufsgenossenschaften und in den Richtlinien des Bundesgesundheitsamtes gesetzlich fixiert sind:

1. Schmutzwäsche darf nur einmal, und zwar am Entstehungsort, angefaßt werden.
2. Schmutzwäsche darf in der Wäscherei nicht sortiert werden.
3. Schmutzwäsche muß in farblich gekennzeichnete Säcke von ausreichender Keimdichte verpackt werden, die sich erst in der Waschmaschine von selbst entleeren.
4. Die Wäscherei muß in eine reine und eine unreine Seite getrennt werden. Die Waschmaschinen müssen getrennte Ladeöffnungen haben und stellen selbst einen Teil der Trennwand dar.

Das ideale Transportmittel für Schmutzwäsche ist der Wäschetransportsack WICKELSACK®. Dieser bietet beim Transport einen hervorragenden Schutz gegen die Keimverbreitung, und er entleert sich in der Waschmaschine in kürzester Zeit.

Der Wäschetransportsack WICKEL-SACK® steht serienmäßig in 10 verschiedenen Farben zur Verfügung, um direkt beim Einsammeln der Wäsche eine Vorsortierung vornehmen zu können.

Diese Sortierung muß jedoch auf ein Mindestmaß beschränkt werden, um das System so einfach wie möglich zu gestalten.

Zum Einsammeln werden die Säcke in fahrbare Wäschesammler oder nach dem modernsten Stand der Technik in kombinierte Etagenwagen eingespannt.

Diese Etagenwagen sind für den Wäschewechsel in der Station durch eine Trennwand abgeteilt und mit Fächern zur Aufnahme der sauberen Wäsche ausgestattet.

An diesem Gerät ist auch ein Desinfektionsmittelspender zur Händedesinfektion angebracht.

Der Transport der gefüllten Säcke zur Zentralwäscherei erfolgt in einem COMBICAR. Dieses patentierte Gerät ist so gestaltet, daß zur Aufnahme der Schmutzwäschesäcke die Fachböden heruntergeklappt und zur Aufnahme der sauberen Wäsche die Fachböden in waagerechte Stellung gebracht werden.

Die COMBICARS werden in der Wäscherei gewaschen und desinfiziert und kommen so hygienisch einwandfrei zurück ins Krankenhaus.

Die Verteilung der Wäsche innerhalb des Krankenhauses muß den individuellen Bedingungen angepaßt werden. Hierfür gibt es viele Möglichkeiten, wie zum Beispiel Regalwagen, Container oder Frischwäscheschalen.

Das Hammerlit-Wäschetransportsystem hat sich seit 30 Jahren in der Praxis bestens bewährt. Alle Bedingungen in hygienischer und in rationeller Hinsicht werden erfüllt.

Die Hochleistungsmangeln sind mit modernen Eingabe-, Längs- und Querfaltmaschinen ausgestattet und je nach Betriebsorganisation spezialisiert auf nur Groß- bzw. Kleinteile.

In diesem Bereich sollte man die vielschichtigen Wäscheteile nicht unberücksichtigt lassen, die nicht nur in der Krankenhauswäscherei anfallen können.

An einer Hochleistungsmangel für Sonderteile (Immerstraff) oder Spezialartikel (Tischwäsche) kommt man nicht vorbei.

Die bisherige Pressen-Abteilung ist ja zwischenzeitlich eine Finish-Abteilung geworden.

Die Ausstattung dieser Abteilung hängt im wesentlichen davon ab, wie sich die Anteile von Baumwolle zu Mischgewebe verhalten.

In vielen Fällen werden Baumwoll-Pressensätze mit Mischgewebe-Finishern kombiniert bzw. kann heute finishbare Baumwolle eingesetzt werden.

Für derartige Kombinationen gibt es technisch einwandfreie Transportsysteme.

Diese Transportsysteme fördern die jeweiligen Teile nicht nur, sie können auch Informationen mitnehmen, so daß ein zielgesteuertes transportieren möglich wird.

Wenn alle Abteilungen entsprechend der zu bearbeitenden Warenart maschinell und organisatorisch ausgestattet sind, erreicht man einen einigermaßen gleichschnellen Durchlauf.

Damit ist erreicht, daß die Auslieferung der Wäsche in dem gleichen Rhythmus erfolgt, wie die Anlieferung.

Der Wäsche-Container, der die schmutzige Wäsche angeliefert hat, wird nach dem Desinfektionsvorgang dem er unterzogen wird, zur Auslieferung der sauberen Wäsche verwandt. Dieses muß aber nicht immer der Fall sein (z.B. verschiedene Wagen).

Die dafür erforderliche Container-Desinfektionsanlage in Verbindung mit der Personalschleuse werden in die Raumtrennwand eingebaut, welche die "unreine Seite" von der "reinen Seite" trennt.

Der Staubereich für die auszuliefernde Wäsche muß natürlich auch angemessen sein.

Auch hier gilt zu berücksichtigen, in welcher Form die Versorgung der Stationen erfolgt.

In vielen Fällen muß sich die Wäscherei dem "Fahrplan" der allgemeinen Ver- und Entsorgung des Hauses anpassen.

Nach so vielen wäschereispezifischen Punkten sollte der wichtigste Faktor, nämlich die Wäsche nicht vergessen werden.

Die Abteilung, die die Wäsche bearbeitet sollte unbedingt auch für Beschaffung, Ausrüstung und Gestaltung zuständig sein.

Nur unter diesem Gesichtspunkt entsteht die erforderliche Verantwortlichkeit, die für den wichtigen und auch teuren Bereich "Textilien" notwendig ist.

# ÜBERWACHUNG UND ENTSORGUNG RADIOAKTIVER STOFFE AN EINER GROßKLINIK - ERLÄUTERT AM BEISPIEL DER MHH

D. Junker

Medizinische Hochschule Hannover, Zentrum Radiologie, Abt. Nuklearmedizin und spezielle Biophysik, Leiter: Prof.Dr.med.Dr.hc.H.Hundeshagen

## ZUSAMMENFASSUNG

Am Beispiel der nuklearmedizinischen Abteilung und 38 weiteren Arbeitsgruppen der Medizinischen Hochschule Hannover wird der Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen und die Effizienz des Strahlenschutzes in den verschiedensten Bereichen der Diagnostik, Therapie und Forschung erläutert. Es wird eine Übersicht über die Entwicklung der Personendosen der letzten 8 Jahre von ca. 570 (1992) strahlenschutzüberwachten Mitarbeitern, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, gegeben. Geeignete, den jeweiligen Arbeitsbedingungen der Nutzer angepasste Strahlenschutzmaßnahmen führten im Laufe der Jahre zur deutlichen Reduktion der Personaldosen. Etwa 95% aller überwachten Personen hatten im Jahr 1992 keine oberhalb der unteren Nachweisgrenze der verwendeten Personendosimeter liegenden Dosen erhalten. Nur wenige Personen trugen überhaupt zur Kollektivdosis bei. Die höchsten Individualdosen wurden 1992 im Heißen Labor mit 0,6 mSv/Jahr und in der nuklearmedizinischen Diagnostik mit 1,2 mSv/Jahr bei einem Arzt und 2 mSv/Jahr bei einer MTA gemessen. Es sind Ausnahmewerte.

Die medizinische Anwendung offener radioaktiver Stoffe belastet die Umwelt nur in sehr geringem Maße. Durch Installation von Abklinganlagen, durch Einbau von Filteranlagen in Abluftsystemen und durch Abklinglassen kurzlebiger Klinikabfälle ist es gelungen, die Abgabewerte deutlich unterhalb der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung zu reduzieren. Brennbare, flüssige Abfälle der In-vitro-Diagnostik, die mit längerlebigen Radionukliden wie H-3 und C-14 kontaminiert sind, müssen allerdings fremdentsorgt werden. Dieser Aktivitätsanteil ist jedoch gering.

## GRUNDPRINZIP DER STRAHLENSCHUTZÜBERWACHUNG BEIM UMGANG MIT OFFENEN RADIOAKTIVEN STOFFEN AN DER MEDIZINISCHEN HOCHSCHULE HANNOVER

Radioaktive Stoffe werden in der Medizin in vielfältiger Form in der In-vivo-/In-vitro-Diagnostik, Therapie und medizinischen Grundlagenforschung eingesetzt, Abb.1. So ist es erst durch den Einsatz von Radiopharmaka möglich geworden, bestimmte Funktionsabläufe des Organismus, die bisher einer direkten Messung nicht zugänglich waren, von außen mit einem geeigneten Nachweissystem (Detektor/Kamera) studieren zu können. Von den angegebenen Radionukliden haben sich für die nuklearmedizinische In-vivo-Diagnostik besonders das kurzlebige - von einem Mo-99 Generator gewonnene Tc-99m - und für die nuklearmedizinische Therapie von Schilddrüsen-Erkrankungen das J-131 bewährt. Sie stellen den Hauptanteil des Gesamtaktivitätsverbrauchs.

Genehmigungsrechtlich ist der Umgang mit radioaktiven Stoffen an der MHH seit 1971 für alle Abteilungen über die Nuklearmedizin geregelt, Abb.2. Diese Regelung hat vor allem sachliche Hintergründe. Ziel ist, beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen die Einhaltung der Grenz-

### Einsatz von Radionukliden an der MHH Diagnostik, Therapie, Forschung

#### In vivo-Diagnostik der Nuklearmedizin

Tc-99m, J-131, Xe-131, Tl-201, J-123, In-111,  
Cr-51, Fe-59

#### In vitro-Diagnostik der Nuklearmedizin

C-14, P-32, J-125

Abb. 1

#### Therapie der Nuklearmedizin

Y-90, J-131

#### In vitro-Diagnostik und Forschung außerhalb der Nuklearmedizin

H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, J-125

#### PET-Untersuchungen (an der MHH produziert)

C-11, N-13, O-15, F-18

### ÜBERWACHUNGSSCHEMA STRAHLENSCHUTZ MEDIZINISCHE HOCHSCHULE HANNOVER

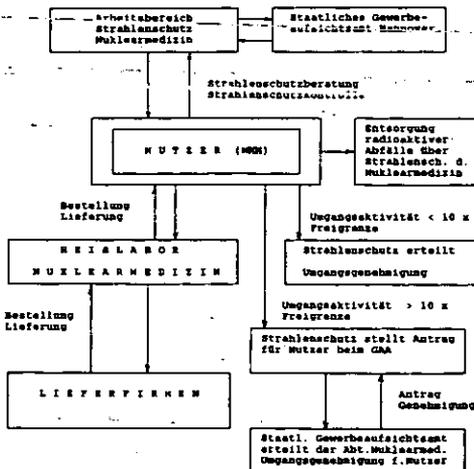


Abb. 2

und Abgabewerte der Strahlenschutzverordnung einheitlich für die ganze Klinik zu gewährleisten. Darüber hinaus sollte aber auch durch die Zentralisierung ein besserer Überblick über die Zahl der Anwender und über die Umgangsorte in Klinik und Forschung ermöglicht werden. Der Arbeitsbereich Strahlenschutz der Abt. Nuklearmedizin kontrolliert deshalb genehmigungsrechtlich, dosimetrisch und praktisch den gesamten Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen an der MHH. Vom Arbeitsbereich Strahlenschutz der Nuklearmedizin werden zur Zeit neben der Nuklearmedizin, dem Zyklotron mit Zyklotronchemie und dem Triga-Forschungsreaktor ca. 38 weitere Arbeitsgruppen in den verschiedensten Bereichen der Klinik und Forschung genehmigungsrechtlich und strahlenschutzrelevant überwacht. Zu den Schwerpunkten der Überwachung zählen die Arbeitsplatzkontrolle, die Personendosimetrie, die Kontaminationskontrollen über ca. 9 000 qm Kontroll- und Verkehrsflächen der Diagnostik, Therapie- und Laborbereiche, ferner Inkorporationsmessungen des Personals im institutseigenen Ganzkörperzähler. 1992 hatten ca. 570 Mitarbeiter der MHH beruflichen Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen, Abb.3.

Die Abt. Nuklearmedizin ist im Sinne der Strahlenschutzverordnung stellvertretend für das Land Niedersachsen Genehmigungsinhaber für alle Arbeitsgruppen, die an der MHH mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen. Dabei darf die Nuklearmedizin dem Anwender den Umgang bis zu einer Umgangsaktivität des Zehnfachen der Freigrenze je Nuklid selbst genehmigen. Für den Umgang mit höheren Aktivitäten ist entsprechend der Klassifizierung nach DIN 25 425, Teil 1, eine Genehmigung des zuständigen Gewerbeaufsichtsamtes erforderlich,

DIN 25 425, Teil 1 - Radionuklidlaboratorien, Regeln für die Auslegung

Labortyp	C	B	A
Umgangsaktivität bis Freigrenze mal	2 10	5 10	5 > 10

Ann: Die Lageraktivität darf 100 x höher sein als die Umgangsaktivität

Bei der Einrichtung oder Veränderung von Arbeitsplätzen, die für den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen vorgesehen sind, werden vorher mit dem Nutzer sowohl Strahlenschutzfragen als auch spezielle Probleme der Arbeitssicherheit erörtert. Dabei wird auf die strikte Einhaltung des Prinzips der Anwendung der Verhältnismäßigkeit der Mittel geachtet. Dies trifft vor allem auf die Gestaltung des Arbeitsplatzes und der Auswahl und Festlegung der Abmessungen der Abschirmungen zu.

Werden radiochemische Markierungen durchgeführt, so sind vorher neben den unmittelbaren Strahlenschutzfragen auch die Freisetzungs- und Abgabewerte zu schätzen und zu diskutieren. Notwendige Auffangvorrichtungen sind zur Sicherstellung der Einhaltung der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung vorzusehen. Generell muß beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen davon ausgegangen werden, daß am Arbeitsplatz Kontaminationen auftreten können. Eine Kontamination an sich ist noch kein Unglück; kritisch wird es erst, wenn Radionuklide unerkannt verschleppt werden, so daß nicht nur Meßsysteme, sondern auch Personen davon betrof-

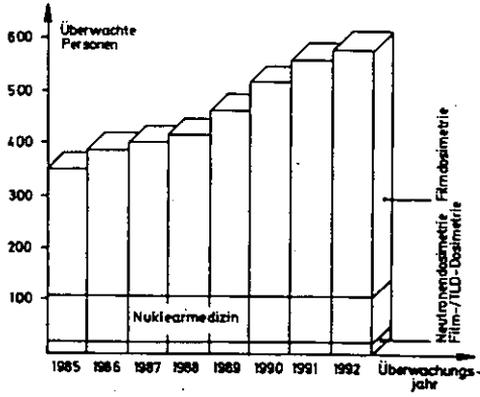


Abb. 3

Beruflich strahlenexponierte Personen (MHH)

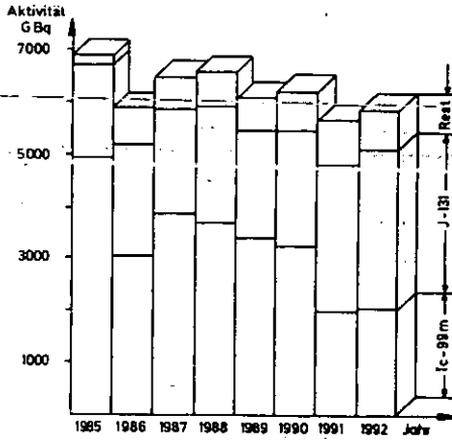


Abb. 4

Aktivitätsverbrauch

fen sein können. Aus diesem Grunde werden seit vielen Jahren die Arbeitsplätze aller Arbeitsgruppen an der MHH, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, regelmäßig vom Strahlenschutz auf Kontaminationen kontrolliert. Zur Erleichterung der Messungen und besseren Kontrolle der einzelnen Bereiche kommt ein dynamisch arbeitendes EDV - Kontaminationsprogramm zur Anwendung. Gewichtet nach Radiotoxizität und Umgangsaktivität werden wöchentlich vom Rechner Listen der zu prüfenden Räume ausgedruckt, die von den Strahlenschutzassistenten auszumessen sind. Kontaminationen findet man in der Nuklearmedizin der MHH schwerpunktmäßig im sanitären Bereich der Therapiestationen und gelegentlich auch in der Herz- / Kreislauf- bzw. Knochendiagnostik. Alle anderen Bereiche sind über lange Zeiträume außerhalb der Verarbeitungsplätze weitgehend kontaminationsfrei.

#### **UMGANGSAKTIVITÄT UND ERGEBNISSE DER PERSONENDOSIMETRIE**

Radionuklide haben trotz in der Öffentlichkeit kontrovers geführter Diskussionen keineswegs an Bedeutung für die medizinische Diagnostik, Therapie und Forschung verloren. Viele Erkenntnisse der modernen Medizin und Biologie sind mit Hilfe von Radionukliden zB. als Marker für den zu untersuchenden Metabolismus neuer organischer Verbindungen gewonnen worden. So steigt auch an der MHH die Zahl der Arbeitsgruppen, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, an. Es wundert dagegen nicht, daß dabei die zu verarbeitende Gesamtaktivität in den letzten Jahren ungefähr konstant geblieben ist, Abb. 4. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die nuklearmedizinischen und radiochemischen Nachweismethoden sehr empfindlich sind und iA. nur noch geringe Radioaktivitäten für die einzelnen Versuche eingesetzt werden müssen. Ferner zeigt auch Abb. 4 deutlich, daß der Hauptanteil des Aktivitätsbedarfs beim Tc 99m für die nuklearmedizinische In-vivo-Diagnostik und beim J-131 für die nuklearmedizinische Therapie der erkrankten Schilddrüse liegt.

Die Personendosiswerte sind seit 1985 trotz zunehmender Anzahl beruflich strahlenexponierter Personen deutlich zurückgegangen, Abb. 5a und 5b. Wir führen den Rückgang der Körperdosen auf bessere Strahlenschutzmaßnahmen und auf die Tatsache zurück, daß die Zusammensetzung der Gruppe der beruflich strahlenexponierten Personen sich geändert hat. Immer mehr Personen gehen mit geringen Umgangsaktivitäten im Labor- und Forschungsbereich um. Streng genommen könnten sie sogar entsprechend der Strahlenschutzverordnung aus der Gruppe der beruflich exponierten Gruppe entlassen werden, da die Expositionswerte deutlich unter 1/10 der Grenzwerte der Kategorie A liegen. Hier sind wir aber an der MHH im Gegensatz zur Strahlenschutzverordnung der Meinung, daß schon aus arbeitsmedizinischen Gründen und wegen der juristischen Nachweisbarkeit der akkumulierten Personendosen nicht auf eine lückenlose Kontrolle der tatsächlichen Expositionen verzichtet werden kann.

#### **ENTSORGUNG RADIOAKTIVER STOFFE**

Beim Umgang mit Radiopharmaka oder Radionukliden in der Klinik und Forschung entstehen radioaktiv kontaminierte Abfälle, die beseitigt werden müssen. Speziell in großen Kliniken sollte die Entsorgung radioaktiver Abfälle von einer einzigen Abteilung durchgeführt und überwacht werden. An der Medizinischen Hochschule Hannover ist die Entsorgung radioaktiver Abfälle generell über die Nuklearmedizin geregelt, Abb. 2. Kein Anwender darf an der MHH ohne Einverständnis des Strahlenschutzes der Nuklearmedizin selbst radioaktive Abfälle entsorgen. Dies erfordert zwar für die Aktivitätsmessungen und Konditionierungsarbeiten zusätzlich beträchtliche

Verteilung der Personendosiswerte von  
Mitarbeitern der MHH (n.d.StrlSchV)

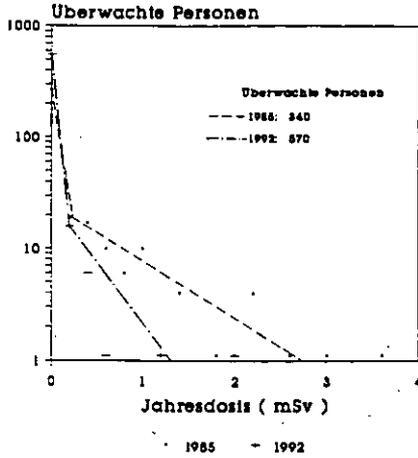


Abb. 5a

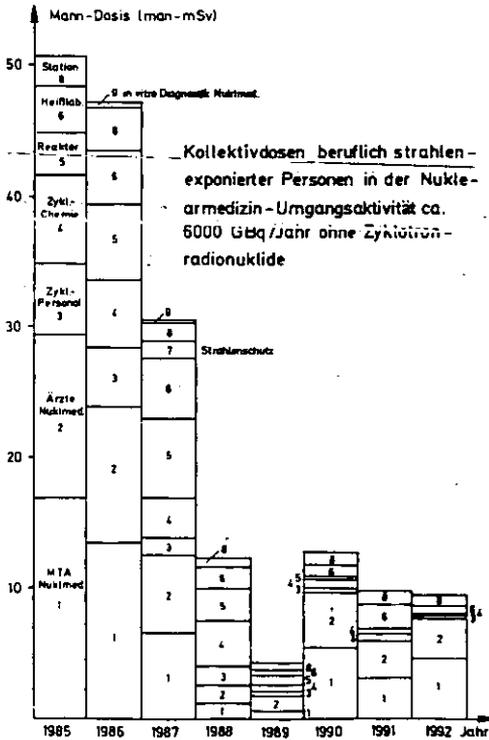


Abb. 5b

ENTSORGUNGSPFAD RADIOAKT. ABFÄLLE  
M H H

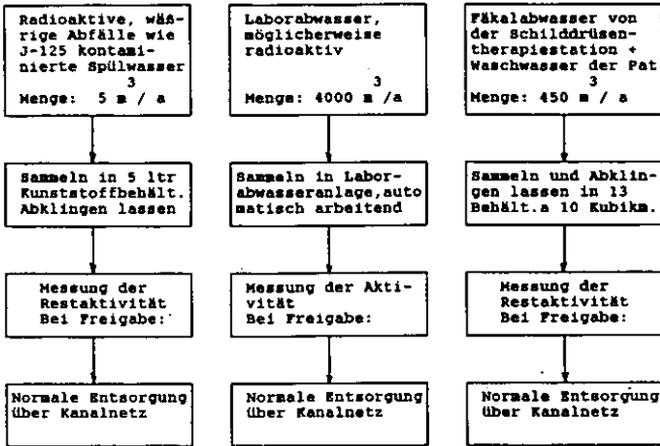
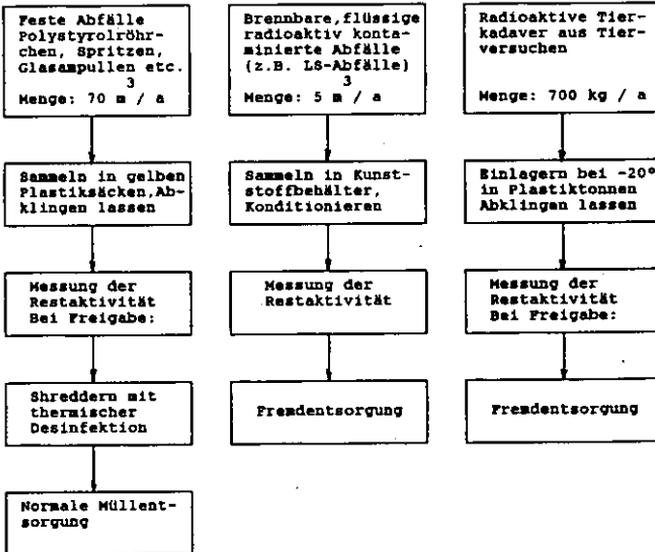


Abb. 6



Arbeitskapazitäten, doch ist nach unserer Meinung nur so eine radioökologisch einwandfreie und überschaubare Entsorgung gewährleistet. Zu den radioaktiven Abfällen zählen alle an der MHH beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen entstandenen Primär- und Sekundärabfälle wie Spritzenreste, Ampullen, Tupfer, Probenröhrchen, kontaminierte brennbare Flüssigkeiten, Abwasser, radioaktive Tierkadaver etc. Das Entsorgungskonzept ist relativ einfach: kurzlebige radioaktive Abfälle werden gesammelt, sortiert und zum Abklingen der Radioaktivität in Abklingräumen eingelagert. Längerlebige radioaktive Abfälle werden ebenfalls gesammelt, konditioniert, jedoch dann durch Fremdfirmen entsorgt. Eine generelle Entsorgung der Abfälle durch Fremdfirmen kann in der Praxis sehr aufwendig und teuer werden. In Abb.6 sind die an der MHH derzeit entstehenden Abfallarten und Abfallmengen sowie die einzelnen Entsorgungspfade angegeben.

### RADIOAKTIVE ABWÄSSER

Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen im Klinik-, Labor- oder Forschungsbereich fallen Abwasser an, die möglicherweise radioaktiv kontaminiert sein können. Überschreitet die spezifische Aktivität des Abwassers die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung, muß das Abwasser aufgefangen und zum Abklingen der Aktivität zwischengelagert werden. Für kleinere Labors bietet sich das Sammeln der flüssigen Restaktivitäten, getrennt gesammelt nach Halbwertszeiten, in 5 ltr. Kunststoffbehälter an, die dann in Abklingräumen eingelagert werden. Ebenso wird mit den primären Spülwassern aus der In-vitro-Diagnostik verfahren. Bei neu eingerichteten C-Labors befindet sich schon häufiger unterhalb der Spüle im Naßbereich ein Auffangbehälter für die möglicherweise kontaminierten Spülwasser. Erst nach Prüfung der spezifischen Aktivität und erfolgter Freigabe kann das Abwasser in die Kanalisation abgeleitet werden.

Aktivitätshaltige Abwasser aus der nuklearmedizinischen In-Vivo- / In-Vitro-Diagnostik werden dagegen in einer automatisch arbeitenden Laborabwasseranlage, bestehend aus 2 Behälter à 10 cbm Fassungsvermögen, aufgefangen und geprüft. Die Aktivitätsmessung erfolgt Integral über ein betaempfindliches Zählrohr. Die Radionuklidzusammensetzung wird in gewissen Abständen durch Probenentnahme und Ausmessen der Probe auf einem hochempfindlichen Halbleiter-Detektor geprüft. Erfahrungsgemäß ist das Laborwasser nur gelegentlich mit kurzlebigen Radionukliden kontaminiert. Größere Speichersysteme sind nach unserer Meinung für Laborabwasser nicht notwendig, falls vorher die primären Spülwasser mit längerlebigen Kontaminationen separat aufgefangen werden.

Dagegen muß für Ableitungen von Ausscheidungen der Patienten der nuklearmedizinischen Therapiestationen über den Abwasserpfad wegen der hohen Ausscheidungsrate des applizierten Radiojods entweder eine Abkling- oder Jodabscheideanlage installiert werden. Zur Entfernung des J-131 aus dem Abwasser sind in der Literatur verschiedene Verfahren beschrieben worden. Wir haben uns - vor allem aus arbeitsmedizinischen Gründen - für das Speichern des Abwassers in Abklingbehältern entschieden. - Insgesamt sind an der MHH für eine nuklearmedizinische 24 - Betten Station 13 Speicherbehälter à 10 cbm Fassungsvermögen installiert. Ein Abklingbehälter wird allerdings möglichst immer freigehalten, damit in Notfallsituationen ( Die Nuklearmedizin ist auch gleichzeitig " Regionales Strahlenschutzzentrum " ) radioaktive Abwasser von Dekontaminationsmaßnahmen aufgefangen werden können. Wie man der Abb.8 entnehmen kann, ist die Aktivitätsabgabe von J-131 seit Fertigstellung der Erweiterung 1986 ständig zurückgegangen. Bezogen auf die Gesamtabwassermenge der MHH von ca. 1500 cbm Ab-

# Grenzwert Abgabe Abwasser

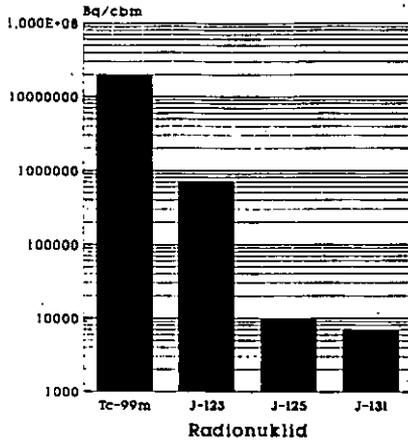


Abb. 7

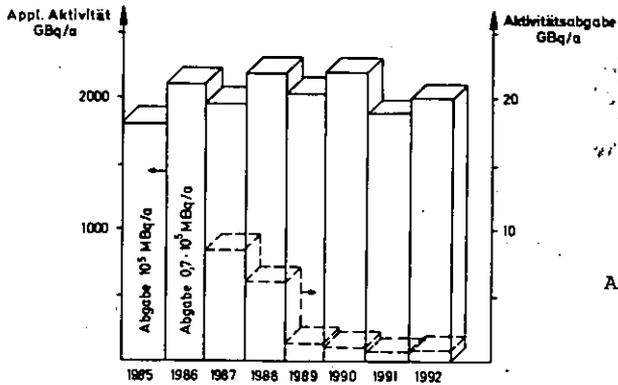


Abb. 8

Abklinganlage für J-131  
Rückhaltegrad:  $5 \cdot 10^{-2}$  (1985) -  $4 \cdot 10^{-4}$  (1992)

## Grenzwert Abgabe Abluft

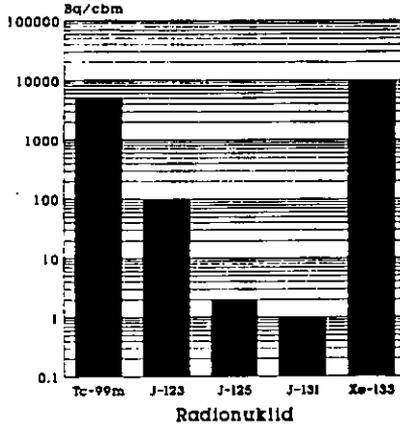


Abb. 9

Grenzwert für Inhalation, bei  
Xe-133 Grenzwert für Submersion

## Grenzwert Abgabe Freimessung

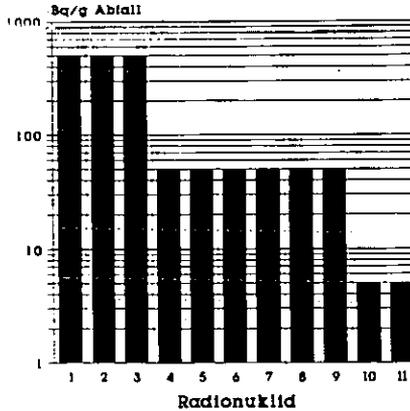
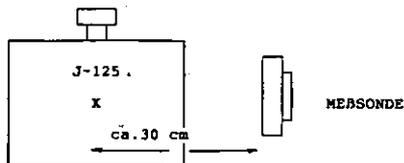


Abb. 10

1-3: H-3, Cr-61, Tc-99m  
4-9: C-14, P-32, S-35, Co-60, Fe-59, J-125  
10-11: J-125, J-131

### NACHWEISGRENZE FÜR J-125 IN ABFALLSÄCKEN



#### Untere Nachweisgrenze (NWG) :

$$1,5 \times NE = 1,5 \times 10 \text{ ips} = 15 \text{ ips}$$

$$\text{NWG (Netto)} = 5 \text{ ips}$$

#### Kalibrierung:

20 000 Bq J-125 erzeugen im Abstand von 30 cm eine Impulsrate von 30 ips Brutto oder 20 ips Netto.

#### Minimale nachweisbare Aktivität:

5 000 Bq J-125 im Abfallsack entsprechend 5 ips Netto

#### Zulässige Abgabeaktivität nach § 4 der StrlSchV:

5 Bq J-125 / g Abfall ( oder 5 000 Bq / kg )

#### FAZIT:

In einem 1 kg schweren Abfallsack kann mit einem Labormonitor bei normaler Verteilung der Aktivität im Gesamtvolumen gerade noch der Grenzwert von

5 000 Bq J-125/kg Abfall

nachgewiesen werden.

Abb. 11

wasser/Tag errechnet sich im Mittel eine spezifische Abgabekonzentration von ungefähr 1 440 Bq/cbm J-131. Unter Zugrundelegung der Grenzwertes der Strahlenschutzverordnung für Aktivitätsabgaben für J-131 im Abwasser von 7 000 Bq/cbm, Abb.7, ergibt sich somit eine Aktivitätsabgabe von ca. 20 % des Grenzwertes der Strahlenschutzverordnung.

#### **AKTIVITÄTSABGABEN MIT DER FORTLUFT ?**

Die aus dem Kontrollbereich der Nuklearmedizin herausgelangende Abluft wird kontinuierlich auf Aktivitätsgehalt überprüft. Geringfügige Abgaben aus dem Bereich der Diagnostik sind sehr selten und nur bei Störfällen bei Ventilationsuntersuchungen mit Xe-133 aufgetreten. Im Normalfall wird das vom Patienten abgeatmete Xe-133 in tiefgekühlten Aktivkohlefallen aufgefangen.

Anders sieht es mit der Abatmung von J-131 der hochdosierte Schilddrüsen-Ca-Patienten aus. Hier haben Messungen im Abluftstrang von Therapiezimmern (vor der Filteranlage) eine spezifische J-131 Konzentration von 8;8 Bq/cbm ergeben. Der Grenzwert der StrlSchV für eine gasförmige Abgabe von J-131 beträgt aber nur 1 Bq/cbm, Abb.9. Aus diesen Gründen wird die Abluft der nuklearmedizinischen Stationen zusätzlich über Aktivkohlefilter geführt, um das radioaktive Jod quantitativ herauszufiltern.

#### **BISHERIGE PRAKTIK EINE FREIMESSUNG VON RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN NACH DER STRAHLENSCHUTZVERORDNUNG**

Vor der Beseitigung von radioaktiven Abfällen ist eine Freigabemessung durchzuführen. Dazu ist es notwendig, entsprechende spezifische Grenzwerte der einzelnen Radionuklide zur Hand zu haben, um entscheiden zu können, ob ein Stoff noch als radioaktiv anzusehen ist oder nicht. Bis heute fehlt allerdings für eine Freimessung noch die rechtliche Grundlage. Sie ist in Form der sogenannten "Reststoffverordnung" derzeit in Vorbereitung. In der Praxis wurde bisher allerdings für die Entsorgung radioakt. Abfälle der §-4,2 e der StrlSchV in Anspruch genommen. Mit Einverständnis der Behörden konnten demnach radioaktive Abfälle, deren Aktivitätsgehalt  $10E-4$  mal Freigrenze/g Abfall unterschritt, aus dem Strahlenschutzrecht entlassen werden. Für die wichtigsten nuklearmedizinischen Radionuklide sind diese Grenzwerte einer Freimessung in Abb. 10 aufgetragen. Für den speziellen Fall der Entsorgung von J-125 kontaminierten Abfällen zeigt Abb.11 eine praktische Betrachtung der unteren Nachweisgrenze.

**DANKSAGUNG:** Unseren Strahlenschutzassistenten H.Mackensen und H.Sobottka sei an dieser Stelle für ihre vielfältigen Tätigkeiten im Bereich des Strahlenschutzes an der MHH herzlich gedankt.

**ANMERKUNG:** Diesem Vortrag liegen Ergebnisse der eigenen Publikation: Nuklearmedizin und Personalbelastung, 1991, zugrunde.

#### **LITERATUR:**

Junker, D. Hundeshagen, H.: Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen an der Medizinischen Hochschule Hannover. Vortrag auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik, Göttingen: 1990

Junker, D.: Nuklearmedizin und Personalbelastung. Nucl.-Med.1991;30:141-148

## Die Planung der Sanierung von Abwasserentsorgungsnetzen und Anlagen

von G. Gansloser, Hannover

### 1. Einleitung

Um den vorgegebenen Rahmen nicht zu sprengen, wird nicht auf alle Aspekte, die bei Sanierungsplanungen von Abwasserentsorgungsnetzen und Abwasserbehandlungsanlagen zu beachten sind, eingegangen. Es wird vorausgesetzt, daß die hierbei zu beachtenden wichtigsten Regelwerke bekannt sind. Diese sind:

- DIN 1986, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 1 bis Teil 4 (1) (2) (3) (4)
- DIN 4033, Entwässerungskanäle und -leitungen (5)
- DIN 19 520, Abwasser aus Krankenanstalten (6)
- ATV-Regelwerk Abwasser A 115, Hinweise für das Einleiten von Abwasser in eine öffentliche Abwasseranlage (7)

Es würde ein eigenes Lehrbuch bedeuten, alle technischen Belange im Zusammenhang mit diesen Regelwerken zu erläutern. Nachfolgend werden deshalb ausgewählte Punkte behandelt, die aus Erfahrung nicht ausreichend beachtet werden und deren Vernachlässigung dann zu Mißhelligkeiten bzw. Streitigkeiten führen.

### 2. Ursachen für die Sanierung

Die Ursachen für Sanierungsnotwendigkeiten können unterschiedlicher Natur sein. Die häufigsten Ursachen sind folgende:

- Die Schadhafteit von Entwässerungseinrichtungen erfordert deren Sanierung
- Zwischenzeitlich geänderte gesetzliche Vorgaben erzwingen Umrüstungen bzw. Ergänzungen
- Aufgrund innerbetrieblicher Umorganisationen sich ergebende Nutzungsänderungen im Sanitärbereich
- Aus Anlaß eines schadhafteit Baukörpers sich ergebende bauliche Sanierungsnotwendigkeiten mit Folge von Sanierungserfordernissen im haustechnischen und somit auch im sanitären Bereich.

Unbeschadet der Ursache für die Sanierungsnotwendigkeit ist der Planer von Abwasserentsorgungseinrichtungen darauf angewiesen, interdisziplinär zu arbeiten, d.h. eine Vielzahl von Koordinations- und Abstimmungsnotwendigkeiten zu beachten. Auf die wichtigsten wird nachfolgend eingegangen.

### 3. Abstimmungsnotwendigkeiten

Es werden nicht alle Koordinationsnotwendigkeiten geschildert, sondern nur die, deren Vernachlässigung öfters festgestellt wurde.

Die DIN 1986 schreibt zwar eindeutig die getrennte Entsorgung von Regenwasser und Schmutzwasser innerhalb von Gebäuden vor, läßt aber zu, daß bei einer vorhandenen Mischkanalisation im öffentlichen Entsorgungsnetz diese dann auch auf dem Grundstück ausgeführt werden kann. Hier wird empfohlen, sich mit dem Betreiber des öffentlichen Entsorgungsnetzes (Stadtentwässerungsamt oder Abwasserverband) in Verbindung zu setzen und die langfristigen Perspektiven zu erfragen bezüglich einer zu erwartenden Umrüstung im öffentlichen Entsorgungsbereich. Es wird zunehmend versucht, eine historisch bedingte vorhandene Mischkanalisation im Zuge von Erweiterungsnotwendigkeiten zu einer Trennkanali-

sation zu machen. Wenn dies langfristig vorgesehen ist, sollte auch die Grundstücksentwässerung danach geplant und ausgeführt werden, so daß die Umstellung von Mischkanalisation auf Trennkanalisation später ohne großen Kostenaufwand leicht möglich ist.

Des weiteren ist es erforderlich, sich mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen wegen eines allenfalls notwendigen Schutzes des Grundwassers vor Abwasser. Das Wasserhaushaltsgesetz gibt den Genehmigungsbehörden die Handhabe, besondere Sicherungen an Grundleitungen zu verlangen, um eine Verunreinigung des Wassers zu vermeiden. Die baulichen Auswirkungen einer solchen Forderung können gravierend sein. Eine wirtschaftliche und technisch einwandfreie Lösung ist das Verlegen eines sog. Doppelrohrsystems, bei dem ein inneres medium-führendes Rohr von einem äußeren, eine Schutzfunktion bewirkenden Rohr umhüllt wird. Die Entscheidung für eine grundwasserschützende Variante der Entwässerung muß vor Planungsbeginn getroffen werden, da der Anschluß der Entwässerungsobjekte abhängig ist von der gewählten Variante.

Der zunehmende Einsatz von Kunststoffrohren macht es notwendig, daß bei der Planung in verstärktem Maß Brandabschnitte berücksichtigt werden. In Abhängigkeit von dem verwendeten Kunststoffmaterial ist es notwendig, Rohrdurchführungen durch Decken oder Wände bei Übergang von einem Brandabschnitt zum anderen abzuschotten. Diese sog. Brandmanschetten sind voluminös und beeinflussen die Trassenführung.

Eine wichtige Abstimmungsnotwendigkeit mit den übrigen an der Planung Beteiligten ergibt sich aus der Tatsache, daß Entwässerungsleitungen, sofern sie als liegende Leitungen ausgeführt werden, im Freigefälle das Wasser abführen. Daraus ergeben sich sehr beträchtliche Installationshöhen, die zum Einhalten des erforderlichen Gefälles beachtet werden müssen. Ein Sammelleitung DN 100 benötigt z.B. für eine Fließlänge von 25 m einen Höhenunterschied von 50 cm. Es ist vorab zu klären, ob diese Installationshöhe überhaupt gegeben ist, wenn nicht, muß ein sammelleitungs-orientiertes Abwassersystem ersetzt werden durch ein falleitungs-orientiertes Abwassersystem.

Eine weitere Abstimmungsnotwendigkeit mit den übrigen Planern entsteht aus den Vorgaben der DIN 1053 (8), die nur geringe Schlitztiefen an Mauerwerken zuläßt. Diese Forderung kann oft nur durch Vorwand-Installation erfüllt werden, die aber wiederum einen größeren Raumbedarf beansprucht.

Eine weitere, oft vernachlässigte Abstimmungsnotwendigkeit ist die exakte Ermittlung der Rückstauenebene. Die DIN 1986, Teil 1 (1) legt fest, daß als Rückstauenebene mindestens die Straßenhöhe an der Anschlußstelle gilt, sofern von der zuständigen Behörde nichts anderes angegeben wird. Die Abwassersatzungen einiger Kommunen nennen Berechnungsgänge, die höhere Werte ergeben als die Straßenoberkante. Eine Entwässerung unterhalb der Rückstauenebene sollte nur mit einer automatisch arbeitenden Hebeanlage stattfinden. Die in der DIN 1986 zugelassenen Ausnahmen sollten aus Hygienegründen bei der Krankenhausentwässerung nicht in Anspruch genommen werden. Eine Entwässerung unterhalb der Rückstauenebene liegt bei Schmutzwasser vor, wenn der Ruhewasserspiegel im Geruchverschluß unterhalb der Rückstauenebene ansteht. Eine Entwässerung unterhalb der Rückstauenebene liegt bei Regenwasser vor, wenn die Oberkante des Einlaufrostes unterhalb der Rückstauenebene liegt.

Ein wichtiger Punkt, der vor Planungsbeginn zu beachten ist, sind die Richtwerte für Abwasserinhaltsstoffe, die bei Einleiten in ein öffentliches Entwässerungsnetz nicht überschritten werden sollten. Falls keine gesonderten Angaben vorliegen, findet das ATV-Arbeitsblatt A 115 (7) Anwendung. Es wird aber darauf hingewiesen, daß die Abwassersatzungen vieler Kommunen erheblich geringere zulässige Werte vorgeben, so daß diese dann zu beachten sind. Das Einhalten der Richtwerte kann oft nur durch zusätzliche gezielte Abwasserbehandlungsanlagen auf dem Grundstück des Krankenhauses erreicht werden. Hierzu werden Hinweise im nachfolgenden Kapitel gegeben.

#### 4. Abwasserbehandlungsanlagen

In Abhängigkeit von dem Grad der Verschmutzung des anfallenden Ab-

wassers sind zum Erreichen der vorgegebenen Richtwerte zusätzliche Behandlungsanlagen erforderlich. Die wichtigsten werden nachfolgend benannt:

- Fettabscheider
- Öl- und Benzinabscheider
- Stärke-Abscheider
- Schlammfang
- Amalgam-Abscheider
- Misch- und Abkühlbecken
- Neutralisationsanlagen
- Abklingbecken

Für diese speziellen Abwasserbehandlungsanlagen existieren in relativ geringem Umfang allgemein anerkannte Regelwerke. Dies gilt für Fettabscheider mit der DIN 4040 (9) und für Schlammfang und Leichtflüssigkeitsabscheider mit der DIN 1999 (10). Bei den übrigen Anlagen gelten Herstellerangaben und Werknormen.

Sollten Abkühlbecken erforderlich werden, um Abwasser auf die erforderliche Temperatur von 35°C sich abkühlen zu lassen, so ist es sinnvoll, zu untersuchen, ob es nicht möglich ist, im wirtschaftlichen Rahmen eine Wärmerückgewinnung aus Abwasser einzurichten. Die daraus sich ergebenden erhöhten Reinigungs- und Wartungsaufwendungen sind ausreichend zu beachten.

## 5. Besondere Planungshinweise

Aus Erfahrung wird auf die nachfolgenden Punkte hingewiesen, die oft nicht ausreichend beachtet werden.

Die Deutschen haben die höchsten Anforderungen an Schallschutz. Diese sind niedergelegt in der DIN 4109, Schallschutz im Hochbau (11). Das Mißachten von Schallschutzbestimmungen führt oft zu Auseinander-

setzungen mit Haftungsansprüchen als Folge. Es ist dringend erforderlich, daß die aus den Schallschutzforderungen sich ergebenden Konsequenzen für die Planung rechtzeitig beachtet werden, wie z.B. richtige Materialwahl, sachgerechte Befestigung usw.

Ein Problem besonderer Art ergibt sich oft bei der Planung von Regenwasserleitungen aus der Notwendigkeit der Frostsicherung und dem Vermeiden von Kondensatanfall. Die nunmehr zur Zeit auf dem Markt befindlichen elektrischen Begleitheizungssysteme sind in den Anschaffungskosten und in der Handhabung so günstig geworden, daß sie oft eine wirtschaftliche und technisch wirkungsvolle Alternative darstellen gegenüber dem bisher üblichen, sehr aufwendigem Dämmverfahren.

Auf einen weiteren technischen Fortschritt wird hingewiesen im Bereich des Rohrvortriebs. Große Erschwernisse bei Verlegen von Entwässerungsleitungen in offenen Rohrgräben, insbesondere bei Kreuzungsnotwendigkeiten mit vorhandenen Installationstrassen können vermieden werden mittels hydraulischer Pressen, wobei der Preßvorgang durch das Erdreich geschieht. Damit können auch Gebäudeteile unterfahren werden.

Wie bereits ausgeführt, geschieht die Entsorgung von Abwasser im freien Gefälle mit druckfreien Röhren. Daraus ergeben sich relativ große und somit kostenaufwendige Rohrquerschnitte. Die Investitionskosten können reduziert werden, wenn bei der Ableitung von Regenwasser die sog. Druckentwässerung ausgeführt wird. Da im Gebäude eine Trennung zwischen Regenwasser- und Nutzwasserkanalisation gegeben ist, kann zugelassen werden, daß die Regenwasserleitungen als Druckleitungen ausgeführt werden und damit bei gleicher Leistungsfähigkeit erheblich kleinere Querschnitte erreicht werden.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß bei der Planung die Zugänglichkeit der Abwasserentsorgungseinrichtungen ausreichend beachtet werden muß. Dies gilt insbesondere für das Räumen von Fett- und Stärkeabscheidern, die so angeordnet werden sollten, daß deren Öffnung zu keinen Geruchsemissionen in das Gebäude führen. Außerdem sollten

Reinigungs- und Kontrollöffnungen an Rohrleitungen so angeordnet werden, daß sie auch wirklich zugänglich sind und nicht nur in ihren Abständen den Vorschriften der DIN genügen. Eine weitere Erfordernis, die der Planer unbedingt beachten muß, ist die ausreichende Beschilderung der Abwasserentsorgungseinrichtung in Verbindung mit Revisionsunterlagen, welche die tatsächliche Ausführungssituation wiedergeben. Die Unsitte, Planungsunterlagen per Stempel zu Revisionsunterlagen zu machen, führt zu großen Schwierigkeiten für den Betreiber der Anlagen bei später notwendig werdenden Reparaturarbeiten bzw. Änderungsarbeiten.

## 6. Schlußbemerkungen

Eine Detailplanung sollte erst dann beginnen, wenn geklärt ist, daß dieser Planungsabschnitt Bestandteil eines Gesamt-Sanierungskonzeptes ist. Dies gilt insbesondere, wenn die Sanierungsnotwendigkeit sich aus Schäden an vorhandenen Entwässerungsanlagen ergibt. Hier ist der Planer leicht geneigt, "neu" für "alt" zu setzen, anstatt ein langfristiges Gesamtkonzept zu beachten. Es ist durchaus möglich, daß die Ersatzvornahme schadhaft gewordener Anlagenteile zwingt, ein langfristig festzulegendes Sanierungskonzept zu erarbeiten.

Da das ordnungsgemäße Behandeln und Ableiten von Abwasser aus Krankenanstalten besondere Kenntnisse und Erfahrungen bei der Planung und Ausführung erfordert, weil die Beschaffenheit des Abwassers in verschiedener Beziehung von der des normalen häuslichen Abwassers erheblich abweicht, wird dem Bauherrn dringend empfohlen, mit dem Entwurf und mit der Überwachung der Ausführung von Abwasserentsorgungseinrichtungen Fachleute zu betrauen, die auf diesem Gebiet ausreichende Kenntnisse besitzen.

Diese Fachleute sind dann auch in der Lage, bei allenfalls notwendigen Abweichungen von den anerkannten Regeln der Technik die daraus entstehenden Auswirkungen zu beurteilen und dem Bauherrn die Risiken zu benennen,

die aus den Abweichungen entstehen. Nicht ausreichend erfahrene Planer neigen zum sturen Festhalten an den Vorgaben der Regelwerke, was sehr oft zu hohen unnötigen Investitionskosten führt.

## 7. Literatur

- (1) DIN 1986 Teil 1: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Technische Bestimmungen für den Bau. Beuth-Verlag, Berlin
- (2) DIN 1986 Teil 2: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Bestimmungen für die Ermittlung der lichten Weiten und Nennweiten für Rohrleitungen. Beuth-Verlag, Berlin.
- (3) DIN 1986 Teil 3: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Regeln für Betrieb und Wartung. Beuth-Verlag, Berlin.
- (4) DIN 1986 Teil 4: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und -formstücken verschiedener Werkstoffe. Beuth-Verlag, Berlin
- (5) DIN 4033: Entwässerungskanäle und -leitungen; Richtlinien für die Ausführung. Beuth-Verlag, Berlin.
- (6) DIN 19 520: Abwasser aus Krankenanstalten. Beuth-Verlag, Berlin.
- (7) ATV-Regelwerk Abwasser A 115: Hinweise für das Einleiten von Abwasser in eine öffentliche Abwasseranlage. Abwassertechnische Vereinigung e.V., 53757 St. Augustin.
- (8) DIN 1053 Teil 1: Rezeptmauerwerk, Berechnung und Ausführung. Beuth-Verlag, Berlin
- (9) DIN 4040: Fettabscheider Baugrundsätze. Beuth-Verlag, Berlin.
- (10) DIN 1999: Abscheider für Leichtflüssigkeiten. Beuth-Verlag, Berlin.

(11) DIN 4109: Schallschutz im Hochbau, Beuth-Verlag, Berlin.

**Anschrift des Verfassers:**

**Prof. Dr.-Ing. G. Gansloser  
Grazer Straße 26  
30519 Hannover**

# **Technische Administration**

## **Was bewegt den Leiter des Technischen Dienstes im Jahre 1993 ?**

### **A. Wer ist der Leiter des Technischen Dienstes?**

Um diesen Sachverhalt genauer darzustellen, betrachten wir zunächst den Instandhaltungs- und Energieaufwand verschiedener Krankenhausklassen:

Tabelle 1, Sachkosten Instandhaltung nach Krankenhausgrößen, Klassensummen insgesamt

KH-Klasse	KH-Größe	KH-Anzahl	%-Anteil	Instandhaltungskosten	%-Anteil
Klasse A	>= 100 Bet.	488	26,9%	51.000.000,-DM	2,6%
Klasse B	100 - 200 Bet.	466	25,7%	163.000.000,-DM	8,2%
Klasse C	200 - 500 Bet.	651	35,8%	682.000.000,-DM	34,2%
Klasse D	500 -1000 Bet.	152	8,4%	441.000.000,-DM	22,1%
Klasse E	<=1000 Bet.	59	3,2%	656.000.000,-DM	32,9%
Summen:		1816	100,0%	1.993.000.000,-DM	100,0%

Tabelle 2, Sachkosten Energie nach Krankenhausgrößen, Klassensummen insgesamt

KH-Klasse	KH-Größe	KH-Anzahl	%-Anteil	Energiekosten	%-Anteil
Klasse A	>= 100 Bet.	488	26,9%	58.744.005,-DM	3,5%
Klasse B	100 - 200 Bet.	466	25,7%	178.806.651,-DM	10,5%
Klasse C	200 - 500 Bet.	651	35,8%	615.562.010,-DM	36,3%
Klasse D	500 -1000 Bet.	152	8,4%	329.856.320,-DM	19,4%
Klasse E	<=1000 Bet.	59	3,2%	512.696.275,-DM	30,2%
Summen		1816	100,0%	1.696.033.631,-DM	100,0%

Tabelle 3, Mögliche berufliche Qualifikation des Leiters der Technischen Dienste

Klasse A	Technischer Leiter:	z. B. Handwerker oder Meister
Klasse B	Technischer Leiter:	z. B. Meister, Techniker, Ingenieur
Klasse C	Technischer Leiter:	z. B. Dipl. Ing. FH und Stellvertreter Dipl.Ing. FH
Klasse D	Technischer Leiter:	z. B. Dipl. Ing. FH/TU und 1-3 Fachingenieure
Klasse E	Technischer Leiter:	z. B. Dr.-Ing, Dipl. Ing. FH/TU und 1-5 Fachingenieure.

Allgemeinkrankenhäuser ohne psychiatrischen und neurologischen Betten, alle Bundesländer 1990, davon Hochschulkliniken (37), Plankrankenhäuser (1580), Krankenhäuser mit einem Versorgungsvertrag (110), Krankenhäuser ohne Versorgungsvertrag (89). Eigene Berechnungen, Quelle: Zahlen, Daten, Fakten '93 und Wirtschaft + Statistik

**B. Wie ist der Technische Dienst im Krankenhaus eingebunden und wie sind die Verantwortungsbereiche definiert?**

*Aufschluß darüber finden wir bei der Betrachtung der Kostenstellenrechnung des Krankenhauses.*

Kostenstellenart	Krankenhausabteilung	Eigenleistung	Fremdleistung
Primärkostenstellen	Pflegestationen	i. d. R.	Gestellungsvertrag ist möglich
Hilfskostenstellen	Labor, Röntgen	i. d. R.	üblich, z.B. bei wenig Analysen
Gemeinkostenstellen	Verwaltung	i. d. R.	möglich, z.B. Geschäftsführung
	Technischer Dienst	i. d. R.	üblich z.B. bei Wartungsverträgen
	Reinigung	möglich	möglich
	Ver- und Entsorgungsdienst	möglich	möglich
	Speisenversorgung	möglich	möglich

*Privatisierungspotentiale im Bereich der Gemeinkostenstellen eines Krankenhauses im Vergleich:*

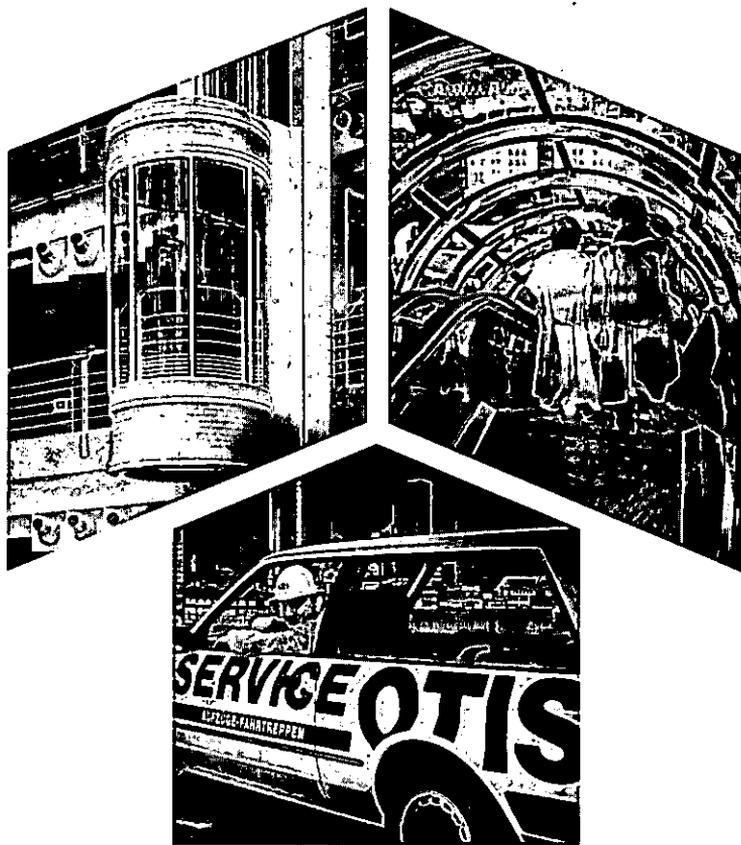
Gemeinkostenstellen	Nur Fremdleistung	Fremdleistungsanteile
Verwaltung	selten	Management
Technischer Dienst	selten	möglich, z.B. Beratungsfunktion, TSZ-MT, usw
Einkauf	möglich	Einkaufsverbund oder Zentraleinkauf
Speisenversorgung	Tendenz steigend	selten
Ver- und Entsorgungsdienst	Tendenz steigend	möglich, z.B. in Verbindung mit dem Reinigungsdienst
Wäscheversorgung	Tendenz steigend	Tendenz steigend
Reinigungsdienst	Tendenz steigend	Tendenz steigend
Cafeteria - Kantine	üblich	selten

***Der Technische Dienst gehört zu den Gemeinkostenstellen; die von ihm erbrachte Dienstleistung kann sowohl Eigen- als auch Fremdleistungsanteile enthalten.***

***Die Besinnung der Krankenhäuser auf ihre primären Aufgaben hat im Bereich der Gemeinkostenstellen zu einem Rückgang der Eigenleistungstiefe geführt.***

# OTIS

Der beste Weg nach oben ↑



#### **Personenaufzüge**

OTIS bietet für jeden Einsatzbereich die passende Aufzugsanlage: Wohnhäuser, Verwaltungen, Hotels, Krankenhäuser und Türme. Panoramaaufzüge für repräsentative Architektur. Modernste Mikroprozessorsteuerungen erhöhen Wirtschaftlichkeit und Komfort. Geregelt Drehstromantriebe und frequenzgeregelte Antriebssysteme entsprechen dem neuesten Stand der Technik.

#### **Lastenaufzüge**

Ausführung als Seilzug oder hydraulisch.

#### **Kleingüteraufzüge**

Genormt und vormontiert, dadurch schnelle Montage. Einbau auch nachträglich fast überall möglich.

#### **Fahrtreppen und Fahrtsteige**

Für Verkehrsanlagen, Kaufhäuser, Hotels, Einkaufszentren und Verwaltungsgebäude in Normal- und Allwetterausführung.

#### **Der Service**

Lückenloser Service – bei OTIS eine Selbstverständlichkeit. Dahinter steht ein Team von mehr als 1.500 qualifizierten Servicetechnikern, die rund um die Uhr für Ihre Anlage da sind. Überall in Deutschland.

Über 1.000 Servicefahrzeuge, ausgerüstet mit Eurofunk oder Funkgeräten, in mehr als 40 Büros und 115 Servicestationen bilden das dichteste Servicenetz in der Aufzugsbranche. Für Wartung, Instandsetzung und Modernisierung.

#### **OTISLINE**

Mit dem exklusiven Service OTIS-LINE können Sie uns unter der Telefonnummer 01 30-24 07 gebührenfrei 24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche erreichen. Sie sprechen mit einem Mitarbeiter in der OTIS-Zentrale, der mit Hilfe modernster Technologien innerhalb kürzester Zeit die notwendigen Schritte einleitet.

## **Aufzüge Fahrtreppen Service**

## Ihr Vorteil ist unsere Größe.

**OTIS GmbH**  
Postfach  
13500 Berlin  
Hausanschrift:  
Oüsstraße 33  
13507 Berlin  
Telefon (0 30) 43 04-0

**OTIS GmbH**  
**Werk Pankow**  
Mühlenstraße 62-65  
13187 Berlin  
Telefon (0 30) 4 78 83-0

**OTIS GmbH**  
**Werk Leipzig**  
Postfach 15 34  
04351 Leipzig  
Hausanschrift:  
Rosenowstraße 22  
04357 Leipzig  
Telefon (03 41) 24 93 50

**OTIS Escalator GmbH**  
Postfach 14 51  
31644 Stadthagen  
Hausanschrift:  
Industriestraße 2  
31655 Stadthagen  
Telefon (0 57 21) 7 06-0

**Service Süd**  
Germaniastraße 21  
12099 Berlin  
Telefon (0 30) 7 51 30 72

**Büro Bielefeld**  
Otto-Brenner-Straße 63  
33607 Bielefeld  
Telefon (05 21) 29 50 15 0

**Büro Bonn**  
Brungsgasse 2  
53117 Bonn  
Telefon (02 28) 67 10 71 0

**Büro Braunschweig**  
Porschestraße 10  
38112 Braunschweig  
Telefon (05 31) 31 40 68 0

**Büro Bremen**  
Zum Panrepel 7-9  
28307 Bremen  
Telefon (04 21) 4 38 68-0 0

**Büro Chemnitz**  
Palnstraße 26  
09130 Chemnitz  
Telefon (03 71) 42 25 22

**Büro Cottbus**  
Straße der DSF 2  
03048 Cottbus  
Telefon (03 55) 58 10-0 0

**Büro Dortmund**  
Markhege 102  
44265 Dortmund  
Telefon (02 31) 94 60 10-0 0

**Büro Dresden**  
Postfach 120286  
01004 Dresden  
Hausanschrift:  
Gutzkowstraße 10  
01069 Dresden  
Telefon (03 51) 4 65 52 29/30

**Büro Düsseldorf**  
Postfach 300329  
40403 Düsseldorf  
Hausanschrift:  
Ungelsheimer Weg 6  
40472 Düsseldorf  
Telefon (02 11) 42 00 66 0

**Büro Erfurt**  
Am Lalrind 1  
99094 Erfurt  
Telefon (03 61) 6 46 55 15 0

**Büro Essen**  
Münchener Straße 48  
45145 Essen  
Telefon (02 01) 8 10 46-0 0

**Büro Frankfurt/Main**  
August-Schanz-Straße 13a  
60433 Frankfurt/M.  
Telefon (0 69) 5 48 50-0 0

**Büro Frankfurt/Oder**  
Birnbäumsmühle 65  
15234 Frankfurt/O.  
Telefon (03 35) 3 67-4 04 0

**Büro Freiburg**  
Rimsinger Weg 16  
79111 Freiburg  
Telefon (07 61) 44 10 91 0

**Büro Gera**  
Parkstraße 10  
07548 Gera  
Telefon (03 65) 62 22 04

**Büro Halle**  
Gewerbehof Halle Ost  
Leipziger Chaussee 191g  
06112 Halle  
Telefon (03 45) 5 64 07-0 0

**Büro Hamburg**  
Wandalenweg 14  
20097 Hamburg  
Telefon (0 40) 23 60 06-0

**Büro Hannover**  
Mergenthalerstraße 8  
30880 Laatzen  
Telefon (05 11) 82 40 24 0

**Büro Karlsruhe**  
Printzstraße 4  
76139 Karlsruhe  
Telefon (07 21) 9 62 22-0 0

**Büro Kassel**  
Kohlenstraße 125  
34121 Kassel  
Telefon (05 61) 2 20 77 0

**Büro Kiel**  
Barkauer Straße 119  
24145 Kiel  
Telefon (04 31) 71 40 64 0

**Büro Koblenz**  
Moseleisser Straße 56  
56073 Koblenz  
Telefon (02 61) 4 06 21-0 0

**Büro Köln**  
Amsterdamer Straße 230  
50735 Köln  
Telefon (02 21) 7 15 11-0 0

**Büro Leipzig**  
Rosenowstraße 22  
04357 Leipzig  
Telefon (03 41) 24 93-0 0

**Büro Lübeck**  
Gutenbergsstraße 4  
23611 Bad Schwartau  
Telefon (04 51) 2 40 05 0

**Büro Magdeburg**  
Babelsberger Straße 12  
39114 Magdeburg  
Telefon (03 91) 5 79 12

**Büro Mannheim**  
Postfach 240234  
68172 Mannheim  
Hausanschrift:  
Angelstraße 15  
68199 Mannheim  
Telefon (06 21) 8 64 12 0

**Büro München**  
Landsberger Straße 183  
80687 München  
Telefon (0 89) 5 70 00-0 0

**Büro Nürnberg**  
Witschelstraße 71  
90431 Nürnberg  
Telefon (09 11) 3 18 95-0 0

**Büro Potsdam**  
Postfach 810230  
14432 Potsdam  
Hausanschrift:  
Möbelhof 4  
14478 Potsdam  
Telefon (03 31) 8 75 47 77 0

**Büro Regensburg**  
Liskircherstraße 23  
93049 Regensburg  
Telefon (09 41) 2 60 71 0

**Büro Rostock**  
Dalwitzhöfer Weg 3  
18055 Rostock  
Telefon (03 81) 45 41 51 0

**Büro Saarbrücken**  
Schopenhauerstraße 24  
66111 Saarbrücken  
Telefon (05 81) 2 21 95 0

**Büro Schwedt**  
Wendenstraße 1  
16303 Schwedt  
Telefon (0 33 32) 43 33-0

**Büro Schwerin**  
Egon-Erwin-Kisch-Str. 11  
19061 Schwerin  
Telefon (03 85) 34 20 10

**Büro Stuttgart**  
Erich-Harion-Straße 27  
70736 Fellbach  
Telefon (07 11) 5 75 49-0 0

**Büro Ulm**  
Mühlsteige 4  
89075 Ulm  
Telefon (07 31) 60 18 85 0

**Büro Wiesbaden**  
Hasengartenstraße 14c  
65189 Wiesbaden  
Telefon (06 11) 70 28 51 0

**Büro Wuppertal**  
Alsenstraße 19  
42103 Wuppertal  
Telefon (02 02) 30 70 20 0

### Unsere Büros:

**Büro Aachen**  
Wildbacher Mühle 43/45  
52074 Aachen  
Telefon (02 41) 1 20 76 0

**Büro Bad Reichenhall**  
Karl-Weiß-Straße 5a  
83435 Bad Reichenhall  
Telefon (0 86 51) 6 10 37 0

**Büro Berlin (City)**  
Landgrafenstraße 14  
10787 Berlin  
Telefon (0 30) 2 64 82-0

**Büro Berlin Mitte**  
Chausseestraße 35  
10115 Berlin  
Telefon (0 30) 2 88 3-0

**Service Nord**  
Hertefeldstraße 2  
13597 Berlin  
Telefon (0 30) 3 33 30 11

**Service Ost**  
Rapsweg 53  
12683 Berlin  
Telefon (0 30) 5 69 24 16

Mit Hilfe der Kostenstellenrechnung ist eine strukturierte Darstellung der verschiedenen Abteilungen des Krankenhauses möglich. Der Technische Dienst ist abteilungs- und funktionsübergreifend tätig, die Dienstleistungen werden auf Primär-, Hilfs- und Gemeinkostenstellen verrechnet.

Kostenstellen Bereiche		Kostenstellen Bereiche	
0900001	Gebäude, Grundstücke	0900109	Aussenanlagen
0900800	Nebengebäude	0901059	Techn. Dienst, Betriebsingenieure
0902--	Werkstätten/Fuhrpark	09130--	Energie, Wasser, Brennstoffe
09138--	Müllgebühren infektiös	09139--	Müllgebühren
0922102	Blutdepot	0924008	Endoskopie
09025308	Zentralsterilisation	0925900	Kreisssaal
0929107	Gem. Bereich Innere	0931004	Abt. Innere

Die genannten Kostenstellen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit; sie sind nur beispielhaft genannt.

Bei Betrachtung der vereinheitlichten Kostenstellenpläne unserer Krankenhäuser fällt auf, daß eine Beschreibung der Budgetverantwortung des Technischen Dienstes mit der vorgenannten Gliederung nur teilweise möglich ist. Kostenstellenverantwortlich kann der Technische Leiter nur für seinen eigenen Bereich sein. Die Frage nach der Kostenstellenverantwortung, wie z. B. beim Chefarzt einer Fachabteilung, ist hier umfassender zu betrachten! Eine weitaus detailliertere Möglichkeit bietet die Kostenartenrechnung. Der Verantwortungsbereich wird so viel mehr aufgegliedert und verschafft dem Technischen Leiter einen genaueren Überblick.

- Kontenklassen		-- Gruppen und --- Untergruppen	
0	Ausstehende Einlagen- u. Anlagenvermögen	010	Bebaute Grundstücke
		011	Betriebsbauten
		012	Aussenanlagen
		06	Technische Anlagen
		07	Einrichtung u. Ausstattung
		08	Anlagen im Bau
		09	Imm. Vermögensgegenstände (Software)
1	Umlaufvermögen, Rechnungsabgrenzung	102	Vorräte an Betriebsstoffen
4	Betriebliche Erträge	4430	Warenabgabe an Mitarbeiter
		48	Erträge aus Fördermitteln nach dem KHG
5	Andere Erträge	52	Erträge aus Abgang und Zuschr. von Gegenständen des Anlagevermögens
6	Aufwendungen	6006	Löhne und Gehälter Technischer Dienst
		6106	Gesetzliche Sozialabgaben Techn. Dienst
		6206	Aufwendungen für Altersversorgung T. D.
		6306	Aufwend. für Beihilfen und Unterst. T.D.
		67	Wasser, Energie, Brennstoffe
		6803	Wirtschaftsbedarf Treibstoffe/Schmiermittel
7	Aufwendungen	72	Instandhaltung
		720	Instandh., fin. nach § 13 Abs. 1 Nr. 5 BPfV
		7200	Aussenanlagen
		7201	Gebäude
		7202	Technische Anlagen
		7203	Einrichtungen und Ausstattungen
		73	Steuern, Versicherungen
		732	Versicherungen
		76	Abschreibungen

Weitere Informationen können aus der Saldenliste (der Finanzbuchhaltung des Krankenhauses) entnommen werden. Die genannten Sachkonten erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit; sie sind nur beispielhaft genannt.

Anhand der von ihm bearbeiteten Vorgänge und Sachverhalte (Prüfung: sachlich richtig, fachtechnisch richtig, usw.) kann der Technische Leiter seinen eigenen Verantwortungsbereich nach Kostenstellen und Sachkonten ermitteln.

### **Mögliche Vorgehensweise beim Vergleich Eigen- oder Fremdleistung**

**1. Schritt:** Grundsätzlich müssen im Haus die Budgetverantwortlichen benannt werden. Diese Aufteilung ist rein fiktiv und hat nach außen keinerlei Auswirkung. Sie geschieht im wesentlichen dadurch, daß die normale Finanzbuchhaltung in der Kostenrechnung buchhalterisch so umgegliedert wird, daß die Kosten den einzelnen Kostenstellen zugeordnet werden. Diese im Industriebereich bare Selbstverständlichkeit ist im Krankenhausbereich auch heute noch nicht überall vorzufinden (obwohl seit langem vom Gesetzgeber verlangt). Durch permanente Überprüfung der Kosten durch den Budgetverantwortlichen wird der zweite Schritt erreicht.

**2. Schritt:** Es muß geprüft werden, ob die Fremdvergabe, durch Einholung von Angeboten festgestellt, günstiger ist als die durch Eigenleistung anfallenden Kosten. Ist dies erfolgt, so ist der dritte Schritt erreicht.

**3. Schritt:** Hier muß jeweils vor Ort durch den Budgetverantwortlichen überprüft werden, warum die Fremdvergabe günstiger ist und ob es Möglichkeiten gibt, in eigener Regie genauso kostengünstig zu arbeiten. In vielen Bereichen ist dies möglich.

**4. Schritt:** Hierbei ist zu überprüfen, ob, aus welchen Gründen auch immer, das Krankenhaus in der Lage ist, zumindest theoretisch, die Leistung nach außen zu vergeben und damit die Eigenleistungstiefe zu vermindern.

**5. Schritt:** Die Entscheidung wird nun gefällt. Dies ist verhältnismäßig einfach in der GmbH. Andererseits beginnen die Schwierigkeiten erst jetzt, wenn es sich um ein Unternehmen handelt, das gemäß Satzung diese Entscheidung nicht den Personen vor Ort überläßt.

**Entwicklung bei der Fremdvergabe:** Die Industrie praktiziert die Verringerung der Fertigungstiefe bereits seit Jahrzehnten. Beispiel: Automobilindustrie und ihre Zulieferer. Die Fremdvergabe hat nur solange Sinn, wie ein existierender, konkurrenzfähiger Markt zur Verfügung steht und die Fremdfirmen über ein gutes Know-how verfügen.

### **Budgetverantwortung und Controlling**

Die Aufgaben des Controlling sind im wesentlichen:

Kostenplanung	Kostensteuerung	Kostenkontrolle	Investitionsplanung	Personalplanung
---------------	-----------------	-----------------	---------------------	-----------------

Das Controlling bedient sich der Kostenstellen- und Kostenartenrechnung. Das Controlling operiert zwar mit den Zahlen des Rechnungswesens, die Aufgaben unterscheiden sich jedoch sehr von denen des Rechnungswesens. Im Rechnungswesen wird zahlenbezogen gearbeitet. Die Zahlen müssen richtig erfaßt sein, abgestimmt und schließlich in Form der Rechenschaftslegung verarbeitet werden. Die Dokumentation erfolgt vergangenheitsbezogen.

**Controlling muß zukunftsbezogen planen und projektbezogen vorausschauen können. Zielsetzung ist die Einhaltung der Budgetgrenze.**

Dies erfordert: Aktuelle Informationen aus einer Saldenliste, z.B. Ergebnisse des vergangenen Monats bis zum 10. Tag des Folgemonats.

und vorausschauende Finanzplanung, differenziert nach laufenden und projektbezogenen Kosten

Die Möglichkeit der Rückstellung von Finanzmitteln erleichtert die Einhaltung der Budgetgrenzen im Jahresabschluß, z.B. Buchungen bis 30.03. im Folgejahr auf das rückliegende Jahr.

### **C. Warum braucht der Leiter des Technischen Dienstes die Budgetverantwortung sowie Kontrollinstrumente für seinen Bereich?**

#### **Die Kostenexplosion im Krankenhaus und ihre Ursachen**

*Seit der Diskussion über die sog. Kostenexplosion im Gesundheitswesen wächst der Druck auf die Krankenhäuser, die Kosten zu senken. Bis heute ist es den Krankenhäusern nicht gelungen, in der Öffentlichkeit klar zu machen, daß dieses Phänomen weniger eine Kosten- als vielmehr eine Leistungsexplosion ist. Wird die Leistung einerseits gewünscht, so müssen andererseits die Kosten dafür getragen werden.*

*Voraussetzung ist natürlich, daß die Leistungen wirtschaftlich erbracht werden. Dafür haben die Kassen in der Vergangenheit gesorgt. Letztes Beispiel dafür, daß diese Botschaft nicht überkommen ist, ist das GSG '93.*

*Hier wird durch Deckelung versucht einerseits Kosten zu sparen, andererseits aber die Leistungsexplosion nicht zu bremsen bzw. die Leistungen nach wie vor nachzufragen, unabhängig von den Kosten. Die Krankenhäuser vor Ort haben verhältnismäßig wenig Möglichkeiten, auf dieses Phänomen zu reagieren.*

#### **Einkauf von Fremdleistung, eine Lösung zur Kostenbegrenzung?**

*Eine Möglichkeit der Reaktion besteht im "Outsourcing". Dieser Begriff wird in Fachkreisen synonym für andere ähnliche Begriffe verwendet. Manchmal spricht man von Fremdvergabe, manchmal von Privatisierung. Die Wirtschaft spricht hier von einer Verringerung der Fertigungstiefe in der eigenen Produktion. Alle diese Begriffe meinen im wesentlichen dasselbe, nämlich die Auslagerung bestimmter Dienstleistungen, die das Krankenhaus nicht mehr selber erbringt, sondern sich als Gesamtpaket von außen einkauft.*

#### **Dürfen wir handeln, wenn wir Handlungsbedarf erkennen?**

*Die Aufgabenstruktur in vielen Krankenhäusern ist so gestaltet, daß der Technische Leiter eines Krankenhauses täglich mit Problemen konfrontiert wird, er diese überdenkt, überarbeitet und Lösungsvorschläge auch parat hat.*

*Diese Lösungsvorschläge können allerdings nicht auf der selben Ebene, auf der die Informationen fließen, entschieden werden. Die Entscheidungsebene, die oft über der Informationsebene angesiedelt ist, trifft eine Vielzahl von Routineentscheidungen, die auf der Informationsebene getroffen werden können. Dieser Informationstransfer erzeugt natürlich Reibungs- und Informationsverluste. Dies hat ganz konkrete Auswirkungen auf die Praxis.*

#### **Ist die Lösung eine Erneuerung der Krankenhausbetriebsform "Eigenbetrieb / GmbH"?**

*Das Betriebsverfassungsgesetz ist eher an der Wirtschaft und an Unternehmen orientiert. Eine Fremdvergabe bzw. eine schnellere Anpassung an die wirtschaftlichen Gegebenheiten ist im Betriebsverfassungsgesetz eher berücksichtigt, als in den Personalvertretungsgesetzen, die auf Behörden zugeschnitten sind. Sollte die Geschäftsführung zum Ergebnis gekommen sein, daß einzelne Betriebsteile nach außen vergeben werden sollten, so ist dies eine "primär unternehmerische Entscheidung" gem. Betriebsverfassungsgesetz.*

*Der Betriebsrat hat den Schwerpunkt seiner Mitbestimmungsrechte dann insbesondere im sozialen Ausgleich. Dieser wird über einen Sozialplan oder ähnliches bestimmt. Dadurch, daß im Zusammenhang mit dem BAT es in den Manteltarifverträgen ein sog. Rationalisierungsschutzabkommen mit der ÖTV gibt, ist die in Unternehmen der Industrie oft langwierige Suche nach einem Sozialplan verhältnismäßig schnell erledigt. Das Rationalisierungsschutzabkommen sieht im wesentlichen am Parameter der Betriebszugehörigkeit unterschiedlich gestaffelte Abfindungen vor, die dann auch durchgesetzt werden können.*

#### **D. Zukunftsaussichten und mögliche Veränderungen in den nächsten Jahren für den Technischen Dienst**

Für die Erstellung einer Prognose könnten zunächst die Entwicklungen der letzten Jahre betrachtet werden. Allgemein zeichnet sich in der Krankenhausentwicklung ein "roter Faden" ab:

*Der sinkenden Verweildauer der Patienten steht ein wachsender Pflegesatz gegenüber*

*Diese Entwicklung beinhaltet eine Steigerung der Patientenschwierigkeitsgrade und der Patientendurchlaufgeschwindigkeit. Ein Rückgang oder eine Begrenzung der Krankenhauskosten wurde nicht erreicht.*

*Eine Antwort auf die steigenden Kosten ist das GSG mit einem gedeckelten Budget für 1993 bis 1995 und ab 1996 die Fallkostenpauschalen. Diese Reform wird in so manchem Haus, bei der Erstellung der Budgetobergrenzenberechnung auf der Basis des anerkannten Pflegesatzes aus 1992, mit Leben erfüllt. Es kann angenommen werden, daß die tatsächliche Kostensteigerung der Krankenhäuser auch im Bereich Technischer Dienst höher ist, als die von den Kostenträgern anerkannten Zahlen.*

*Bei den Personalkostenanteilen kann sich die vielleicht notwendige Reaktion, keine roten Zahlen zu schreiben, unter Umständen recht schwierig gestalten, weil es den öffentlichen Krankenhäusern an der notwendigen Flexibilität fehlt. Im schlimmsten Fall wird sich der Technische Leiter von einer oder mehreren Planstellen trennen müssen.*

*Bei den Sachkostenanteilen wird sich eine Korrektur etwas einfacher durchführen lassen - aber mit welchen Konsequenzen? Vielleicht wird der Aufgabenbereich des Technischen Leiters eine Reduzierung auf ein Risiko-Management erfahren. Geht man davon aus, daß die im Krankenhaus vorhandenen technischen Anlagen und medizinischen Geräte auch in der Vergangenheit schon den doppelten Zeitraum ihrer bestimmungsgemäßen Nutzungsdauer im Einsatz waren - Betriebszeiten von 25 Jahren und darüber sind keine Seltenheit - könnte ein mit Einsatzprioritäten gekennzeichnetes Geräte-Management zur primären Aufgabe des Technischen Dienstes werden. Geplante und zustandsabhängige Instandhaltungsstrategien müssen möglicherweise aus Kostengründen der ad-hoc Methode weichen.*

<b>Prognose:</b>	In der Entwicklung während der nächsten Jahre (Budgetdeckung von '93-'95 - ab '96 neues Entgeltsystem aus Sonderentgelten, Fallpauschalen und Pflegesätzen) zeichnet sich in der Krankenhauslandschaft mehr Wettbewerb und der Abbau von Planbetten ab.
<b>Annahmen:</b>	5% weniger Betten durch Budgetdeckung und Auswirkung der Gesundheitsreform z.B. nicht stationäre Leistung zu erbringen 5% weniger Betten durch Anwendung neuer Behandlungsmethoden z.B. Minimalinvasive Chirurgie
<b>Auswirkung:</b>	Installation neuer Dokumentationssysteme für eine differenzierte Berechnung von stationären, vorstationären, teilstationären, teilambulantem usw. Kosten. Durch freierwerdende Bettenkapazitäten im Pflegebereich ergibt sich die Chance der Modernisierung, z.B. Umwandlung von 3 in 2 Bett-Zimmer, Einbau von Sanitärzellen, usw. Erhöhter Bedarf an neuer medizinischer Technik im Behandlungsbereich, in Verbindung mit einer Anpassung der baulichen und der technischen Voraussetzung.
<b>Maßnahmen:</b>	Schaffung der notwendigen technischen Voraussetzungen in dem sich wandelnden Krankenhaus und vorausschauende Zukunftsplanung. Stetiges Angleichen der eigenen Zielsetzung an die Krankenhausentwicklung und regelmäßiges Optimieren der Eigenleistungstiefe. Allgemein kann davon ausgegangen werden, daß zukünftig im Bereich des Technischen Dienstes mehr Qualität und weniger Quantität gefragt sein wird.

## Die Planung der betrieblichen und medizinisch-technischen Ersteinrichtung

### (BMTE-Planung) für ein Krankenhaus der Maximalversorgung

Karl Wolfgang Graff, Stuttgart

In meinem Vortrag will ich am Beispiel des Neubaus für die Medizinische Klinik mit Poliklinik der Universität Heidelberg zeigen, wie die Hinzuziehung eines Fachplaners für die betriebliche und medizinisch-technische Ersteinrichtung - eines sogenannten BMTE-Planers - vorbereitet wird, welche Leistungen der Planer erbringt und wie deren Erbringung vergütet wird. Dieser Beitrag stellt eine Ergänzung meines Vortrags dar, den ich anlässlich der Hospitech '88 am 28. September 1988 gehalten habe [1].

#### **Vorbereitung der BMTE-Planung:**

Für die Planung, Errichtung und bauliche Betreuung von Bauten des Landes Baden-Württemberg ist die Staatliche Hochbauverwaltung als Teil der Finanzverwaltung zuständig. Die Zusammenarbeit der Baudienststellen des Landes mit den nutzenden Verwaltungen ist in der DAW geregelt. Bevor mit der Planung eines Neubaus begonnen werden kann, muß die nutzende Verwaltung den Bedarf in einer Nutzungsanforderung darstellen und begründen [3].

Im Fall des Neubaus der Medizinischen Klinik für die Universität Heidelberg hat die Planungsgruppe Medizin - eine Stabsstelle der Verwaltung des Klinikums - die Nutzungsanforderung für dieses Bauvorhaben zusammengestellt. Da es sich hierbei um einen Neubau für eine vorhandene Klinik handelt, die nach 70 Jahren ständigen Wachstums, das wiederholt zur Auslagerung einzelner Bereiche gezwungen hat, an anderer Stelle in einem Neubau zusammengefaßt untergebracht werden soll, richtet sich die Nutzungsanforderung grundsätzlich nach den betriebsorga-

nisatorischen Erfordernissen des Ist-Zustandes. Die organisatorische Gliederung der Medizinischen Klinik ist in Tabelle 1 dargestellt. Für die dort aufgeführten Funktionsbereiche und Funktionsstellen wurde auf der Grundlage von Ist-Vorgaben jeweils das Funktions- und Leistungsprogramm erarbeitet und zu einer Nutzungsanforderung zusammengefaßt. Daraus wurde von der Universität der erste Entwurf eines Raumprogramms entwickelt, das in Zusammenarbeit mit dem Universitätsbauamt Heidelberg als Raumbedarfsplan seine Schlußfassung erhalten hat. Nutzungsanforderung und Raumbedarfsplan wurden zu einem förmlichen Bauantrag zusammengeführt und den Ministerien zur Genehmigung vorgelegt. Die Nutzungsanforderung als Teil 1 des Bauantrags hat das Ministerium für Wissenschaft und Forschung genehmigt und den Antrag an das Finanzministerium weitergeleitet. Nach abschließender Genehmigung des Bauantrags durch das Finanzministerium und Erteilung des Planungsauftrages kann grundsätzlich mit der Entwurfsplanung begonnen werden und ein Einrichtungsplaner hinzugezogen werden, wenn die nutzende Verwaltung diese Planungsleistung nicht mit eigenen Kräften erbringen kann.

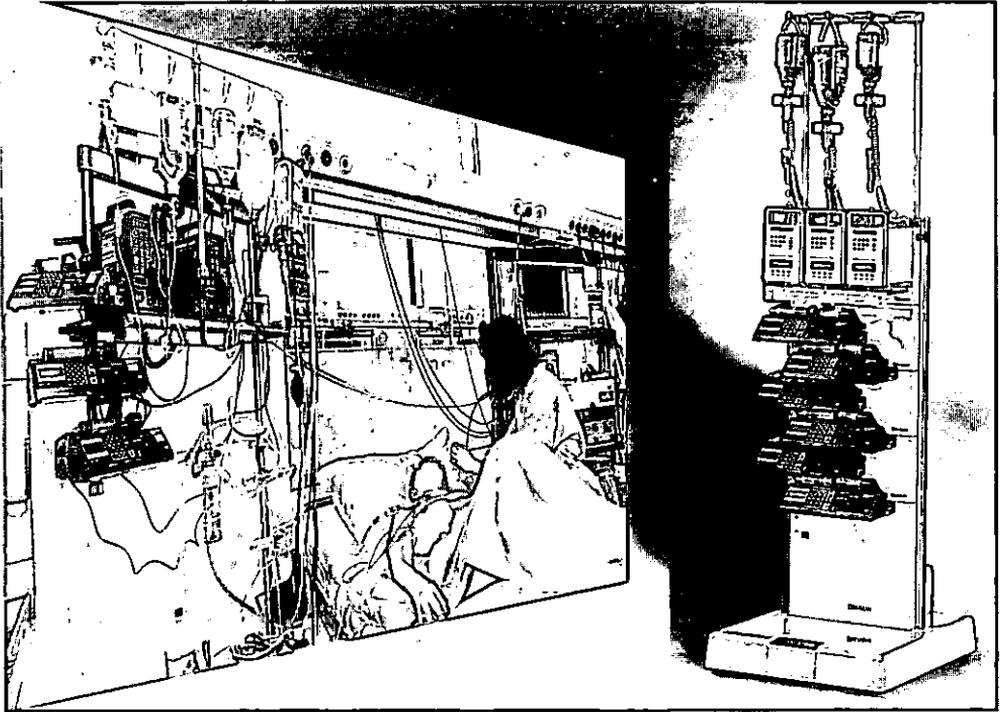
Nach der DAW sollen große Baumaßnahmen auf der Grundlage von Gesamtkonzeptionen, wie Rahmenplanungen und städtebaulichen Gesamtplänen, geplant werden, wobei die nutzende Verwaltung an der Entwicklung und Fortschreibung der Gesamtkonzeption zu beteiligen ist [3]. Für das Neubauvorhaben der Medizinischen Universitätsklinik Heidelberg hatte das Finanzministerium einen Architektenwettbewerb mit dem Ziel ausgelobt, für das Erweiterungsgebiet des Klinikums im Neuenheimer Feld eine Rahmenplanung im Verbund mit der im Jahr 1987 in Betrieb genommenen Kopfklinik einerseits und, mit der mittelfristig gleichfalls dorthin zu verlagernden Haut- und Frauenklinik andererseits zu bekommen. Die Universität wurde ab Aufstellung der Nutzungsanforderung durch einen erfahrenen Betriebsplaner unterstützt, der auch bei Vorbereitung und Durchführung des Architektenwettbewerbs auf der Nutzerseite unterstützend mitgewirkt hat.

Vor Hinzuziehung des BMTE-Planers haben für die Neubauplanung der Medizinischen Klinik folgende Ergebnisse vorausgegangener Planungsarbeit vorgelegen:

- Ergebnis des Architektenwettbewerbs als Rahmenplanung für das Neubaugebiet;
- Ergebnis der Betriebsplanung für die Medizinische Klinik als Vorentwurfsplanung sowie erste Ergebnisse der Entwurfsplanung;

# fluid manager system

Flexibles Ordnungs- und Kommunikationssystem für die Infusionstherapie



- flexibel konfigurierbar
- erhöht Ordnung und Sicherheit
- reduziert Anschlußleitungen
- eröffnet Kommunikationsmöglichkeiten mit zentralen Rechnern

## BRAUN

Sparte Medizintechnik

B. Braun Melsungen AG  
Postfach 120  
D-34209 Melsungen

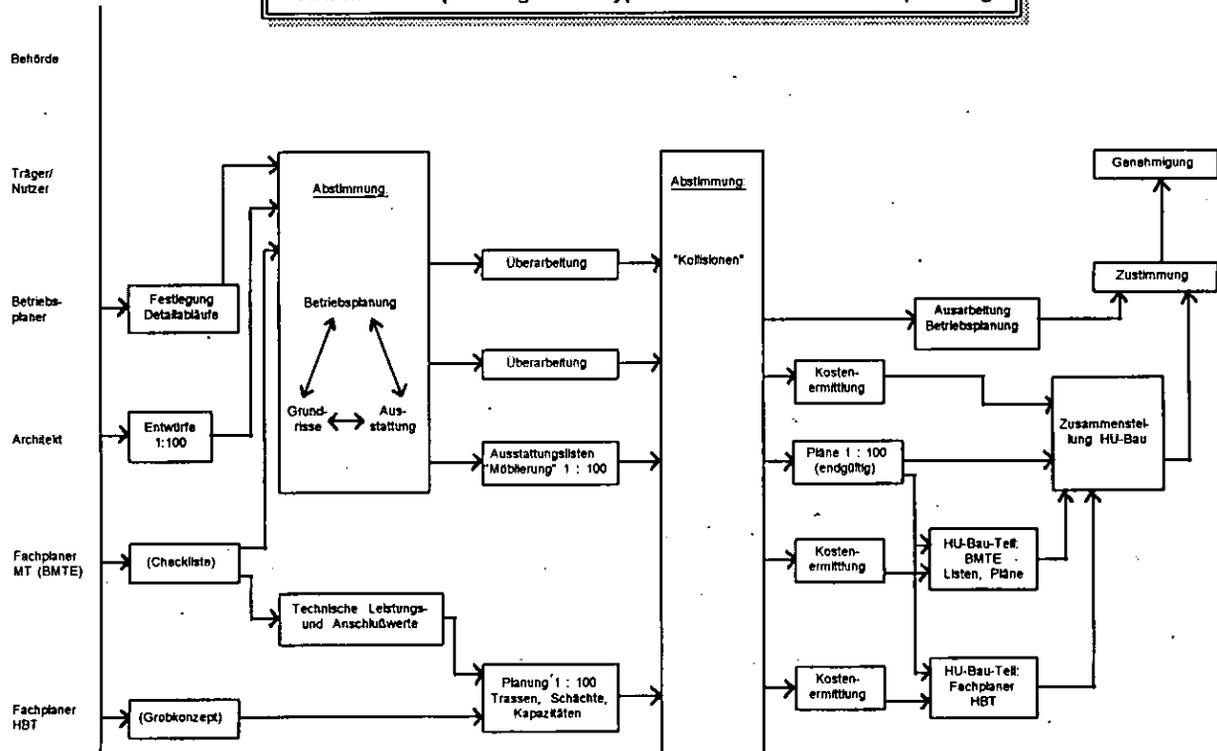
Tel (056 61) 71-0  
Fax (056 61) 71-37 98

**Medizinische Klinik der Universität Heidelberg**

Ifd. Nr.	Bezeichnung der Funktionsbereiche und Funktionsstellen
1.0	<u>Pflegebereich</u>
1.1	Allgemeinpflege - 232 Betten
1.2	Spezialpflege Hämatologie - 8 Betten
1.3	Intensivpflege - 42 Betten
1.4	Leitungs- und Diensträume
2.0	<u>Untersuchung und Behandlung</u>
2.1	Innere Medizin I: Endokrinologie, Stoffwechsel, Nephrologie, Akute Dialyse
2.2	Innere Medizin II: Allgemeine Klinische und Psychosomatische Medizin
2.3	Innere Medizin III: Kardiologie, Pulmologie, Angiologie
2.4	Innere Medizin IV: Gastroenterologie, Infektionskrankheiten, Vergiftungen
2.5	Innere Medizin V: Hämatologie, Onkologie, Rheumatologie
2.6	Klinische Pharmakologie
2.7	Routine- und Speziallaboratorien
2.8	Röntgendiagnostik
2.9	Physikalische Therapie
3.0	<u>Forschungsbereich (Verfügungsbereich)</u>
4.0	<u>Gemeinsame Einrichtungen</u>
4.1	Unterrichtsbereich
4.2	Zentralarchiv/Bereichsbibliothek
4.3	Einrichtungen an den Eingängen
4.4	Zentralumkleide
4.5	Bereitschaftsdienst
4.6	Sozialdienst/Seelsorge
5.0	<u>Ver- und Entsorgung</u>
5.1	Betten- und Matratzenreinigung
5.2	Stützpunkte für Ver- und Entsorgung
5.3	Reinigungsstützpunkte

Tabelle 1

## Krankenhausplanung - Idealtypischer Ablauf - Entwurfsplanung



- genehmigter Bauantrag mit Nutzungsanforderung und Raumprogramm im Schärfe-grad Vorentwurf (M 1 : 200)

Der BMTE-Planer hat sich bei Annahme des Planungsauftrages verpflichtet, diese Unterlagen der Erbringung seiner Leistungen zugrunde zu legen und darüber hinaus die weiterführende Planung der Architekten in der Planungsstufe HU-Bau (M 1 : 100) sofort nach Übergabe der Entwurfspläne zu übernehmen. Das gilt gleichfalls für die weiterführende Planung des Betriebsplaners.

#### Durchführung der BMTE-Planung:

Der zur Unterstützung der Universität Heidelberg hinzugezogene BMTE-Planer wurde nach seinen Referenzen ausgewählt, die er für in Größe und Ausstattung vergleichbare Klinikprojekte angegeben hat. Als erste Stufe wurde ihm die Erbringung der Leistungen zur Planungsstufe HU-Bau übertragen. Für die Übertragung weiterer Leistungen wurde in den Vertrag eine Absichtserklärung aufgenommen. Die Ansprechpartner auf der Seite des Auftraggebers und auf der Seite des Auftragnehmers sind im Vertrag benannt. Als Honorarbezugssumme wurden in dem Vertrag auf der Grundlage von Erfahrungswerten geschätzte anrechenbare Kosten und für die Fertigstellung der Entwurfsplanung feste Termine vereinbart.

Der BMTE-Planer hat in einem ersten Schritt sog. Checklisten für die Ersteinrichtung auf der Grundlage des Raumbedarfsplans entsprechend den Vorgaben in Nutzungsanforderung und Betriebsplanung aufgestellt. Diese Checklisten haben einerseits als Diskussionsgrundlage für Abstimmungen mit den Nutzern und den übrigen an der Planung des Neubaus Beteiligten und andererseits als Arbeitsunterlage für die Ermittlung technischer Leistungs- und Anschlußwerte der Ersteinrichtung gedient, die vor allem die Fachplaner für die haustechnischen Gewerke für ihre Arbeit benötigten.

Der idealtypische Ablauf der Entwurfsplanung ist aus dem beigefügten Schema zu ersehen. Ein großer Zeitaufwand entsteht durch die erforderlichen Abstimmungen der Listen und Pläne mit allen übrigen an der Planung Beteiligten [2].

Als Ergebnis der Entwurfsplanung übergibt der BMTE-Planer folgende Unterlagen:

- Raumausstattungsliste, die als Ausstattungsbedarfsplan Bestandteil der HU-Bau wird und folgende Angaben - geordnet nach Funktionsbereichen und Funktionsstellen - je einzeltem Raum enthält:
  - eindeutige Geräteidentifikation (EDV-Code), sortierbar nach Artikel, Zuordnung nach DIN 276 sowie nach Bereichen und Räumen;
  - firmenneutrale Kurzbezeichnung aller Geräte, Anlagen und Einrichtungsgegenstände mit den auf die Einrichtung bezogenen baurelevanten Angaben;
  - raumbezogene baurelevante Hinweise für besondere Grundausstattung des einzelnen Raumes, wie Vorrichtung für Verdunklung, besondere Medienanschlüsse, BEV, Strahlenschutz; Leitfähigkeit des Fußbodens etc.;
  - Preis der Ausstattung je Artikel und Raum (Listenpreis zum Zeitpunkt der Planung).
- Artikel-Kurzliste mit Angabe der Code-Nummer, Kurzbezeichnung, Zuordnung nach DIN 276, Stückzahl sowie mit Einzelpreis und Gesamtpreis je Artikel;
- Großgeräteleiste mit Angabe aller Geräte und Einrichtungen, die im Einzelfall mehr als 150.000 DM (brutto) kosten und damit Großgeräte für Ausbildung und Forschung im Sinne von § 3 Abs. 4 HBFG sind;
- Einrichtungspläne auf der Grundlage der Entwurfspläne der Architekten im Maßstab 1 : 100 als Stellflächennachweis zur Plausibilitätskontrolle. Diese Pläne werden CAD-gestützt erstellt. Die Abstimmung mit den Planungspartnern erfolgt in der Regel durch Austausch von Disketten.

Die als Ergebnis der Planungsstufe HU-Bau dem Auftraggeber zu übergebenden Unterlagen umfassen die zur Erfüllung des vorgegebenen Funktions- und Leistungsprogramms erforderliche Gesamtausstattung des Neubaus. Eine Unterscheidung nach den Kriterien "Übernahme" und "Neubeschaffung" ist zu dem verhältnismäßig frühen Zeitpunkt der Entwurfsplanung weder sinnvoll noch wirklichkeitsnah möglich. Für die Planungsarbeit der Architekten und der Fachingenieure ist ohnehin eine Gesamtdarstellung der Ersteinrichtung erforderlich.

Die HU-Bau-Unterlagen werden in den Planungsstufen "Vervollständigen des Entwurfs" und "Ausführungsplanung" als Gesamtdarstellungen fortgeschrieben. Die fortgeschriebene BMTE-Planung dient dann einerseits auf der Seite des Planers als Arbeitsgrundlage für die Mitwirkung bei der Beschaffung und für die Bauüberwachung sowie andererseits auf der Seite des Trägers/Nutzers für die Festlegung dafür, wie die Beschaffung der erforderlichen Geräte und Einrichtungen erfolgen wird. Es ist zu empfehlen, daß die Ausstattungsliste bereits zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung so aufgebaut wird, daß später nachträglich Hinweise auf die Beschaffung aufgenommen werden können.

In der Regel reichen folgende Hinweise auf die Art und den Zeitpunkt der Beschaffung der Geräte, Anlagen und Einrichtungsgegenstände (nachfolgend zusammenfassend Gerät genannt) aus:

- Übernahme des vorhandenen Geräts;
- Neubeschaffung des Geräts bis zur Inbetriebnahme;
- Neubeschaffung des Geräts zurückgestellt;
- Gerät wird nicht beschafft.

---

#### Kosten der BMTE-Planung:

Die vom BMTE-Planer zu erbringenden Leistungen gehören honorarrechtlich zu den "Leistungen bei der Technischen Ausrüstung von Gebäuden" (Teil IX HOAI) und fallen unter die Anlagengruppe 6 gemäß § 68 HOAI: Medizin- und Labortechnik [4]. Im Land Baden-Württemberg sind bei der Vereinbarung der Vergütung für die Erbringung von BMTE-Planungsleistungen - im Sinne der HOAI sind hierunter nur Grundleistungen zu verstehen - zusätzlich die RfT [5] zu beachten [3].

(Die Leistungen des Betriebsplaners gehören nach § 15 Abs. 2 HOAI zu den "Besonderen Leistungen".)

Nach HOAI/RfT sind der Ermittlung des Honorars zugrunde zu legen:

- Die anrechenbaren Kosten;
- die Honorarzone;

- die Honorartafel;
- der Umfang der Teilleistungen.

Seit Veröffentlichung der ersten - damals noch privaten - Gebührenregelung für Fachingenieure im Jahre 1878 durch den VDI sind die Kosten der geplanten Anlagen in Verbindung mit einer Zoneneinteilung der Honorartafel zur Berücksichtigung des Schwierigkeitsgrades Grundlage für die Ermittlung des Honorars. Es ist seitdem wiederholt versucht worden, die Berechnung des Honorars von den vom Planer selbst ermittelten Kosten als Bezugssumme zu lösen, weil das dem Planer einen Anreiz bieten kann, "aufwendig zu planen und kostensenkende Techniken zu vernachlässigen" [6]. Zuletzt wurde das vor ca. 20 Jahren, d. h. vor Inkraftsetzung der HOAI, von amtlicher Seite geprüft. Die von 1971 bis 1974 durchgeführten Untersuchungen und eingeholten Gutachten haben auf der Seite des Gesetzgebers zu der Erkenntnis geführt, "daß das völlige Abgehen von der Berücksichtigung der Baukosten ebensowenig eine befriedigende Lösung ergebe wie die Bindung an bautechnische Kennziffern und die automatische Angleichung an sich verändernde Personalkosten. Es ist deshalb im wesentlichen bei der Bindung an die Baukostensumme geblieben" [6].

Durch die HOAI wird die dem BMTE-Planer zu zahlende Vergütung erstmals in der Form einer preisrechtlichen Vorschrift mit Gesetzeskraft geregelt.

Anrechenbare Kosten: Der Berechnung der dem BMTE-Planer für die Erbringung der Leistungen zur Entwurfs- und Ausführungsplanung zu zahlenden Vergütung werden grundsätzlich als anrechenbare Kosten die Kosten zugrundegelegt, die der BMTE-Planer als Ergebnis der Planungsstufe HU-Bau nach DIN 276 abzüglich der darin enthaltenen Mehrwertsteuer berechnet hat. Auf der Grundlage der Nettokosten für die Ersteinrichtung wird dann eine Pauschalsumme als Honorarbezugssumme fest vereinbart. Bei den Teilleistungen ab Leistungsbeschreibung wird in der Regel eine im Haushalt veranschlagte Summe als Kostenrahmen, der genau einzuhalten ist, als Bezugssumme vertraglich vorgegeben. Für den Fall, daß dem BMTE-Planer auch Leistungen zur Bauüberwachung übertragen werden, wird gleichfalls eine Sondervereinbarung unter Berücksichtigung des Anteils an Übernahmegewerken getroffen.

Honorarzone: Die labortechnische und medizinisch-technische Ersteinrichtung "für große Krankenhäuser mit ausgeprägten Untersuchungs- und Behandlungsräumen sowie für Kliniken und Institute mit Lehr- und Forschungsaufgaben" ist gemäß § 72 HOAI der Honorarzone III zuzurechnen [4].

Honorartafel: Die Honorartafel gemäß § 74 Abs. 1 HOAI reicht von 10.000 DM bis zu 7,5 Mio DM anrechenbare Kosten. Da diese Kostenspanne bei den für das Land zu planenden Ersteinrichtungen im Regelfall als Bezugssumme nicht ausreicht, geben die RIFT eine von 10 Mio DM bis zu 150 Mio DM erweiterte Honorartafel zu § 74 Abs. 1 vor [5]. Diese erweiterte Honorartafel wird als Tabelle 2 beige-fügt. Abrechnungsgrundlage für die Planungsleistungen zur Unterstützung der Universität Heidelberg sind die in der Spalte "von" (Mindestsatz) der Honorarzone III angegebenen Beträge.

Umfang der Teilleistung: Der mit dem BMT-Planer geschlossene Vertrag sieht eine Beauftragung in Stufen vor. Als erste Stufe wurde die Entwurfsplanung in Auftrag gegeben, die mit 21 % des Gesamthonorars gemäß Honorartafel bewertet ist. Da die Bewertung der Teilleistungen gemäß den RIFT von der gemäß § 73 Abs. 1 HOAI abweicht, werden in Tabelle 3 die Leistungsbewertungen angegeben, wie sie in den vom Land Baden-Württemberg zu schließenden Verträgen vorzunehmen sind. Der Leistungsumfang insgesamt übersteigt bei BMT-Planungen 83 % nicht, da ein Teil der Leistungen entweder nicht erforderlich ist oder von der nutzenden oder von der Bauverwaltung erbracht wird. Vom Eigenanteil, den die nutzende Verwaltung zu erbringen in der Lage ist, hängt es im wesentlichen ab, ob 83 % Teilleistungsumfang überhaupt erreicht werden. Es wird von den nutzenden Verwaltungen erwartet, daß sie die vom BMT-Planer erbrachten Leistungen nicht erst zum Zeitpunkt der Fertigstellung, sondern wesentlich früher (z. B. bereits während der Beschaffung) übernehmen und eigenverantwortlich weiterführen.

Das mit Hilfe der Honorartafel und des Teilleistungsumfangs ermittelte Honorar entspricht der dem Berater zu zahlenden Netto-Vergütung. Zusätzlich sind dem Planer die Nebenkosten und die auf Honorar und Nebenkosten entfallende Mehrwertsteuer zu erstatten.

Für die Abgeltung der Nebenkosten ist zur Vereinfachung der Abrechnung eine Pauschalregelung zu empfehlen. Nach den RIFT können Nebenkostenpauschalen vereinbart werden, die zwischen 3 % und 9 % des Honorars liegen [5].

4.5 Erweiterle Honorartafel zu § 74 Abs. 1 HOAI (Technische Ausrüstung):

Anrechenbare Kosten DM	Zone I		Zone II		Zone III	
	von DM	bis DM	von DM	bis DM	von DM	bis DM
10.000.000	862.000	916.500	916.500	971.000	971.000	1.025.500
12.500.000	1.029.600	1.094.800	1.094.800	1.159.900	1.159.900	1.225.000
15.000.000	1.190.700	1.266.000	1.266.000	1.341.300	1.341.300	1.416.500
17.500.000	1.346.300	1.431.400	1.431.400	1.516.500	1.516.500	1.601.600
20.000.000	1.497.400	1.592.000	1.592.000	1.686.700	1.686.700	1.781.400
25.000.000	1.788.700	1.901.800	1.901.800	2.014.900	2.014.900	2.127.900
30.000.000	2.068.300	2.199.000	2.199.000	2.329.800	2.329.800	2.460.600
35.000.000	2.338.600	2.486.400	2.486.400	2.634.300	2.634.300	2.782.100
40.000.000	2.601.100	2.765.400	2.765.400	2.929.900	2.929.900	3.094.300
45.000.000	2.856.900	3.037.500	3.037.500	3.218.100	3.218.100	3.398.700
50.000.000	3.107.100	3.303.400	3.303.400	3.499.900	3.499.900	3.696.300
60.000.000	3.592.800	3.819.800	3.819.800	4.047.000	4.047.000	4.274.100
70.000.000	4.062.200	4.318.900	4.318.900	4.575.800	4.575.800	4.832.600
80.000.000	4.518.100	4.803.700	4.803.700	5.089.400	5.089.400	5.375.000
90.000.000	4.962.600	5.276.200	5.276.200	5.590.000	5.590.000	5.903.700
100.000.000	5.397.100	5.738.200	5.738.200	6.079.500	6.079.500	6.420.600
110.000.000	5.822.800	6.190.800	6.190.800	6.559.100	6.559.100	6.927.100
120.000.000	6.240.800	6.635.200	6.635.200	7.029.800	7.029.800	7.424.300
130.000.000	6.651.700	7.072.000	7.072.000	7.492.700	7.492.700	7.913.100
140.000.000	7.056.200	7.502.100	7.502.100	7.948.300	7.948.300	8.394.400
150.000.000	7.454.900	7.926.000	7.926.000	8.397.400	8.397.400	8.868.700

Tabelle 3

<b>Bewertung der Teilleistungen nach RfT</b>	
Entwurfsplanung (HU-Bau)	21 %
Vervollständigen des Entwurfs	5 %
Ausführungsplanung (AFU-Bau)	16 %
Leistungsbeschreibung	6 %
Prüfen und Werten der Angebote	4 %
Bauüberwachung	31 %
<b>Summe des Leistungsumfangs</b>	<b>83 %</b>

Verwendete Literatur:

1. Graff, K.W.: "Die Hinzuziehung von freiberuflich Tätigen: Empfehlungen, Für und Wider" - Vortrag gehalten anlässlich der Hospitech '88 (wegen Kurzfassung siehe Tagungsband 1988, Seite 115)
2. Kreysch, W.: Manuskript: "BMTE-Planung: Schnittstellen zur Betriebsplanung sowie Abstimmungsprozesse mit der Bau- und Haustechnikplanung" - Vortrag gehalten anlässlich der WGKT-Arbeits-sitzung am 15. Mai 1993 in Bad Bramstedt
3. Finanzministerium Baden-Württemberg (Herausgeber): Dienstanweisung für die Staatlichen Hochbauämter Baden-Württemberg - (DAW)
4. Bundesanzeiger, Köln (Herausgeber): "Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) in der vom 1. Januar 1991 an geltenden Fassung" - Text mit amtlicher Begründung und Anmerkungen, Jahrgang 43, Nummer 11 a vom 17.1.1991
5. Finanzministerium Baden-Württemberg (Herausgeber): "Richtlinien der Staatlichen Hochbauverwaltung Baden-Württemberg für die Mitwirkung freiberuflich Tätiger" - (RiFT)
6. Hesse, G.; Korbion, M.; Mantscheff, J.: "Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) - Kommentar", 1. Auflage 1978

Dipl.-Ing. Karl Wolfgang Graff  
Referent im Ministerium für Wissenschaft  
und Forschung Baden-Württemberg  
Königstraße 46 - (Postfach 10 34 53)  
70173 Stuttgart

Tel.: 0711-279-3192; Telefax: 0711 - 223-7004

**BEREICH:**

# **BETRIEBSFÜHRUNG UND ORGANISATION**

Vortrag Dipl.-Ing. D. Gstir

Stellvertretender Direktor Bau und Technik der TILAK Ges.m.b.H.

**THEMA:**

**Auswertung und Optimierung der  
betrieblichen Instandhaltung in den  
Tiroler Landeskrankenanstalten am  
Fallbeispiel des a.ö. Landeskranken-  
hauses (Univ.-Kliniken) Innsbruck**

## Einleitung

Der Grund, daß ich das Referat übernahm, hat mit der Botschaft von Professor Hartung zu tun: "Wir Techniker müssen uns zusammenschließen!" Ich möchte hier noch hinzufügen: Wir Krankenhaus-Techniker müssen die medizinische Infrastruktur, nein besser noch, die medizinische Logistik verstehen und sie in der Planung und Instandhaltung umsetzen.

Punktuell behandle ich Beispiele zur Erhöhung des Maßes an Zufriedenheit bei:

- Wartungsintensitäten,
- Wartungsverträgen,
- einem Projekt mit dem Hygienebeauftragten und
- Mitarbeiterführung

Seit dem 1.1.1991 sind die vier Landeskrankenhäuser mit dem Schwerpunktkrankenhaus Universitätskliniken Innsbruck unter der Führung der Tiroler Landeskrankenanstaltenges.m.b.H. (TILAK Ges.m.b.H.).

Kennzahlen der Univ.-Klinik Innsbruck:

- 1.700 Betten,
- 61.000 stationäre Aufnahmen,
- 418.000 Belagstage und
- 185.000 Ambulanzfälle.

In der TILAK Ges.m.b.H. gibt es die Direktion Bau und Technik mit dem Technische Service-Zentrum (TSZ) und dem Bauprojektbereich.

Wir betreiben im TSZ ein EDV-unterstütztes Instandhaltungs-Managementsystem (IMS) und eine Zentrale Leit- und Regeltechnik mit DDC-Regelung (ZLT), die miteinander verbunden sind.

Das Projekt zur Einführung beider EDV-Systeme wurde 1985 begonnen. Für die Aufnahme der Daten wurden 10 Mannjahre ab Mitte 1987 bis Mitte 1990 aufgewandt. Der Betrieb im IMS wurde Mitte 1988 mit den Aufzügen begonnen. Seit Mitte 1990 läuft nun dieses System im Vollbetrieb für alle Anlagen des Klinikums.

Mengengerüst des TSZ und der beiden EDV-Systeme:

- a) TSZ: 100 Mitarbeiter, davon  
80 Instandhaltungstechniker in den Werkstätten  
20 Instandhaltungstechniker in den Technischen Büros.
- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| <u>Auftragsvolumen</u> | DM 12 Mio. pro Jahr  |
| <u>Energien</u>        | DM 7,5 Mio. pro Jahr |
- b) IMS: 40.000 Anforderungen pro Jahr (ohne externe Prüfungen),  
davon 11.000 Fremdaufträge pro Jahr  
20.000 Anlagen/Objekte, insgesamt 40.000 Datensätze im IMS
- c) ZLT: 15.000 Datenpunkte .  
Der Vollausbau wird mit rund 30.000 Datenpunkten geschätzt.

Beide EDV-Systeme helfen die Instandhaltungsarbeiten und den Energieaufwand zu optimieren. Sie sind aber nur technische Hilfsmittel, welche keinesfalls Ideen und Aufmerksamkeiten von qualifizierten Instandhaltungstechnikern ersetzen können.

## 1. Wartungsintensität - am Beispiel Aufzüge

Im IMS haben wir eine generelle Gliederung eingeführt in:

- Seilaufzug
- direkter hydraulischer Aufzug
- indirekter hydraulischer Aufzug

Jeden Aufzug haben wir unterteilt in vier Einheiten:

- Fahrkorb mit Schacht
- Türen gesamt
- Antrieb komplett und
- Steuerung komplett

Über die Wartungszyklen ist keine konkrete Formulierung in den rechtlichen Grundlagen enthalten. Die Firmenempfehlungen für die Wartung lauten zwölfmal jährlich.

Aus eigenen Erfahrungen waren generell sechs jährliche Wartungen angenommen worden.

Wegen kritischer Zustände an Altanlagen und dem Eindruck, bei einzelnen Anlagen zuviel Wartung zu betreiben, haben wir eine Bewertung durchgeführt nach den Kriterien:

<b>FESTLEGUNG WARTUNGSINTERVALLE</b>				
"am Beispiel Aufzüge"				

	Bettenauf- Chirurgie	Wisschalt- aufz. FKK	.....	A. Schwe- sternheim	
Herstellerangabe	5	5		3	
Anzahl	5	3		3	
Bereich	5	5		1	
Funktion	5	3		2	
Ausfallfolge	5	3		2	
Frequenz	5	3		1	
Anfälligkeit	5	3		3	
Alter	5	2		4	
<b>SUMME</b>	40	27		19	
Punktezahl	30 bis 40	20 bis 30		20 <	
im JAHR	9	6		4	

Das Ergebnis waren drei verschiedene Prüfungsintervalle, vier-, sechs- und neunmal jährlich.

#### **2.4 Materialbeistellung:**

Preise von Originalersatzteilen sind oft unverständlich hoch. Gleichwertige Ersatzteile, z.B. Elektroteile sind am freien Markt zu wesentlich günstigeren Preisen erhältlich. Soweit sinnvoll, stellen wir nun bei Wartungen und planbaren Reparaturen solche Ersatzteile bei.

#### **2.5 Rücklagen und Risiko:**

Die Reparaturrücklagen werden bei einem Wartungs- und Instandsetzungsvertrag von der Firma betriebswirtschaftlich gerechtfertigt über die Wartungsgebühr gebildet.

Bei unserem Modell gleichen sich zufolge der hohen Anzahl an Aufzügen die außerordentlichen Reparaturaufwendungen über die Jahre aus, sodaß wir die Kalkulation der Rücklagen über das Instandhaltungsbudget abfangen.

Es bleibt uns erspart, bei Vertragsauflösung eine Abgrenzung der Rücklagen durchzuführen. Die Anlagenverantwortung verbleibt der Firma. Diese stellt für das Wartungsteam den Obermonteur, wir den Monteur. Das Risiko für einen Anlagenausfall wird minimiert, da die Betriebsinteressen durch unseren Monteur Vorrang erhalten.

#### **2.6 Kostenvergleiche:**

Durch Auswertungen der Eigen- und Fremdleistungen aus unserem IMS haben wir die Modellerfahrung den Angeboten der Firmen gegenübergestellt und uns für die vertragliche Fixierung des Modells entschieden.

#### **2.7 Ergebnis:**

Bedingt durch den Neubau eines zwölfstöckigen Aufzugsturmes mit zehn Aufzugsanlagen, waren wir in der Lage, mit dem Bestbieter den ersten Instandhaltungs- und Wartungsvertrag nach unserem Modell abzuschließen.

## **2. Modell Wartungs- und Instandsetzungsvertrag am Beispiel Aufzüge**

Wir betreiben in der Univ.-Klinik Innsbruck ca. 90 Aufzugsanlagen.

Aus unseren Betriebserfahrungen und dem Vergleich der Wartungsgepflogenheiten der drei wichtigsten Aufzugsfirmen, haben wir ein technisches Modell für die Wartung und Instandsetzung in einem kaufmännisch und rechtlichen Umfeld entwickelt.

### **2.1 Rechtliche Situation und deren Umsetzung:**

Unsere rechtliche Grundlage, das Tiroler Aufzugsgesetz, gibt vor:

- **Aufzugswärter:** an jedem Betriebstag Überprüfung auf offensichtliche, die Betriebssicherheit gefährdende Mängel
- **Aufzugsprüfer/(TÜV):** jährliche Inspektion bei Personenaufzügen, die an mehr als einem Tragmittel hängen

Für die Tätigkeiten der Aufzugswärter führen wir eine Instandhaltungswerkstätte mit sechs Aufzugsmonteuren, die überwiegend mit den Kontrollgängen beschäftigt wären.

Damit unsere Monteure verrechenbare Stunden erwirtschaften, arbeiten wir mit den Firmen auf der Basis:

- Regie
- Personalbeistellung
- Materialbeistellung

### **2.2 Regiebasis:**

Der Wartungslevel wird über Checklisten definiert. Wir unterscheiden

- **Schwerpunktskreis:** Elemente der Aufzugsanlage, die mindestens einmal jährlich zu warten bzw. prüfen sind.
- **Sicherheitskreis:** Elemente der Aufzugsanlage, die in regelmäßigen Abständen (bei jedem geplanten Wartungstermin) zu warten bzw. prüfen sind.

Nach obiger Unterscheidung werden Checklisten für die Wartungseinsätze erstellt. Der Zeitbedarf je Wartung wird abgeschätzt und auf dieser Basis ein Rahmenvertrag abgeschlossen.

Zum Jahresanfang werden die Wartungstermine fixiert, sodaß beide Vertragspartner disponieren können.

Nur bei zusätzlichen Reparaturen können die geschätzten Wartungszeiten überschritten werden.

Jeder Firmeneinsatz (eine Woche und mehr) wird nach den tatsächlichen Aufwendungen für Stunden und Material abgerechnet.

### **2.3 Anrechnung von beigestelltem Personal:**

In der Aufzugswerkstätte sind Aufzugsmonteure mit praktischer Erfahrung eingestellt worden.

Bei Wartungen sind ein bis zwei, bei Reparaturen gelegentlich bis drei Fachkräfte notwendig.

Bei geplanten Wartungs- und Reparatüreinsätzen ist vereinbart, daß von der Firma nur ein Obermonteur gestellt wird.

Die Mitwirkung unseres Personals versetzt uns darüber hinaus in die Lage

- kostengünstiger mit Reparaturtuschen anstelle von neuen Ersatzteilen zu arbeiten,
- kurzfristige Inprovisionen zur Vermeidung eines Stillstandes durchzuführen,
- den Überblick über Wahrnehmung der Termine, Stunden, Materialaufwendungen und die Richtigkeit der Leistung zu bewahren.

### 3. Hygiene im Stationsbad - Betriebliche Optimierungen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Hygiene

An den Stationen der Univ.-Klinik für Innere Medizin, an welchen überwiegend mit geriatrischen und onkologischen Patienten gearbeitet wird, beanstandete das Arbeitsinspektorat, daß bei den fest eingebauten Badewannen der Stationsbäder die nötigen Patientenhebeeinrichtungen nachzurüsten sind.

Auf der Suche nach kostengünstigeren Lösungen, die rasch realisiert werden sollten, wurde von der Projekteabteilung die vom Institut für Hygiene und dem Technischen Servicezentrum unter Berücksichtigung der Betriebsorganisation bzw. der Belastung des Pflegepersonals erarbeitete Empfehlung der Umstellung auf Duschwägen aufgegriffen. Ein erstes Pilotprojekt mit dem Pflegepersonal wurde in Angriff genommen.

Im Stationsbad wird anstelle der Badewanne ein Bodenrost eingebaut, damit dort der Duschwagen aufgestellt werden kann.

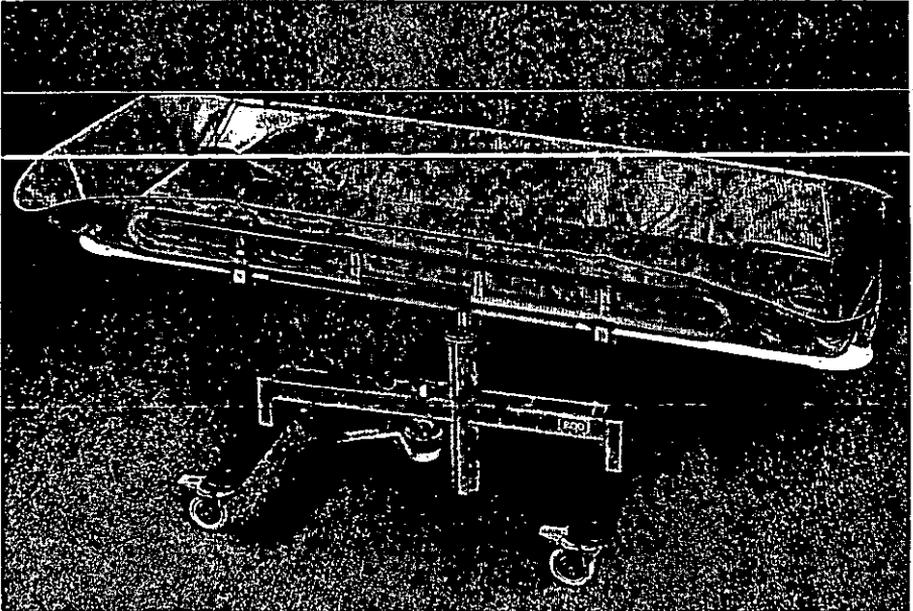
Der Duschwagen ist höhenverstellbar, sodaß Patienten vom Bett auf den Duschwagen gerollt werden können.

Die Auflage ist abnehmbar und kann leicht desinfiziert werden.

Zusätzlich wird mit dem Bodenrost eine Bettenreinigung und -desinfektion möglich.

Zum Abstellen kann die Liegefläche seitlich gekippt werden, sodaß wenig Stellfläche benötigt wird.

Die Duschwägen können ohne Auflage als Patiententransportliegen verwendet werden.



#### 4. Mitarbeiterführung:

Sie alle wissen:

"Führen heißt erfolgreich machen".

Ihnen sind auch die Motivationsfaktoren (in aufsteigender Reihung) kein neuer Begriff.

- Information über Ziele
- Gesamtsituation am Arbeitsplatz vermitteln
- Lob / fachliche Anerkennung
- Aufstiegschancen
- Gespräch über persönliche Angelegenheiten des Bediensteten
- Entlohnung

Ich gehe im folgenden ein auf die Punkte:

- Lob und fachliche Anerkennung
- den Ansatz "Führen aus Krankheiten"
- persönliche Feste und Identität "Instandhaltungstechniker"

#### 4.1 Lob und fachliche Anerkennung

Meine Grundorientierung liegt dabei im Fördergespräch.

#### **MITARBEITERMOTIVATION FÖRDERGESPRÄCHE**

Wichtig ist nicht, dem Mitarbeiter zu beurteilen, sondern **ihm zu helfen**, sich **selbst** zu bewerten.

##### **VERGANGENHEIT**

Welches waren Ihre größten Erfolge?

##### **GEGENWART**

Womit sind Sie ganz besonders zufrieden? Welches sind Ihre Stärken, auf welchen Gebieten?

Von konkreten **Fakten** im Zusammenhang mit **seinen Aufgaben** sprechen \* Loben \* Das **Positive** unterstreichen

##### **ZUKUNFT**

In welche Bereichen können Sie Ihre Leistungen noch verbessern? Welches Ziel, innerhalb welcher Frist gedenken Sie zu erreichen?

Dem Mitarbeiter helfen, seine messbaren und kontrollierbaren Ziele zu konkretisieren und gemeinsam schriftlich festlegen.

Die Anlässe zu einem solchen Fördergespräch können ganz unterschiedlicher Natur sein. Der Mitarbeiter kann mir auffallen, positiv oder negativ, der Mitarbeiter kann sich um einen Termin bei mir bemühen oder es gibt einen sonstigen besonderen Anlaß.

## 4.2. Ansatz "Führen aus Krankheiten"

Ich experimentiere mit dem Ansatz "Führen aus Krankheiten", der mir einen Anlaßfall zu Mitarbeitergesprächen gibt. Dieser Führungsansatz setzt eine grundsätzliche Kenntnis über die Wirkung von Arbeit und Privatleben auf die Gesundheit voraus:

Als Problem tritt uns immer entweder Angst, Wut oder Schuldgefühl entgegen, wenn es in irgendeiner Form Schwierigkeiten für uns im Leben gibt.

Wenn wir diesen Problemen ausweichen oder sie verdrängen tritt der Körper als Signalgeber in Aktion. Er erinnert die geistige Ebene mit Krankheit (meist an der körperlichen Schwachstelle) daran, daß sie sich dem Problem nicht stellt und damit keine Problemlösung möglich ist.

<b>FÜHRUNG AUS KRANKHEITEN</b>	
ganzheitlicher Ansatz - Anlaßfall für ein Mitarbeitergespräch	
Zusammenwirken von Arbeit, Privatleben und Gesundheit	
<b>SCHNUPPEN</b>	
Was stinkt Ihrem Mitarbeiter, daß er es nicht mehr riechen kann?	
<b>DURCHFALL</b>	
Was ist der Grund, daß Ihr Mitarbeiter auf die (Um-)Welt schießt?	
<b>KOPFSCHMERZEN</b>	
Was halst Ihr Mitarbeiter im Kopf nicht aus?	
Schaltstelle, welche bei extremen Problemlösungen reagiert.	
<b>HERZBESCHWERDEN</b>	
Warum ficht Ihr Mitarbeiter einen Revierkampf aus?	
<b>KREUZSCHMERZEN</b>	
Woran hat Ihr Mitarbeiter so schwer zu tragen?	
<b>KRANKHEIT ALS ZEICHEN FÜR VER- DRÄNGTE PROBLEMLÖSUNG</b>	

Sich dem Problem stellen heißt, sich mit den Schwierigkeiten, die Angst, Wut oder Schuldgefühl auslösen, lange genug zu beschäftigen, bis ein anderer Standpunkt bzw. Blickwinkel dazu erarbeitet wurde. Damit verliert dann das Problem seinen Problemcharakter und ist meist damit gelöst, was ja Sinn und Zweck des Ganzen war.

Mein Ziel ist es, u.a. auf diesem Weg Gespräche über persönliche Angelegenheiten der Bediensteten zu ermöglichen.

### 4.3 Persönliche Feste und Identität "Instandhaltungstechniker"

Ich führe im TSZ einen Bereich von Instandhaltungstechnikern mit unterschiedlichem Ausbildungsstand, vom Hilfsarbeiter über den hochqualifizierten Facharbeiter bis hin zum HTL-Ingenieur.

Alle Mitarbeiter haben Eines gemeinsam: sie haben einen Geburtstag, der einen hohen persönlichen Stellenwert hat.

Für den Unternehmensbereich des TSZ arbeite ich mit dem Schlagwort "Instandhaltungstechniker", um eine gemeinsame Identität zu fördern.

Um beide Dinge sinnvoll zu vereinen und darüberhinaus bei Mitarbeitern, die es verdienen, Vertrauen und Anerkennung auszusprechen, habe ich mir eine eigene Form von Geburtstagskarten einfallen lassen.

MITARBEITERMOTIVATION GEBURTSTAGSKARTEN			
zum Geburtstag Herr XY die besten Glückwünsche ich vertraue (baue) auf Ihre Leistungen als Instandhaltungstechniker des Technischen Service Zentrums			
Ich freue mich, Sie als erfahrenen Instandhaltungstechniker im TSZ zu haben und ich schätze Ihre Beiträge zur Stärkung unseres Ansehens			
PERSON- LICHE ANSPRACHE <small>Name / Tag</small>	WIR-GE- FÜHL <small>wir Instandhaltungstechniker</small>	VER- TRAU- EN/ AN- ERKEN- NUNG	RÜCK- MEL- DUNGEN

Ich arbeite mit diesem Instrument überwiegend nach dem positiven Ansatz. Ich verwende es aber auch bei anscheinend hoffnungslosen Fällen, um Betroffenheit zu bewirken. Sie können sich vorstellen, daß innerhalb der Werkstätte ein Gruppendruck entsteht. Die Sieger hängen die Karte aus und was glauben Sie, wie ein Verlierer mit seiner Karte umgeht.

Die Reaktionen meiner Mitarbeiter zeigen mir, daß ich auf dem richtigen Weg bin.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Diethard GSTIR  
Stv. Direktor Bau und Technik  
Leiter des Technischen Servicezentrums der TILAK Ges.m.b.H.  
Anichstraße 35  
6020 Innsbruck  
Tel. 0043-512/2900  
FAX: 0043-512/2167

## SICK-BUILDING-SYNDROM (SBS): DER KRANKENHAUSMITARBEITER IM UMBAUTEN RAUM

### 1. SBS - DEFINITIONEN

Erkrankungen, Befindensstörungen, Leistungsminderung, Konzentrationsschwäche - dies ist nur eine kleine Auswahl dessen, was dem Aufenthalt in Räumen zugeschrieben und von einer ständig zunehmenden Zahl wissenschaftlich fundierter epidemiologischer Studien auch bestätigt wurde und wird. Die Vielfalt der Begriffe zur Beschreibung dieser Auswirkungen des Innenraums auf den Menschen hat in den letzten Jahren einige Verwirrung angerichtet. Bezeichnungen wie building disease, building illness syndrome, building-related illness (BRI), tight building syndrome, stuffy office syndrome, office illness, etc. wurden genutzt, um nahezu identische Beschwerde- und Symptomkomplexe zu beschreiben. 1992 hat sich eine Arbeitsgruppe der NATO/CCMS /6/ der Terminologie angenommen und zwei Gruppen gebäudebedingter Reaktionen des Menschen definiert:

**BRI** ist der Fachterminus für alle Erkrankungen im klassischen Sinn (Ätiologie, Symptomatik), die im/durch das Gebäude und seine spezifischen Bedingungen hervorgerufen werden können. Beispiele sind Infektionen (Legionellose, Pontiacfieber), maligne Erkrankungen (durch Radon, Tabakrauch) und Allergien (Milben, Schimmelpilze).

**SBS** hingegen ist nicht als medizinischer Fachbegriff (Syndrom ... ein sich stets mit etwa den gleichen Krankheitszeichen manifestierendes Krankheitsbild ...) zu verstehen, es kennzeichnet vielmehr einen Komplex unspezifischer Symptome, ohne daß eine eindeutige Erkrankung bzw. pathologische Parameter diagnostiziert werden können. Typische SBS-Symptome finden sich im zentralnervösen System (Kopfschmerzen, Ermüdung, Konzentrationsschwäche), an den Schleimhäuten der Atemwege und der Augen (Irritationen, Gefühl der Trockenheit) und auf der Haut (Trockenheit, Entzündungen).

Eine detaillierte Charakteristik des SBS hat Mølhave /10/ aus Definitionen der WHO /15, 16/ und eigenen Arbeiten /8, 9/ zusammengestellt:

- fünf Symptomgruppen beschreiben die wichtigsten Beschwerden im Gebäude: sensorische Irritationen/neurologische Symptome/Hautirritationen/unspezifische Hypersensibilitäten/olfaktorische und gustatorische Probleme
- die Mehrzahl der Gebäudenutzer gibt Symptome an
- die Symptome treten besonders häufig in *einem* Gebäude oder *einem* Gebäudeteil auf
- zu den häufigsten Symptomen gehören Irritationen der Schleimhäute von Auge, Nase und Rachen
- relativ selten wird über Symptome aus dem Bereich der tiefen Atemwege und der inneren Organe berichtet
- ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Symptom(en) und Exposition oder Sensitivität ist nicht nachweisbar

Der Arzt, der sich mit den Betroffenen in der Regel ohne ausreichende Hintergrundinformation beschäftigen muß und für dessen Entscheidung das Kausalitätsbedürfnis des Patienten nicht immer hilfreich ist, sollte sich auf die folgenden Kriterien stützen:

**Gebäudebezug** - Die Betroffenen zeigen Symptome und geben Beschwerden im Zusammenhang mit dem Aufenthalt in einem Gebäude an. Nach einem längeren Aufenthalt außerhalb dieses Gebäudes (Tag, Wochenende, Urlaub) treten die Symptome nicht mehr auf oder sind stark minimiert.

**Prävalenz** - Der Anteil Betroffener in dem betrachteten Gebäude liegt signifikant über der Hintergrundprävalenz für die jeweilige Symptomgruppe. In einer schwedischen Studie /7/ wurden die folgenden Prävalenzen in der 'Normalbevölkerung' ermittelt:

Schleimhautirritationen (Augen)	11 - 16 %
(Nase und Rachen)	16 - 19 %
Kopfschmerzen	10 - 19 %
Ermüdung	25 - 30 %

**Akausalität** - Die Symptomatik läßt sich nicht auf eine durch objektive Messungen gesicherte Ursache (z.B. Schwellenwertüberschreitungen für Irritantien in der Raumluft, Nachweis von Milbenallergenen und positiver Prick-Test, etc.) zurückführen.

## 2. SBS - HÄUFIGE SYMPTOME

Umfangreiche epidemiologische Studien an über 4000 Büroangestellten in 236 Gebäuden aus Dänemark /11/, Schweden /14/ und Großbritannien /17/ haben, vorrangig durch Befragung, die folgenden Symptome bei Beschäftigten in Bürogebäuden ermittelt:

Ermüdung, 'schwerer Kopf', Kopfschmerzen, Übelkeit, Benommenheit, Konzentrationsschwäche

Jucken, Brennen oder Irritation der Augen, Irritation der Nase, Heiserkeit, trockener Hals, Halsschmerzen, Husten

trockene Gesichtshaut, gerötetes Gesicht, juckende, stechende, gespannte oder brennende Gesichtshaut, juckende Kopfhaut, Schuppen, trockene Hände mit juckender/roter Haut, Hautausschlag

Grippe-Symptome, Atembeschwerden, Brustenge

Die Prävalenzen betragen für die in Gruppen zusammengefaßten Symptome (ZNS, Haut, Schleimhaut) und in Abhängigkeit von der in der Befragung als Grenze gesetzten Frequenz des Auftretens (2mal jährlich bis wöchentlich) 14,6 % bis 48,2 % (♀) und 7,1 % bis 41,7 % (♂).

Bisher sind die Möglichkeiten einer Objektivierung der durch Symptomscores erhobenen Daten anhand von klassischen oder adaptierten Methoden medizinischer Diagnostik in Feldstudien nur wenig genutzt worden. Von ersten praktischen Erfahrungen mit ophthalmologischer Diagnostik berichten Franck /4/ und Kjaersgaard /5/, die u.a. durch Bestimmung

von Tränenaufrißzeit und epithelialen Defekten Unterschiede zwischen Büroarbeitern und einer Vergleichsgruppe feststellen konnten.

Die Entwicklung eines Standardpakets diagnostischer, für SBS-Feldstudien geeigneter Methoden (nichtinvasiv, geringer Zeitbedarf und keine/minimale Belästigung für den Probanden) ist eine der wesentlichen Voraussetzungen künftiger Projekte.

### 3. SBS - MÖGLICHE URSACHEN

Bei in den USA durchgeführten Untersuchungen in 529 Gebäuden /12/ mit SBS-Symptomatik ließ sich für 87 % der Objekte ein zumeist multifaktorieller Kausalitätsbezug nachweisen. Bezieht man sich auf die als Hauptursache postulierte Einflußgröße, ergibt sich in Abb.1 dargestellte Verteilung. Beim Vergleich von SBS-Ursachen in verschiedenen Regionen ergeben sich z.T. erstaunliche Diskrepanzen, wie die Auswertung von Feldstudien aus Nordamerika (A), Skandinavien (S), Großbritannien (G) und Westeuropa (W) zeigt (Tab.1). Diese

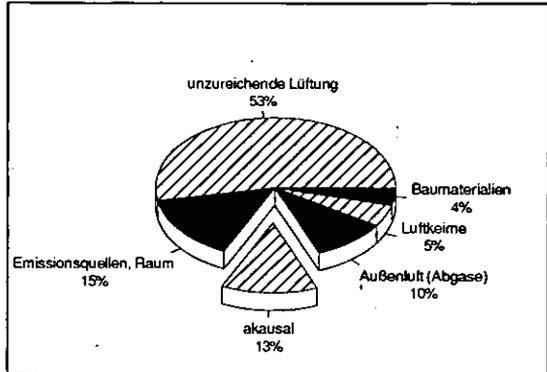


Abb.1 Ursachen für SBS-Symptomatik nach Untersuchungen von 529 Gebäuden in den USA /13/

Erkenntnis bestätigt die Bedeutung von gemeinsamen SBS-Projekten innerhalb der Europäischen-Gemeinschaft, wie sie in einem ersten Untersuchungsansatz - leider ohne deutsche Beteiligung - für 1994 geplant sind.

Tab.1 Übersicht regionaler Unterschiede von potentiellen SBS-Ursachen (nach /14/)

SBS-Ursache	Region
Unzureichende Lüftung	N,S,W
Außenluftverunreinigungen	N
Mikrobiologische Kontamination	N,S,W
Reinigungsmittel	N,W
Kopiercer	N,S
Tabakrauch	N,W
Baumaterialien	N,S,W
Pestizide	N
RLT-Anlage	S,W,G
Teppichböden	S
Fußbodenbeläge aus Kunststoff	S
fehlende persönliche Einflußnahme (fixierte Fenster)	S,G
Großraumbüros	G

... N - Nordamerika, S - Skandinavien, G - Großbritannien, W - Schweiz, Österreich, Niederlande, Deutschland

#### 4. SBS - SONDERFALL 'KRANKENHAUS'

Als Sick-Hospital Syndrome bezeichneten Brandt-Rauf et al. /2/ das plötzliche Auftreten massiver Beschwerden des Personals in einem amerikanischen Krankenhaus. Primäre Ursache dieser Beschwerden waren Diesel-Abgase eines Notstromaggregates, die über die RLT-Anlage in den OP-Trakt eingebracht wurden. Da nach der Beseitigung dieser massiven Quelle Beschwerden des Personals persistierten, wurden die Beschäftigten vom Gesundheitsdienst nach ihren Symptomen befragt und parallel Konzentrationen ausgewählter Luftbeimengungen gemessen. Tab. 2 zeigt eine Übersicht der häufig aufgetretenen Symptome.

Tab. 2 Prozentualer Anteil von Symptomen, die bei der Befragung von Hospitalangestellten angegeben wurden (nach /2/ und /11/)

Symptom	Häufigkeit, %	
	/2/, n = 140	/11/, n = 1.440
Kopfschmerzen	66	} 51,6
Benommenheit	55	
Ermüdung	41	
Übelkeit	32	18,2
Irritation der Augen	26	
ungewöhnliche Geschmacksempfindung	24	
Halsschmerzen	19	
Geruchsempfindung	16	
Brustenge	16	
Rückenschmerzen	14	
Konzentrationsschwäche	14	

Die simultane Erfassung ausgewählter Luftbeimengungen (CO, N<sub>2</sub>O, Halothan, Formaldehyd, Ethylenoxid, Isopropanol) ergab, daß die aktuellen Konzentrationen weit unter den nationalen Richtwerten lagen. Die Autoren schließen daraus auf eine typische SBS-Symptomatik, bei der eine Kausalität zwischen chemischer Umweltgröße und Wirkung am Menschen nicht zu verifizieren ist.

Während Brandt-Rauf et al. sich der Raumluftqualität als mögliche SBS-Ursache widmeten, analysierten Pöhlmann und Pöhlmann /11/ den Einfluß der thermischen Umweltfaktoren auf das Befinden des Krankenhauspersonals. Dabei konnten sie für die am häufigsten auftretenden Symptomkomplexe ähnliche Anteile ermitteln (Tab. 2) wie in /2/. Als SBS-Ursache sehen die Autoren vor allem Diskrepanzen zwischen dem statischen, von der Heizungs- und Klimaanlage vorgegebenen Temperaturregime und der vom Menschen aufgrund seiner circadian überlagerten Temperaturregulation als behaglich empfundenen Umgebungstemperatur.

Wyon et al. /18/ führten eine der noch seltenen experimentellen (interventiven) SBS-Studien durch. Anlaß waren wiederum Beschwerden des Personals im neu erbauten OP-Trakt eines Malmöer Krankenhauses. Tab. 3 zeigt das Interventionsdesign der Malmö-Studie.

Aus der Analyse von Befragungen und medizinischen Untersuchungen des Personals (n = 222) ergibt sich:

- a) Die SBS-Symptomatik wurde nicht signifikant beeinflusst durch Veränderung des Luftwechsels, durch Verringerung der eingesetzten Reinigungsmittel und durch Abbau der statischen Ladung.

- b) Ein signifikant positiver Effekt wurde erzielt durch die Absenkung der Raumtemperatur um 1,5 K und durch die Verringerung der Blendung. Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit um 15 % führte zwar zu einer Verbesserung einiger SBS-Symptome, gleichzeitig aber auch zu mehr subjektiv empfundenem Streß.
- c) Allein die künstliche Ionisation mit negativen Ionen (26.000/cm<sup>3</sup>) hatte einen großen positiven, statistisch signifikanten Effekt auf die SBS-Symptomatik. Deutlich war auch eine Placebo-Reaktion (4 signifikante Effekte) gegenüber der aktiven Ionisation (15 signifikante Effekte) auszuschließen.
- d) Aufgrund zu hoher Geräusentwicklung konnten Luftreiniger nicht mit den erforderlichen Luftvolumenströmen betrieben werden - Aussagen zum Einfluß auf die SBS-Symptomatik sind daher nicht möglich.

Tab. 3 Interventionsformen der Malmö-Studie (nach Wyon et al. /18/)

VARIABLE	VERGLEICH	VERÄNDERUNG		PLACEBO
		+	-	
Luftwechsel	Standard	↑ 40%	↓ 70%	-
Temperatur	Standard	-	↓ 1,5 K	-
Befeuchtung	keine	↑ 15%	-	-
Ionisation	keine	Inonisatoren in Betrieb		Ionisatoren außer Betrieb
Beleuchtung	Standard	verringerte Blendung		-
Antistatik	unbehandelte textile Oberflächen	antistatische Behandlung		simulierte Behandlung
Luftreiniger	keine	freistehende Luftreiniger		Luftreiniger außer Betrieb
Reinigungsregime	Standard	verringertes Einsatz von Reinigungsmitteln		-

Unter Verweis auf den hypothetischen Charakter schließen Wyon et al. aus ihren Untersuchungen, daß Ionisation und Befeuchtung den größten (positiven) Effekt von allen 8 untersuchten Interventionen hatten. Es wird angenommen, daß die künstliche Ionisation zur Reduzierung lungengängigen Staubes durch ladungsbedingte Abscheidung wirksam wird. Für die Temperaturabsenkung und die Befeuchtung werden Effekte an den Schleimhäuten des Atemtraktes postuliert, die zur besseren Ab- und Ausscheidung von Partikeln führen. Die Autoren weisen jedoch darauf hin, wie dringlich Langzeitstudien sind, um den Effekt von Interventionen sicher nachweisen zu können.

Neben der komplexen Betrachtung des Innenraums, wie sie für eine SBS-Analyse unerlässlich ist, sei auf die Bedeutung einiger typischer Belastungen des Krankenhauses hingewiesen. Babich /1/ faßt die wichtigsten chemischen Lasten des Hospitals zusammen: Anästhesiegase (Lachgas, Halothan, Enfluran, Methoxifluran), Desinfizientia (z.B. Formaldehyd), Gasterilisa-

tion (Ethylenoxid), Zytostatika (z.B. Fluorouracil, Cyklophosphamid), Knochenzement (Methylmethacrylat) und die je nach Laboratorium spezifische Palette organischer Dämpfe und Aerosole.

Auf die Bedeutung der vom Menschen empfundenen Raumluftqualität (Geruch, Geschmack, chemischer Sinn) wird vor allem von Fanger /3/ hingewiesen. Gerade im Krankenhaus dürfte dieser Aspekt von Bedeutung sein, da hier neben Reinigungs- und vor allem Desinfektionsmittelgerüchen auch besondere anthropogene Emissionen, z.B. durch pathologische Metabolismen von Patienten sowie in Folge lokaler und allgemeiner medizinischer Behandlungen, auffallen.

## 5. LITERATUR

- 1 Babich H Reproductive and carcinogenic health risks to hospital personnel from chemical exposure - a literature review. *J. Environ. Hlth.* 48 (1985)52-56.
- 2 Brandt-Rauf PW, Andrews LR, Schwarz-Miller J Sick-Hospital Syndrome. *J. Occup. Med.* 33(1991)737-739.
- 3 Fanger PO Hidden olfs in sick buildings. *ASHRAE J.* (Nov):40,41,43 (1988)
- 4 Franck C Eye symptoms and signs in buildings with indoor climate problems (Office Eye Syndrome). *Acta Ophthalmol. (Kbh)* 67(1989)61-68.
- 5 Kjærsgaard S Objectiv eye changes in the indoor climate - a prospective study. The Danish Building Agency, Copenhagen, 1992.
- 6 Levy F, Maroni M (Hrsg.) NATO/CCMS pilot study on indoor air quality. National Institute of Occupational Health, Oslo, 1992.
- 7 Lindvall T The sick building syndrome - overview and frontiers. In Köppel & Wolkov (Hrsg.): Chemical, microbiological, health and comfort aspects of indoor air quality - state of the art in SBS. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1992.
- 8 Mølhave L The sick building syndrome (SBS) caused by exposure to volatile organic compounds (VOCs). In: The practitioner's approach to indoor air quality investigations. Weekes & Gammage (Hrsg.). AIHA, Akron, OH, S. 1-18, 1990.
- 9 Mølhave L Indoor air quality in relation to sensory irritation due to volatile organic compounds. *ASHRAE Trans.* 92(1986) paper 2954.
- 10 Mølhave L Controlled experiments for studies of the Sick Building Syndrome. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 641(1992)45-55.
- 11 Pöllmann L, Pöllmann B Observations on the "Sick Building Syndrome" in a newly built large hospital. *Proc. Indoor Air '87, Berlin, Vol.2, S.577-581.*
- 12 Seitz T NIOSH indoor air investigations. In: The practitioner's approach to indoor air quality investigations. Weekes & Gammage (Hrsg.), AIHA, Akron, OH, 1990.
- 13 Skov P, Valbjörn O, Gynstelberg F, DISG Radhusundersøgelsen, Indeklima i kontorer. Arbejds miljøfondet, København, 1989.
- 14 Sundell J Health complaints related to buildings. A subjectiv, non-medical overview. In /6/, S. 14-26.

- 15 WHO Indoor air quality research. EURO-Reports and Studies No. 103, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 1984.
- 16 WHO Indoor air pollutants, exposure and health effects assessments. EURO-Reports and Studies No. 78, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 1982.
- 17 Wilson S, Hedge A The office environment survey, a study of building sickness. Building Use Studies Ltd, London, 1987.
- 18 Wyon DP, Andersson B, Söderling M Fältprovning av ett nytt åtgärdsprogram mot SBS (sjuka-hus-syndromet): Stekvis teknisk sanering med kvantitativ mätning av symptomintensitet. Bericht. Sjukvården Malmö, 1991.
- 

Dr.-Ing. Dr.med. Wolfgang Bischof  
Zentrum für Hygiene, Präventiv- und Umweltmedizin  
der Medizinischen Hochschule Erfurt  
Gustav-Freytag-Str. 1  
D-99096 Erfurt

Arbeitssicherheit und  
Unfallverhütung: Über die tägliche Arbeit eines Krankenhaus-Sicherheitsingenieurs

R. Haulitschek-Hauss, Hannover

## 1. Einleitung

Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Sicherheitsingenieure, Sicherheitstechniker, Sicherheitsmeister) haben die Aufgabe, den Arbeitgeber beim Arbeitsschutz und bei der Unfallverhütung sowie bei der menschengerechten Gestaltung der Arbeit zu unterstützen. Damit soll erreicht werden, daß die dem Arbeitsschutz und der Unfallverhütung dienenden Vorschriften mit möglichst hohem Wirkungsgrad den betrieblichen Verhältnissen entsprechend angewendet werden und gesicherte arbeitsmedizinische und sicherheitstechnische Erkenntnisse Berücksichtigung finden.

Dieser Grundsatz wird im Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Arbeitssicherheitsgesetz - ASIG) erhoben, das 1974 in Kraft trat. Nach diesem Gesetz haben die Fachkräfte für Arbeitssicherheit insbesondere die Aufgabe,

den Arbeitgeber und die sonst für den Arbeitsschutz und die Unfallverhütung verantwortlichen Personen zu beraten,

die Betriebsanlagen, die technischen Arbeitsmittel und die Arbeitsverfahren sicherheitstechnisch zu überprüfen,

die Durchführung des Arbeitsschutzes und der Unfallverhütung zu beobachten und

darauf hinzuwirken, daß sich alle im Betrieb Beschäftigten den Anforderungen des Arbeitsschutzes und der Unfallverhütung entsprechend verhalten.

Das Arbeitssicherheitsgesetz sieht für die Fachkräfte für Arbeitssicherheit eine besondere sicherheitstechnische Fachkunde vor, und legt fest, daß die Fachkräfte bei der Anwendung ihrer Fachkunde weisungsfrei sind. Wenn mehrere Fachkräfte in einem Betrieb tätig sind, ist die leitende Fachkraft unmittelbar dem Leiter des Betriebes zu unterstellen.

Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit haben bei der Erfüllung ihrer Aufgaben mit den Betriebsärzten und dem Personalrat zusammen zu arbeiten, z. B. durch gemeinsame Betriebsbegehungen.

Einschlägige Unfallverhütungsvorschriften (z. B. GUV O.5) regeln die Einsatzzeiten der Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Stunden pro Jahr und Arbeitnehmer) und die Voraussetzungen für den Fachkundennachweis.

## 2. Arbeitsicherheit und Unfallverhütung an der MHH

Der Verfasser ist Leiter der Stabsstelle Arbeitssicherheit und Unfallverhütung an der MHH, die mit insgesamt 3 Sicherheitsingenieuren und 1 Verwaltungsangestellten die Aufgaben nach dem Arbeitssicherheitsgesetz bei ca. 6.000 Mitarbeitern und ca. 3.000 Studenten sowie mehreren MHH-eigenen Lehranstalten und Kindergärten wahrnimmt.

Neben den zentralen Einrichtungen an der Konstanty-Gutschow-Str. unterhält die MHH mehrere, auf andere Kliniken der Stadt Hannover verteilte Abteilungen, die ebenfalls von der Abteilung Arbeitssicherheit und Unfallverhütung betreut werden.

Die Arbeitssicherheit stellt sich besonders im Krankenhausbereich als ein sehr komplexes Aufgabengebiet dar. Neben der Zusammenarbeit mit dem Personalärztlichen Dienst und dem Personalrat ist daher auch ein enger Kontakt zu den Bereichen Hygiene, Biologische Sicherheit, Abfall- und Sonderabfallentsorgung erforderlich.

Neben den Beratungs- und Unterstützungsaufgaben als Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Unfallverhütung werden hier auch die Unfallanzeigen bei Arbeits- und Wegeunfällen bearbeitet und die Bestellung von Sicherheitsbeauftragten durchgeführt.

Die Mitarbeiter der Stabsstelle Arbeitssicherheit und Unfallverhütung arbeiten in verschiedenen Hochschulgremien mit und ihnen obliegt die Protokollführung im Arbeitsschulzussaß.

### 3. Aspekte aus der praktischen Tätigkeit.

Im weiteren Verlauf des Referates erfolgt an Hand von ausgewählten Dias eine exemplarische Darstellung der Tätigkeit der Sicherheitsingenieure an der MHH.

Die Dias entstanden im wesentlichen bei Betriebsbegehungen und Unfalluntersuchungen. Es werden folgende Problemfelder angesprochen:

Verkehrswege,  
Brandschutz,  
Gefahrstoffe,  
Gestaltung von Arbeitsplätzen,  
Ergonomie,  
Verwendung von Arbeitsmitteln.

Die Ergebnisse der Betriebsbegehungen und Unfalluntersuchungen werden den verantwortlichen Vorgesetzten zur Kenntnis gebracht. Die Tätigkeit der Sicherheitsingenieure erstreckt sich jedoch nicht nur auf das Aufzeigen von Mängeln und Unfallursachen, sondern auch auf die Erarbeitung von Verbesserungen gemeinsam mit den Vorgesetzten, den Sicherheitsbeauftragten und betroffenen Beschäftigten.

Vierteljährlich erfolgt eine Begehung mit dem Gemeindeunfallversicherungsverband - Hannover (Ausführungsbehörde des Landes Niedersachsen für die Unfallverhütung) in ausgewählten Bereichen der MHH. Monatlich berichtet der leitende Sicherheitsingenieur dem Kanzler der MHH über das Unfallgeschehen und den Arbeitsschutz.

Eine gedeihliche Zusammenarbeit mit dem Ziel, die Arbeitssicherheit zu verbessern, ist nur bei gegenseitiger Akzeptanz und Information zu erreichen. Um die Mitarbeit in der Arbeitssicherheit zu fördern, wird das Fach Arbeitssicherheit und Unfallverhütung bereits in den Lehranstalten angeboten. Auch im Rahmen des Fortbildungsprogramms für Hochschulmitarbeiter finden Seminare z. B. zur Gestaltung und Benutzung von Bildschirmarbeitsplätzen und zum Umgang mit Gefahrstoffen statt. Die Schulungen der ca. 140 Sicherheitsbeauftragten der MHH erfolgt gemeinsam mit dem Gemeindeunfallversicherungsverband - Hannover.

Um das Verständnis für den vorbeugenden Brandschutz zu fördern und die Bekämpfung von Entstehungsbränden zu üben, werden Brand-schutzübungen (Löschen eines Flüssigkeitsbrandes und einer brennenden Puppe) durchgeführt. Plakataktionen zu bestimmten Themen der Unfallverhütung in ausgewählten Bereichen der MHH ergänzen diese Schulungsaktivitäten.

Ein Tätigkeitsfeld, dem zukünftig noch mehr Arbeitszeit einzuräumen sein wird, ist die allgemeine Gesundheitsvorsorge. Die ergono-mische Gestaltung und Benutzung von Arbeitsmöbeln, Grundsätze zum rückschonenden Arbeiten sowie entsprechende Hilfsmittel erfor-dern mehr Aufmerksamkeit angesichts der bereits existierenden Ge-sundheitsprobleme (z. B. Rückenbeschwerden als Folge einseitiger Belastungen an Bildschirmarbeitsplätzen) und der Anerkennung von Erkrankungen der Lendenwirbelsäule aufgrund von berufsbedingtem, langjährigem Heben und Tragen schwerer Lasten als Berufskrankheit.

#### 4. Auswirkungen des Europäischen Binnenmarktes auf die Arbeits-sicherheit.

Am 01.01.93 trat der Europäische Binnenmarkt in Kraft. Infolge dessen sind die EG-Richtlinien nach Artikel 100a des EWG-Vertrag-es, die dem Abbau von Handelshemmnissen dienen, weitgehend in die Unfallverhütungsvorschriften eingearbeitet worden.

Die Umsetzung der EG-Richtlinien nach Artikel 118a des EWG-Vertra-ges, die Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer bei der Arbeit regeln, soll durch ein Arbeitsschutzrahmengesetz erfolgen.

Es ist zu erwarten, daß durch Inkrafttreten dieses Gesetzes der Arbeitsschutz und die Unfallverhütung in der Privatwirtschaft und im öffentlichen Dienst (einschl. Beamte) einheitlich geregelt wird. Die Arbeitsstättenverordnung und andere werden dann in vol-lem Umfang auch für den öffentlichen Dienst gelten. Die Verpflich-tungen des Arbeitgebers für die Sicherheit und den Gesundheits-schutz der Arbeitnehmer zu sorgen, wird stärker betont und inhalt-lich erweitert werden.

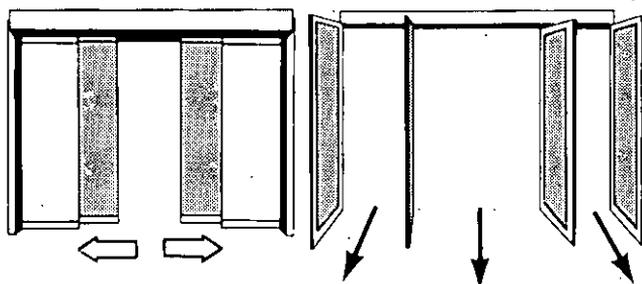
Nach der "Richtlinie zur Durchführung von Maßnahmen zur Verbesse-rung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit (89/391/EWG)" hat der Arbeitgeber zukünftig folgen-de Grundsätze zu berücksichtigen:

Vermeidung von Risiken,  
Abschätzung von nicht vermeidbaren Risiken,  
Gefahrenbekämpfung an der Quelle,  
Berücksichtigung des Faktors "Mensch" bei der Arbeit,  
Berücksichtigung des Stands der Technik,  
Ausschaltung oder Verringerung von Gefahrenmomenten,  
Planung der Gefahrenverhütung durch die Verknüpfung von Technik,  
Arbeitsorganisation und Arbeitsbedingungen,  
soziale Beziehungen und Einfluß der Umwelt auf den Arbeitsplatz,  
Vorrang des kollektiven Gefahrenschutzes vor individuellem Gefah-renschutz,  
Erteilung geeigneter Anweisungen an die Arbeitnehmer

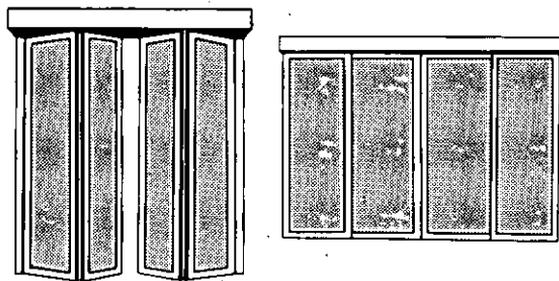
Der Arbeitgeber hat hierzu eine geeignete Organisation und die erforderlichen Mittel bereitzustellen. Es ist fraglich, ob die zur Erfüllung der erweiterten Aufgaben nötige Personalausstattung mit den derzeitigen Einsatzzeiten der Fachkräfte für Arbeitssicherheit abzudecken ist.

Haulitschek-Hauss, Medizinische Hochschule Hannover,  
Konstanty-Gutschow-Str. 8, 3000 Hannover 61

# Automatiktüren - Das gesunde Konzept



Wir haben für jedes Türproblem  
eine automatische Lösung



Informieren Sie sich unverbindlich:



Stahlstraße 8, OT Lintel  
D - 33378 Rheda-Wiedenbrück  
Telefon 0 52 42 / 924 - 0  
Telefax 0 52 42 / 924 -100

Niederlassungen: Berlin, Dormagen, Gilching, Hannover, Kassel, Mainz,  
Baesweiler, Herten, Leipzig, Hamburg, Rostock, Pöbnek,  
Attnang, Wien, Warwick

## **Erkenntnisse aus Krankenhausbränden aus der Sicht eines Sachversicherers**

### **Einleitung:**

In regelmäßigen Abständen signalisieren spektakuläre Brandschäden in Kliniken, daß der Schadenverhütung in diesem Bereich häufig noch nicht die erforderliche Beachtung geschenkt wird. Es sei kurz an folgende Schadenfälle erinnert:

- \* Am 28.05.1980 fanden 9 Patienten den Tod, als im Kreiskrankenhaus Achern Verpackungsmaterial im Heizraum verbrannte. Es mußten 200 Patienten evakuiert werden. Der Sachschaden belief sich auf 16,5 Mio. DM.
- \* Am 07.09.1984 wurde das gesamte Städtische Krankenhaus Offenbach mit 900 Patienten evakuiert, weil Akten durch Überhitzung einer Drosselspule von einer defekten Leuchtstofflampe in Brand gesetzt wurden. Der Schaden betrug seinerzeit 8,5 Mio. DM.
- \* Am 21.10.1986 wurde der Laborraum der Universitätsklinik Ulm vorsätzlich in Brand gesteckt. Es wurden 200 Patienten evakuiert. Der Schaden belief sich auf 27 Mio. DM.
- \* Bei Reparaturarbeiten am Flachdach des Operationsbereiches des Evangelischen Krankenhauses Eßeln benutzten Dachdecker Propangasbrenner und setzten damit am 23.11.1987 diesen Bereich in Brand. Das Krankenhaus war nicht mehr nutzbar. 370 Patienten mußten evakuiert werden. Der Sachschaden belief sich auf 30 Mio. DM.
- \* In der Universitätsklinik in Mainz entstand am 01.04.1988 durch einen defekten Transformator ein Schaden in Höhe von 50 Mio. DM. 250 Patienten mußten evakuiert werden.

Allein diese kurze Aufzählung verdeutlicht, daß eine effektive Schadenverhütung nach wie vor hohe Priorität einnehmen muß. Jeder Brandschaden stellt eine Störung im Betriebsablauf dar mit mehr oder weniger großen Einschränkungen des normalen Krankenhausbetriebes und enormem zusätzlichen personellen und finanziellen Aufwand. Hinzu kommt, daß relativ häufig Patienten evakuiert werden müssen und in vielen Krankenhäusern eine horizontale Verlagerung von einer Station zur anderen nicht möglich ist.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß einige Kliniken keine Betriebsunterbrechungsversicherung abgeschlossen haben, so daß fortlaufende Kosten ohne Deckung sind und vom Krankenhaus selbst aufgebracht werden müssen..

## Erkenntnisse und Umsetzung

Aus der Untersuchung einer Fülle von Krankenhausbränden lassen sich Schadensschwerpunkte erkennen. Beispielhaft dafür sollen große Brandschäden der VGH aus den letzten 1 1/2 Jahren herangezogen werden:

- Krankenhaus Nordstadt Hannover, 02.10.1991, 550.000 DM Schaden durch angesteckte Reste aus Fußbodenbelagsarbeiten (vorsätzliche Brandstiftung),
- 07.09.1992, 900.000 DM Schaden durch Anzünden von Wäsche, die ein Obdachloser zum Schlafen in einem Kellergang zusammengetragen hat (vorsätzliche Brandstiftung).
- Städtisches Krankenhaus Lüneburg, 08.09.1992, 1,9 Mio. Schaden durch technischen Defekt in elektrischem Schaltschrank,
- 31.10.1992, 475.000 DM Schaden durch Anzünden von Abfällen (vors. Brandstiftung).
- Diana Kurklinik Bad Bevensen, 180.000 DM Schaden durch vorsätzliche Brandstiftung in Herrentoilette.
- Städtisches Krankenhaus Dessau, 28.11.1992, 250.000 DM Schaden durch fahrlässige Brandstiftung mit einem elektrischen Heizlüfter.
- Städtisches Krankenhaus Dessau, 30.11.1992, 70.000 DM Schaden durch Anzünden von eingelagerten Möbeln (vorsätzliche Brandstiftung).
- Kreiskrankenhaus Goslar in Clausthal-Zellerfeld, 11.02.1993, 280.000 DM Schaden durch Anzünden von Verpackungsmaterial, das Handwerker liegengelassen haben (vorsätzliche Brandstiftung).
- Stadtkrankenhaus Cuxhaven, 03.03.1993, 1,4 Mio. DM Schaden durch Dachdeckerarbeiten mit offener Flamme.
- Paracelsusklinik Neuss, 22.05.1993, 2,1 Mio. DM Schaden durch Kurzschluß in einem Druckminderer.



Klinikbrand durch Brandstiftung:

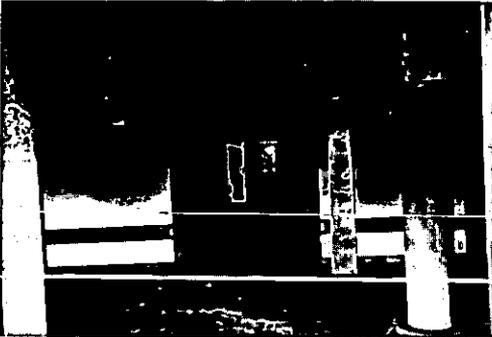
Materialreste von Bauarbeiten im Eingangsbereich wurden von Unbekannten in Brand gesteckt...

Auffällig ist die hohe Anzahl vorsätzlicher Brandstiftungen. Sicher ist die Aufzählung schon allein aufgrund der geringen Zahl von Schäden für statistische Auswertungen unbrauchbar. Trotzdem ist auffällig, daß kein Schaden im eigentlichen medizinischen Bereich, nämlich im OP-, Behandlungs- oder Bettenrakt aufgetreten ist.

In der Tat liegen die Hauptprobleme eines Krankenhauses im peripheren Bereich wie Labore, Apotheken, Lager für Medizin, Wäsche, Küche, technische Gase oder brennbare Flüssigkeiten, Archive, Heizräume, Wäschereien, Küchen, Ersatzstromversorgung, Elt-Zentralen und vor allem in Werkstätten und Abfallsammelstellen.

Deshalb wird man den Schwerpunkt der Schadenverhütung im Hinblick auf Ursachenvermeidung auf diese Bereiche konzentrieren müssen.

Als Schadenursachen sind fast immer Mängel im baulichen, im betrieblichen oder organisatorischen Bereich zu finden. Die häufigsten Mängel dieser drei Bereiche sollen im folgenden aufgezeigt und Lösungsvorschläge unterbreitet werden:



...Der Eingangsbereich und die Flure sind total verrußt...

## 1. Bauliche Mängel

- Brand- oder Rauchabschnitte werden durch offenstehende Brandschutz- oder rauchdichte Türen aufgehoben. Eine verkeilte oder sonstwie festgestellte Tür ist immer ein Zeichen dafür, daß diese Tür betriebsbedingt offenstehen muß. Es nutzt deshalb nichts, den Keil zu entfernen und das Personal zu ermahnen. Abhilfe kann einzig dadurch geschaffen werden, daß eine im Brandfall automatisch schließende Feststellanlage installiert wird. Derartige Feststellanlagen gibt es sowohl als Bestandteil einer zentralen Brandmeldeanlage als auch mit nur für diese spezielle Feststellanlage integriertem Brandmelder.
- Öffnungen in Brandwänden für Elektroleitungen, Rohre und Lüftungsleitungen sind nicht wieder verschlossen bzw. durch Brandschutzklappen gesichert. Die Industrie bietet geprüfte Stoffe zum Verschließen der Aussparungen sowie Brandschutzklappen für Lüftungsleitungen an.

- Brennbare Baustoffe sollten soweit möglich durch nicht brennbare ersetzt werden. Das gilt insbesondere für Rettungswege, wo sie ohnehin nicht zulässig sind.
- Die Leitungen der Ersatzstromversorgung sollten getrennt von der normalen Stromversorgung verlegt werden oder durch eine feuerbeständige Abtrennung (F90) abgeschottet werden.
- Sensible Bereiche wie Labore sollten mit Hauptschaltern und -hähnen für Elektro- und Gasversorgung versehen werden.
- Eine automatische Brandmeldeanlage mit direkter Durchschaltung zur Feuerwehr, in die auch die offengehaltenen Brandschutztüren und Brandschutzklappen einbezogen werden, führt zu einer erheblichen Verbesserung des Brandschutzes.
- Nasse Steigleitungen (das sind unter Wasserdruck stehende Feuerlöschleitungen) in den Treppenträumen ermöglichen der Feuerwehr einen erheblich beschleunigten Löscheinriff.

## 2. Betriebliche Mängel

Von erheblich größerer Bedeutung sind Mängel im betrieblichen Bereich.

- An erster Stelle steht die Lagerung brennbaren Materials. Das können Abfallsammelstellen an falschen Orten, zurückgelassenes Bau- oder Verpackungsmaterial oder auch die Nutzung besonderer Räume zusätzlich für brennbare Materialien (Papier, Pappe etc.) sein. Derartige Räume sind insbesondere die für die Heizung, für technische Gase oder für den Notstrom-Diesel.
- Wie aus der obigen Schadenaufzählung ersichtlich, ist ein Schadensschwerpunkt die vorsätzliche Brandstiftung. Es ist schwierig, den Zutritt zu bestimmten Bereichen zu verhindern oder zu erschweren, wenn das Krankenhaus gleichzeitig großzügige Besuchsmöglichkeiten einräumen will. Sensible Bereiche wie Läger, Archive und Bettenvorbereitung müssen aber durch Zutrittsbeschränkungen geschützt werden.
- Viele Schäden entstehen durch unsachgemäßen Umgang mit offener Flamme bei Löt-, Schweiß- oder Dachdeckerarbeiten. Sie könnten vermieden werden, wenn die einschlägigen Unfallverhütungs-Vorschriften eingehalten würden, wie z.B. Bereitstellung von Feuerlöschern und genaue Information über das in der Nähe des Einsatzes befindliche brennbare Material, auch hinter Verkleidungen! Weitere Tips zur Schadenverhütung siehe [1] und [2].
- Rauchverbote für Patienten werden oft umgangen. Um nicht erwischt zu werden, werden Kippen unachtsam weggeworfen und können so Brände auslösen. Besser ist es in jedem Fall, Raucherzonen zu schaffen.
- Kerzen (insbesondere in der Adventszeit) dürfen nur unter Aufsicht brennen. In Krankenzimmern sollten Kerzen ganz verboten werden.

- Werden in Werkstatträumen Flaschen mit brennbaren Gasen (Acetylen, Propan/Butan) aufbewahrt, so muß der betreffende Raum in Bodenhöhe ins Freie entlüftet werden.
- Richtige und in ausreichender Zahl vorgehaltene Feuerlöscher helfen Brände im Entstehungsstadium zu bekämpfen. Pulverlöscher haben den Vorteil, daß sie sowohl für Feststoff als auch für Flüssigkeits- und Gasbrände sowie für Brände in elektrischen Anlagen einsetzbar sind. Allerdings verursachen sie durch das ausgeblasene Pulver einen erheblichen Schmutz. Wasserlöscher eignen sich für Feststoffbrände, während Kohlendioxidlöscher für Flüssigkeits- und Gasbrände geeignet sind. Kleinere Löscher sind handlicher, insbesondere für weibliches Personal. Weitere Tips siehe [3].
- Brennbar Flüssigkeiten und technische Gase sind jeweils getrennt in einem feuerbeständig ausgestatteten Raum zu lagern.



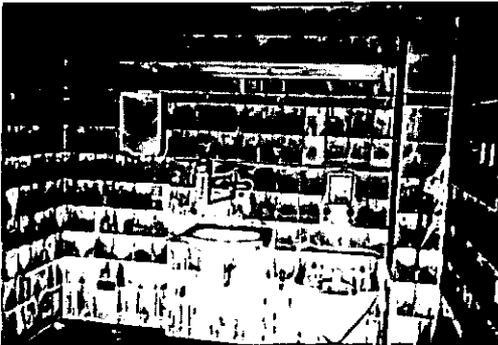
...Auch die gerade fertiggestellten Krankenzimmer...

- Es sollte überprüft werden, ob auf dem Krankenhausbauhof genügend Hydranten vorhanden und an eine Ringleitung angeschlossen sind. Die Ringleitung empfiehlt sich, damit die Löschwasserversorgung auch dann sichergestellt ist, wenn am Netz gearbeitet wird. Es sollten Oberflurhydranten bevorzugt werden, weil sie nicht verstellt werden können z.B. durch Fahrzeuge.
- Für alle technischen Anlagen wie Heizung, Klima, Elektrik, Blitzschutz, Löschanlagen, Feuerlöscher, Brandmeldeanlage, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Brandschutzklappen, Brandschutztüren etc., sollen Wartungs- bzw. Prüfverträge abgeschlossen werden.
- Werden brennbare Abfälle im Freien gelagert, so sollen sie entweder in geschlossenen Containern wie Preßcontainern gesammelt werden oder an Orten, wo sie trotz Brandstiftung keinen Schaden an Nachbargebäuden anrichten können, vgl. [4].
- Es dürfen nur solche elektrischen Heiz- und Wärmegeräte aufgestellt werden, die sicher betrieben werden können, wie Kochplatten, Kochendwassergeräte, Kaffeemaschinen, Toaster und Heizlüfter, nicht dagegen Tauchsieder und Heizsonnen. Die Stecker müssen nach Gebrauch aus der Steckdose gezogen werden.

- Brandschutztüren dürfen nicht verkeilt oder sonstwie festgestellt werden, vgl. dazu bauliche Mängel.
- Rettungswege (Flure und Treppenträume) müssen freigehalten werden z.B. von Betten und Schränken. Das dient nicht nur der Sicherheit im Fluchtfalle, sondern auch der Verhinderung von Brandübertragungen.

### 3. Organisatorische Mängel

- Ein schwerwiegender Mangel ist, keine Person für den Brandschutz verantwortlich zu machen. Es empfiehlt sich, eine Fachkraft auszuwählen, die direkt dem Verwaltungsleiter unterstellt ist und mit den erforderlichen Vollmachten ausgestattet wird. Diese Person ist für den gesamten Brandschutz des Krankenhauses verantwortlich. Sie hat die erf. Wartungen und Überprüfungen zu veranlassen, regelmäßige Kontrollgänge durchzuführen und ist für alle Mitarbeiter der Ansprechpartner in Brandschutzfragen. Die Autorität der Brandschutzfachkraft hängt entscheidend von der raschen Mängelbeseitigung und Durchsetzung von Verbesserungsmaßnahmen ab. Deshalb empfiehlt sich die Führung eines Brandschutzbuches, in dem alle Vorkommnisse wie Wartungen, Prüfungen, Mängelfeststellungen und deren Beseitigungen eingetragen werden.
- Es müssen Alarmpläne existieren, aus denen jeder Mitarbeiter, Patient und Besucher erkennen kann, wie er sich im Brandfall zu verhalten hat.
- Ein Hausalarmierungsplan ist unbedingt erforderlich, um Rettungsmaßnahmen einzuleiten und erforderliches Personal vor allem nachts und am Wochenende herbeizurufen.
- Ein Brandschutzplan und Feuerwehreinsatzplan zeigen auf, wo brand- und explosionsgefährliche Stellen sind, wo sich Hauptschalter und Haupthähne befinden, wo Feuerlöscher zu finden sind, wo Hydranten und Feuerlöschleitungen sich befinden usw. Solch ein Brandschutzplan sollte zweckmäßigerweise zusammen mit der zuständigen Feuerwehr erstellt werden.
- In regelmäßigen Abständen sollten zusammen mit der Feuerwehr Einsätze und Übungen abgehalten werden.



...und die Sanitärräume müssen vom Ruß gesäubert werden.

## Zusammenfassung

Die meisten Brände lassen sich durch entsprechende vorbeugende Maßnahmen verhindern. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß die mangelhaften Zustände erkannt und abgestellt werden.

Es erscheint unerläßlich, für diese Aufgabe einen verantwortlichen Mitarbeiter abzustellen, den Brandschutzbeauftragten. Für diesen sind viele wertvolle Tips über Abstellung baulicher, organisatorischer und vor allem betrieblicher Mängel in [5] zusammengefaßt.

Wichtig ist, die Mitarbeiter in regelmäßigen Abständen (vor allem wegen der hohen Fluktuation) im Brandschutz zu unterweisen. Themen sind: Brandschutzordnung, Alarmpläne und Umgang mit Feuerlöschern.

Es wird gerade ein Film über Brandschutz im Krankenhaus zur Unterstützung der Brandschutzunterweisung von den öffentlich-rechtlichen Versicherern hergestellt, der in Kürze von dort angefordert werden kann.

### Literaturnachweis:

- [1] Schweiß-, Löt- und Trennschleifarbeiten, Richtlinien für den Brandschutz, VdS Form 2008, Verband der Sachversicherer e.V., Postfach 10 20 24, 5000 Köln 1
- [2] Feuerarbeiten - Gefahr für Flachdächer, Merkblatt Nr. 9 zur Schadenverhütung der VGH, Landschaftliche Brandkasse Hannover, Abteilung Schadenverhütung, Schiffgraben 4, 3000 Hannover 1
- [3] Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern, VdS Form 2001
- [4] Aufstellen von Müllpreßcontainern, Richtlinien für den Brandschutz, VdS Form 2207
- [5] Krankenhäuser, Richtlinien für den Brandschutz, VdS Form 2226

Dipl.-Ing. Hans-Heiko Hupe  
im Hause Landschaftliche Brandkasse Hannover

## **Qualitätssicherung, Finanzierung, Instanzen**

### **Beantragung, Prüfung und Genehmigung von Maßnahmen**

von Dipl.-Ing. Uwe Krohn, Magdeburg

#### **Entwicklung des Krankenhausreferates**

Das Krankenhausreferat im Ministerium für Arbeit und Soziales des Landes Sachsen-Anhalt wurde ab Oktober 1990 zielstrebig aufgebaut und für die Aufgaben Krankenhausplanung, Krankenhausbau und Krankenhausfinanzierung besetzt. Die volle Arbeitsfähigkeit war ab dem I. Quartal 1991 hergestellt. Der Großgeräteausschuß und der Planungsausschuß konstituierten sich im ersten Halbjahr 1991. Das Ausführungsgesetz zum KHG des Landes Sachsen Anhalt wurde nach einem längeren Abstimmungsverfahren am 25. Mai 1992 beschlossen.

In dieser Entwicklungsphase wurde auf der TK'91 über die ersten Erfahrungen des Krankenhausreferates bei der Bearbeitung von Einzelförderungen für Krankenhäuser auf der Grundlage des Krankenhausfinanzierungsgesetzes berichtet.

Nunmehr liegt die Erfahrung über eine annähernd dreijährige Förderpraxis vor.

#### **Die Aufgaben für den Krankenhausbau**

##### **1. Beantragung von Baumaßnahmen**

Ende des Jahres 1990 wurden alle Krankenhausträger auf der Grundlage der vorläufigen Förderliste durch das Ministerium für Arbeit und Soziales des Landes Sachsen-Anhalt (MS) aufgefordert, die für die Beurteilung des Sanierungsbedarfes ihrer Einrichtungen notwendigen Kosten zu nennen und zu begründen. Daraufhin wurden zahlreiche Einzelmaßnahmen mit einem Gesamtvolumen von ca. 1,9 Mrd DM angemeldet.

Seit dem Jahr 1991 bestehen zwischen dem MS und allen Krankenhausträgern sowie den nunmehr 69 Krankenhäusern intensive Arbeitskontakte, auf deren Basis die Krankenhäuser in der Lage sind, Förderanträge entsprechend dem Bedarf des Krankenhauses aber unter Berücksichtigung der Finanzierungsmöglichkeiten des Landes zu stellen. Die Anträge sind in sachlicher Übereinstimmung mit den Zielplanungen, die von der überwiegenden Zahl der Krankenhäuser vorliegen, mit dem MS abgestimmt sind und die vorgesehenen Bauabschnitte enthalten, zu stellen.

Das MS unterscheidet bei den Einzelförderungen grundsätzlich nach drei Gruppen:

- Fortführungen
- 1. Bauabschnitte der Zielplanungen
- Kleinere Maßnahmen

Fortführungen sind Maßnahmen, die vor dem Jahr 1991 begonnen wurden. Diese Maßnahmen wurden ohne Unterbrechung weitergeführt. Eine Übernahme der Kosten für die Realisierungsleistungen ab 1.1.1991 erfolgte nach Prüfung der Plausibilität des Vorhabens durch das MS.

Die 1. Bauabschnitte der Zielplanungen umfassen bis auf wenige Ausnahmen die Neuerrichtung von Gebäuden, um bestehende Nutzflächendefizite auszugleichen. Kleinere Maßnahmen sind die restlichen Einzelförderungen. Beide Gruppen sind Neubeginne.

Die Anträge für Fortführungen beliefen sich auf Kosten in Höhe von ca. 87,5 Mio DM. Für 1. Bauabschnitte der Zielplanungen liegen dem MS derzeit Anträge in Höhe von ca. 2,5 Mrd DM vor. Die Anträge für Kleinere Maßnahmen umfassen ständig ein Kostenvolumen von ca. 130 - 190 Mio DM. Die Höhe dieser Kosten läßt keinen Rückschluß auf den gesamten Sanierungsbedarf zu, da die Krankenhäuser die von ihnen vorgesehenen Maßnahmen nach Prioritäten ordnen und nur die Maßnahmen mit den höchsten Prioritäten beim MS zur Förderung beantragen.

Der Gesamtinvestitionsbedarf für die Sanierung der Krankenhäuser im Land Sachsen-Anhalt beträgt auf der Basis der Anmeldungen und einer Hochrechnung ca. 7 Mrd DM. Nach neuesten Erkenntnissen ist von einer beträchtlichen Zahl an Interimslösungen auszugehen, da der Zeitraum bis zur Fertigstellung der ersten großen Sanierungsmaßnahmen für die betroffenen Krankenhäuser zu lang ist, um

mit der vorhandenen Bausubstanz den steigenden Anforderungen an die Qualität des Krankenhausbetriebes zu genügen. Diese Interimslösungen erhöhen den Investitionsbedarf zusätzlich.

## 2. Aufstellung der Investitionsprogramme

Die Förderanträge der Krankenhäuser sind in der überwiegenden Zahl Orientierungsanträge. Sie enthalten keine Vorbereitungsunterlagen. Die auf der Basis dieser Anträge erstellten Investitionsprogramme enthalten die Maßnahmen vorbehaltlich der fachlichen Prüfung und Billigung durch die zuständige Landesbehörde. Bereits während der Erarbeitung der Investitionsprogramme werden die Krankenhäuser über die vorgesehene Aufnahme einer Maßnahme informiert und können nunmehr die Vorbereitungsunterlagen fertigstellen und zur Prüfung vorlegen. Durch dieses Verfahren entstanden den Krankenhäusern nur für solche Maßnahmen Kosten für Vorbereitungsunterlagen, deren Realisierung gesichert war. In den folgenden Jahren wird dieses Verfahren nicht mehr anzuwenden sein. Die Anträge werden zukünftig nur dann für die Aufnahme in ein Investitionsprogramm vorgeschlagen werden, wenn die Vorbereitungsunterlagen vorliegen.

Die Übersicht zeigt die bisher verabschiedeten Investitionsprogramme.

Investitions- Programm	Zahl der Maßnahmen	Barmittel Mio DM	Verpflich- tungserm. Mio DM	Bemerkungen
1991-Teil 1	141	126,5	-	Grundhaushalt
1991-Teil 2	45	16,0	50,0	Nachtragshaush.
1992-Teil 1	47	76,1	11,0	Kleinere Maßn.
1992-Teil 2	14	24,8	279,6	5x 1. Bauabschn.
1993-Teil 1	154	292,7	326,9	11x 1. Bauabschn.
1993-Teil 2	29	23,7	16,3	20x Kl. Maßn.
		623,2 Kredite		9x 1. Bauabschn.
1993-Teil 3	22	13,7	5,3	16x Landes-KH

Für die Übernahme der Schuldendiensthilfen durch das Land für die Kredite (623,2 Mio DM) ist im Haushalt eine Verpflichtungsermächtigung in Höhe von 1,2433 Mrd DM eingestellt.

Zu Beginn des Jahres 1992 wurde eine Prioritätenliste erarbeitet und mit dem Planungsausschuß einvernehmlich abgestimmt. Sie enthielt 23 Krankenhäuser, deren 1. Bauabschnitte der Zielplanungen vorrangig realisiert werden sollten. 19 Krankenhäuser sind in den beschlossenen Investitionsprogrammen enthalten. Die verbleibenden 4 Krankenhäuser werden nach Erfüllung der Bedingungen zur Förderung berücksichtigt.

### 3. Prüfung und Genehmigung der Maßnahmen

Bei der Oberfinanzdirektion besteht seit dem 2. Halbjahr 1991 eine für den Krankenhausbau zuständige Prüfgruppe. Sie führt die baufachliche Prüfung von Vorhaben mit Gesamtkosten über 1 Mio DM durch. Vorhaben mit Gesamtkosten unter 1 Mio DM werden im Krankenhausreferat geprüft. Ebenfalls im Krankenhausreferat erfolgt die Prüfung der Medizintechnik.

Das MS hat Richtwerte für die Nutzflächen im Krankenhaus festgelegt. Ferner wurde durch das MS gemeinsam mit der Prüfgruppe ein Landesstandard für die Gestaltung von Bettenstationen erarbeitet.

Um die Vorbereitungsunterlagen für Einzelförderungen entsprechend den sachlichen Forderungen des Landes und in kurzer Bearbeitungszeit erstellen zu können, werden in Beratungen mit den Antragstellern und deren beauftragten Büros der Vorentwurf (M 1:200), der Entwurf (M 1:100) und die Haustechnik gemeinsam mit dem Krankenhausreferat und der Prüfgruppe abgestimmt. Eine Überarbeitung der Unterlagen als Folge der Prüfung ist daher in der Regel nicht erforderlich.

Die 1. Bauabschnitte, die über Schuldendiensthilfen des Landes finanziert werden, unterliegen ebenfalls dem wie vor geschilderten Vorbereitungsverfahren.

Auf der Basis der Prüfvermerke der Prüfgruppe und des MS erfolgt die Billigung des Vorhabens und die Bewilligung der Haushaltsmittel durch Bescheid des MS.

#### **4. Weiterführende Aufgaben**

Nachdem sich das Bearbeitungsverfahren für Einzelförderungen im Land Sachsen-Anhalt in der praktischen Handhabung bewährt hat, wird es nunmehr erforderlich, daß die Krankenhäuser die Förderanträge einschließlich der Vorbereitungsunterlagen zeitlich vor der Aufstellung der Investitionsprogramme an das MS richten. Bei umgehender Prüfung der Unterlagen können dann die anerkannten förderungsfähigen Gesamtkosten in die Investitionsprogramme aufgenommen und derzeit noch auftretende Unsicherheiten bezüglich der Höhe der im Investitionsprogramm ausgewiesenen Kosten der Förderung vermieden werden.

Der eingeschlagene Weg zur Realisierung von Bauabschnitten der Zielplanungen wird beibehalten. Es wird auch weiterhin notwendig sein, mit den Krankenhäusern die perspektivisch vorgesehenen Maßnahmen abzustimmen. Interimslösungen sollten auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben. Vorrang muß in jedem Krankenhaus die zielstrebige Verwirklichung der Zielplanung haben.

\* \* \*

**Anschrift des Verfassers:**

**Dipl.-Ing. Uwe Krohn**  
Referat für Krankenhausplanung  
im Ministerium für Arbeit und Soziales  
39116 Magdeburg  
Wilhelm-Höpfner-Ring 4  
Tel.: 0391 567 6927

## Finanzierung der "Krankenhaustechnik vor Ort"

- Aus der Sicht eines frei-gemeinnützigen Krankenhauses

### 1. Einführung

Die Problematik der zukünftigen Finanzierung des gesamten Krankenhausbetriebes und hier insbesondere das Segment "Krankenhaustechnik" macht es erforderlich, die derzeitigen Strukturen und Organisationsabläufe dieses Teilbereiches in Frage zu stellen.

Warum ? Aufgrund des Gesundheitsstrukturgesetzes werden zukünftige Kostensteigerungen nur im Rahmen der Grundlohnsummensteigerung aufgefangen werden.

Die Finanzierungsregeln werden sich ändern, weg vom dualistischen System hin zum monistischen System.

Die Krankenkassen werden verstärkt von ihrem Recht Gebrauch machen, in die bauliche Planung von Krankenhäusern einzugreifen. Den Krankenhausträgern wird die finanzielle Möglichkeit genommen, aus Eigenmitteln, d.h. aus erwirtschafteten Gewinnen, Mittel für Baumaßnahmen und Modernisierung von betriebstechn. Anlagen bereitzustellen.

Bevor diese Punkte aufgegriffen werden, erlauben Sie mir eine Kurzdarstellung des Krankenhausträgers, den ich als eines von vier verantwortlichen Vorstandsmitgliedern vertrete.

Der der Diakonie angehörige Krankenhausträger betreibt ein Akut-Krankenhaus mit drei Betriebsstätten und insgesamt 634 Betten. Die Kliniken verfügen über 10 medizinische Fachabteilungen mit einem chirurgischen Schwerpunkt und betreuen jährlich rd. 50.000 stationäre und ambulante Patienten.

An medizinischen Großgeräten werden in Kooperation mit einer niedergelassenen Röntgenpraxis ein Kernspin- und Computertomograph, sowie Strahlentherapiegeräte (Kobalt 60 und Afterloading) und eine computergesteuerte Spectcamera betrieben. Die Anschaffung eines DSA-Röntgengerätes ist in der Planung.

## **2. Organisation der Krankenhaustechnik**

An die Krankenhaustechnik werden in unserem Haus hohe Anforderungen gestellt, da sich im starken Maße Alt- und Neubaustrukturen vermischen. Neben betriebstechnischen Anlagen aus den 60-iger Jahren stehen Lüftungszentralen mit modernster DDC-Steuerung, Energiezentralen für Fernwärme, Gas oder Heizöl. Seit 1978 wird permanent saniert oder neu gebaut.

Die Krankenhaustechnik ist eingebunden in die Verwaltungsorganisation und wird eigenverantwortlich von einem Abteilungsleiter geführt. Für die Betriebstechnik und deren Betreuung zeichnet ein Werkstattmeister verantwortlich. Ihm unterstehen insgesamt 15 Handwerker. Er trägt auch die Verantwortung für die Betreuung von Fremdfirmen, die im betriebstechnischen Bereich tätig sind.

Für die Projektierung von größeren Sanierungs- oder sonstigen Maßnahmen ist ein Betriebstechniker verantwortlich, der gleichzeitig stv. Abteilungsleiter ist. Dieser Mitarbeiter ist auch für sicherheitstechnische Belange zuständig. Ein DV-gestütztes Instandhaltungsmanagement-Programm ist zwar geplant, aber noch nicht im Einsatz. Nur im Rahmen der Medizin-Geräte-Verordnung erfolgt DV-Unterstützung.

## **3. Derzeitige Finanzierung der betriebstechnischen Kosten**

Auf der Basis des jährlich erstellten Wirtschaftsplanes wird der Abteilung "Krankenhaustechnik" ein Jahresbudget vorgegeben, das eigenverantwortlich verwaltet wird. Dieses Budget umfaßt einen relativ starren Stellenansatz sowie ein sich jährlich fortschreibendes Sachkostenbudget.

Die Höhe des Budgets orientiert sich an dem mit den Krankenkassen vereinbarten Gesamtbudget. Bei Notmaßnahmen oder nicht aufschiebbaren Maßnahmen, die das Krankenkassenbudget übersteigen, übernahm bisher der Krankenhausträger diese Mehrkosten. Unter dem neuen Gesundheitsstruktur-Gesetz wird dies nicht mehr möglich sein.

Bisher war es aufgrund der permanent durchgeführten Sanierung in den einzelnen Betriebsstätten möglich, wesentliche Erneuerungen, d.h. Anpassung an den heutigen technischen Standard durch Fördermaßnahmen des Landes oder durch mit Eigenmittel finanzierte Maßnahmen, abzuwickeln. Hierdurch konnte der Anstieg der Instandhaltungs- bzw. -setzungskosten kontrolliert gesteuert werden und entsprach im wesentlichen dem mit den Krankenkassen vereinbarten Budgetansatz. Größere Maßnahmen wurden gem. KHG bzw. der Abgrenzungsverordnung durch die pauschalen Fördermittel abgedeckt.

Als Einzelförderung wurde in einer Betriebsstätte vor 8 Jahren die Erneuerung bzw. Erweiterung einer Heizzentrale vom Land direkt gefördert.

#### 4. Durchführung von Unterhaltungsmaßnahmen der Betriebstechnik

Aufgrund von Umstrukturierungen innerhalb der Abteilung "Krankenhaustechnik" und durch Einstellung von hochqualifizierten Betriebs Handwerkern war es in den letzten 3 Jahren möglich, einzelne Arbeitsfelder neu zu strukturieren. Waren bisher die einzelnen Handwerker im Rahmen einer Rotation für Instandhaltungs-, -setzungs- oder Versorgungsdienste zuständig, so werden Sie heute nach Ausbildung und Qualifikation eingesetzt, d.h. Sanitär, Elektro etc. . Gleichzeitig wurde die Abarbeitung der Reparaturmeldungen verändert; war es früher die Stapelverarbeitung, d.h. in der Reihenfolge des Einganges bzw. nach der Methode, wer am lautesten seine Mängel meldete, wurde am schnellsten bedient, werden heute die Anträge bzw. Meldungen systematisch abgearbeitet. Für Notfälle, bei denen früher die Handwerker aus ihrer momentanen Tätigkeit herausgerissen wurden, ist heute ein fest eingeplan-

ter und hierfür freigestellter Handwerker zuständig. Hierdurch ist es möglich, Reibungspunkte und Leerläufe, die Zeit binden und sich kostenbelastend auswirken, abzubauen.

Diese "neue Arbeitsweise" setzt ein Umdenken der älteren bzw. bereits schon länger beschäftigten Mitarbeiter voraus, so daß diese vorgestellte Arbeitsweise noch reifen muß.

Des weiteren wird verstärkt auf Fort- und Weiterbildung der Mitarbeiter geachtet, da der technische Fortschritt - insbesondere in der Klima- und Lüftungstechnik bedingt auch durch Computerisierung - seit rd. 5 Jahren in die Krankenhäuser verstärkt Einzug gehalten hat, sowie Medizinische Einrichtungen und Apparaturen komplexer geworden sind.

## **5. Komplexität der Technik**

Am eigenen Leibe mußte wir erfahren, daß immer komplexer werdende Technik die Kostenstrukturen innerhalb des Budgets der Krankenhaustechnik stark beeinflussen. Bewährte aber alte Technik, die über Jahre fast "blind" gewartet oder instandgesetzt werden konnte, wurde gegen den neuesten Stand der Technik ausgetauscht mit der Folge, daß der bisher verantwortliche Handwerker mit erheblichem zeitlichen und materiellen Aufwand geschult werden mußte, oder aber aufgrund seiner Qualifikation nicht mehr für diese Tätigkeit in Frage kam. Die Folge, ein verstärktes Abschließen von Wartungsverträgen und damit verbunden ein Ansteigen der Kosten. Da insbesondere der Abschluß von Wartungsverträgen von den technisch verantwortlichen Mitarbeitern mit aller Vehemenz vorangetrieben und notfalls, sobald die Notwendigkeit bezweifelt wurde, mit dem Hinweis auf rechtl. Bestimmungen und Verordnungen durchgedrückt wurde, stellt sich dies heute anders dar.

Unter dem Druck der Gesetzgebung und dem Zwang, wirtschaftlich und damit kostendeckend arbeiten zu müssen, finden verstärkt betriebswirtschaftliche Fragestellungen bei der möglichen Installation von komplexen betriebstechnischen Einrichtungen Einzug, denen sich auch die Planungsinstanzen und die Industrie nicht mehr verschließen kön-

nen. Kosten-/Nutzen-Rechnungen, die in der Vergangenheit nur sehr selten und in Einzelfällen angewandt wurden, sind heute zwingende Voraussetzung. Die teilweise bestehende "Technik-Hörigkeit" muß einer realistischen Einschätzung der Lage und der Verhältnismäßigkeit der Mitte weichen. Bei der Auslegung von gesetzlichen Vorgaben bzw. Richtlinien muß davon abgerückt werden, diese immer aus dem Gesichtspunkt der absoluten Absicherung der eigenen Verantwortung zu betrachten, sondern durch alternative Betrachtung ersetzt werden. Jede Verordnung oder Richtlinie bietet eine Plattform verschiedenster Betrachtungsweise; dies bedeutet allerdings eine Umstellung der technisch verantwortlichen Mitarbeiter. Es darf zukünftig nicht mehr heißen, der Wartungsvertrag etc. ist erforderlich weil....., sondern der Technische Leiter hat zu prüfen und Vorschläge zu erarbeiten, welche Form der kostengünstigsten Betreuung der neuen Technik unter Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingung möglich ist. Damit ist auch die Abkehr von den sehr beliebten "Vollwartungsverträgen" verbunden. Hier wird zu entscheiden sein, jeweils nach Qualifikation des jeweiligen eigenen Handwerkers, inwieweit die Fremdwartung auf das notwendige Minimum begrenzt werden kann. Der Umkehrschluß kann aber genauso lauten, benötige ich den eigenen Handwerker noch für z. B. diese spezielle Wartung, ist eine Fremdwartung nicht kostengünstiger.

---

Im Klartext bedeutet dies, zukünftig werden Fremdunternehmen verstärkt mit der eigenen Betriebswerkstatt in Konkurrenz treten. Das einzelne Krankenhaus muß entscheiden, wenn es nicht von unkontrolliert steigenden Kosten im Bereich der Krankenhaustechnik überrollt werden will, ob ein gestaffeltes Wartungssystem zum Tragen kommt, in dem der hauseigene Handwerker eingebunden ist, oder ob die Auslagerung von Tätigkeiten an Fremdfirmen mit der Konsequenz des Personalkostenabbaus verbunden ist. Die Zeit der absoluten "Technik-Hörigkeit" auch bei den Krankenhausverantwortlichen ist wohl vorbei.

#### **Fazit:**

Nur ein hochqualifizierter und an Fort- und Weiterbildung interessierter Mitarbeiterstamm sichert den derzeitigen Status einer eigenen krankenhaustechnischen Abteilung ab. Die zukünftigen

Kostenstrukturen könnten sonst die Krankenhausträger dazu zwingen, über Vergabe der Betreuung des gesamten Komplexes "Krankenhaustechnik" an Fremdunternehmen nachzudenken.

## 6. Zukünftige Finanzierung

Die neue Gesetzgebung wird, wie bereits im einzelnen dargestellt, erhebliche Auswirkungen auf die Krankenhauslandschaft und deren derzeitige Struktur haben. Diese Auswirkungen schließen keinen Bereich eines Krankenhauses aus und werden daher auch vor der Krankenhaustechnik nicht halt machen.

Die verantwortlichen Mitarbeiter der Krankenhaustechnik werden sich daher mit 3 wesentlichen einschneidenden Veränderungen auseinandersetzen müssen, und zwar:

- a. Die jährlichen Budgetsteigerungen orientieren sich nicht mehr an der Ist-Kostensteigerung, sondern an der Grundlohnsummensteigerung (Wegfall des Selbstkostendeckungsprinzipes).
- b. Die Förderbedingungen bei der Krankenhausfinanzierung ändern sich zukünftig grundlegend.
- c. Die wirtschaftliche Lage der Krankenhausträger wird sich merkbar verschlechtern.

Zu diesen Punkten ein paar kurze Anmerkungen:

- Durch den Wegfall des Selbstkostendeckungsprinzipes werden zukünftig sämtliche über der Grundlohnsteigerung liegende Kostensteigerungen zu Lasten des Krankenhausträgers gehen. Dies ist um so kritischer, da in den zurückliegenden Jahren - wie bei anderen Kostenarten - auch die Unterhaltskosten der Krankenhaustechnik wesentlich über dieser Grundlohnsummensteigerung lag.

- Durch die zukünftig vorgesehene Änderung der Investitionsfinanzierung, - weg von der dualistischen hin zur monistischen Finanzierung - werden Investitionsmaßnahmen schwerer zu realisieren sein. Durch die Einflußnahme der Krankenkassen bei den zukünftig anstehenden Krankenhaussanierungsmaßnahmen wird seitens der Krankenkassen verstärkt Mitsprache gefordert. Vor allem wird hier die Frage der Folgekosten eine wesentliche Rolle spielen. Bereits heute, daß zeigen die Budgetverhandlungen 1993, wird die Übernahme von Mehrkosten, die durch Sanierungs- bzw. Neubaumaßnahmen verursacht werden, abgelehnt.

- Die sich aus dem Gesundheitsstrukturgesetz ergebenden Belastungen der Krankenträger und hier insbesondere der freigemeinnützigen Häuser wird überproportional ansteigen und die wirtschaftliche Situation dieser Häuser merkbar verschlechtern. Aufgrund des wirtschaftlichen Verhaltens gerader dieser Häuser war es in der Vergangenheit möglich, aus Eigenmittel Modernisierungsmaßnahmen - unabhängig von der langatmigen Staatsfinanzierung - durchzuführen. Da diesen Häusern keine Subventionstöpfe zur Verfügung stehen, wird diese Finanzierungsquelle ausfallen.

## **7. Lösungsmöglichkeiten, Perspektiven**

Diese neue Situation stellt alle Verantwortlichen der Krankenhäuser vor eine Herausforderung, die, wenn sie nicht gemeistert wird, in ein wirtschaftliches Desaster und damit in das "AUS" führt.

Es müssen daher in kürzester Zeit Wege eingeschlagen werden, mit denen sich die Problemstellungen der nächsten Jahre meistern lassen. Hierbei sind aus meiner Sicht folgende wesentliche Punkte als zwingende Notwendigkeit anzusehen:

- a. Klare Strukturierung der Abteilung Krankenhaustechnik und ihrer Aufgaben.

# MAQUET

Stierlen-MAQUET AG · Produktbereich MAQUET · Postfach 2162 · 76411 Rastatt · Tel. (07222) 932-0 · Telefax (07222) 932-648

OP-Tisch-System 1120 und  
OP-Tisch-System 1140

● weltweit erfolgreich

Mobile OP-Tische

● jetzt auch mit  
Infrarot-Fernbedienung

Patienten-Umbetteinrichtungen

Untersuchungsstühle

Medizintechnische Einbauten

Medizintechnisches Mobiliar

VARIOP - OP-Bausystem

Klimatechnik

- b. Zielgerichteter Einsatz von Datenverarbeitung.
- c. Absolute Kosten-/Nutzen-Betrachtung.

Die Anforderungen, die zukünftig an die Organisationsstruktur einer Abteilung Krankenhaustechnik gestellt werden, haben sich an den Strukturen privater Dienstleister zu messen. Die bisher im starken Maße anzutreffende Mentalität des Verwaltens muß einer vorausschauenden strukturierten Planung weichen. Klare Aufgabenabgrenzung zwischen Arbeiten, die von den eigenen Mitarbeitern durchgeführt werden und den Tätigkeiten von Fremdfirmen, sind hier zwingende Voraussetzung. Wiederkehrende Wartungsarbeiten müssen von ihrem Ablauf her schriftlich dokumentiert werden und als Checkliste vorliegen. Den einzelnen Mitarbeitern muß die Möglichkeit einer Weiterqualifikation eingeräumt werden. Mehr Eigeninitiative muß durch Übertragung von Verantwortung gefördert werden. Das derzeitige Vergütungssystem muß sich stärker an der Qualifikation, dem Engagement des Einzelnen und der Verantwortung ausrichten. Leistungsbezogene Zulagen oder Vergütungen sollten trotz der Starrheit des derzeitigen Tarifsystems angedacht und angeboten werden. Die Unterschreitung des Jahresbudgets sollte honoriert werden durch z. B. das Angebot von gezielter persönlicher Weiterbildung. Vorgenanntes verstehe ich als Anregung, kreativer an die Lösung der Probleme zu gehen.

Der zielgerichtete Einsatz der Datenverarbeitung sollte dazu dienen, den reinen administrativen Aufwand der Mitarbeiter insbesondere der Betriebstechnik erheblich zu minimieren. Durch den gezielten Einsatz von Gebäudeverwaltungsprogrammen muß jederzeit die Möglichkeit bestehen, den aktuellen Installationsgrad von Gebäuden, Gebäudeabschnitten oder einzelner Räume sofort zu erkennen. Eine gezielte Leistungserfassung und -bewertung und die damit verbundene Zuordnung zu den einzelnen Anlagen und Geräten muß den Reparaturanfälligkeitsgrad, z.B. einzelner Anlagen, aufzeigen.

Bei zukünftigen Investitionen sind diese unter dem Gesichtspunkt der Kosten-/Nutzenabwägung zu betrachten. Die zwingende Notwendigkeit der jeweils beantragten Investition muß sich nachweisen lassen. Bei der

Auswahl der neu zu installierenden Anlagen sind die Verantwortlichen "vor Ort" mit in den Entscheidungsprozeß einzubeziehen. Vor der Entscheidung sind die sich aus der anstehenden Investition ergebenden Folgekosten zu ermitteln. Wenn keine Kostendeckung im Gesamtbudget möglich ist, muß die Investition möglicherweise in Frage gestellt werden.

Gesagtes kann nur als Anstoß verstanden werden, sich mit den in den nächsten Jahren auf die Krankenhäuser zukommenden Problemen auseinanderzusetzen.

Verfasser:

Peter Schwarze

Humboldtstraße 18

30169 Hannover 1

Finanzierung der "Krankenhaustechnik vor Ort" aus der Sicht eines kommunalen Krankenhauses

Fallbeispiel: Sanierung der Energieversorgung auf dem Gelände des Krankenhauses Nordstadt

Alfred Jeske, Hannover

---

Bedingt durch den beabsichtigten Neubau einer HNO-Klinik auf dem Gelände des Nordstadtkrankenhauses ist eine umfassende Planung für die Versorgung des Krankenhausgeländes mit Strom einschließlich Notstrom, Warmwasser und Dampf erforderlich.

Die möglichen Varianten stellen sich wie folgt dar:

- Wärmeversorgung durch Kesselanlage für Wirtschafts-, Dampf- und Heizwärme über Fernwärme
- Wärmeversorgung durch Kesselanlage für Wirtschafts-, Dampf- und Heizwärme über Fernwärme und zusätzlich ein Blockheizkraftwerk.

Nach einer angestellten Wirtschaftlichkeitsberechnung betragen die verbrauchsgebundenen Kosten bei der Variante 1 1,526 Mio. DM per Anno gegenüber 1,887 Mio. DM bei der Variante 2. Die jährlichen Kosten sind identisch, wenn bei der Variante 2 die Kapitalkosten für die Investition einer BHKW-Anlage mit berücksichtigt werden.

An dem vorliegenden Beispiel wird deutlich, daß das dualistische Finanzierungssystem für die Krankenhäuser volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Investitionen zuwider spricht.

Für die Variante 1 sind von seiten des Landes Fördermittel nach § 9.1 KHG bereitzustellen.

Es ist zu prüfen, ob für die Investitionskosten der Variante 2 ebenfalls Fördermittel nach der genannten rechtlichen Grundlage gewährt werden können. Falls dies nicht der Fall ist, würde aus der Sicht des Krankenhauses die Variante 2 ausscheiden, da eine Finanzierung aus den bekanntermaßen knappen Mitteln nach § 9.3 KHG nicht in Betracht kommt.

Darüberhinaus wäre zu prüfen, ob die Ersatzbeschaffung (Lebensdauer eines BHKW 12 . 15 Jahre) nach Ablauf dieser Frist ebenfalls förderungsfähig wäre.

Externe Prüfungen vor dem Hintergrund des neuen Finanzierungsrechts unter Berücksichtigung des Technischen Dienstes

1. Aufhebung des Selbstkostendeckungsprinzips

Die wohl wichtigste Veränderung, die durch die Novellierung des Krankenhausfinanzierungsrechts zum 01.01.1993 eingetreten ist, dürfte in der Aufhebung des Selbstkostendeckungsprinzips liegen.

Während bis dahin Krankenhäuser nach § 4 KHG Anspruch darauf hatten, daß "die öffentlichen Fördermittel und die Erlöse aus den Pflegesätzen... zusammen die vorkalkulierten Selbstkosten eines sparsam wirtschaftenden und leistungsfähigen Krankenhauses decken", ist ab 1993 in § 17, 1 KHG nur noch von medizinisch leistungsgerechten Pflegesätzen die Rede.

Im alten Finanzierungsrecht stand der Begriff der sparsamen Wirtschaftsführung bzw. Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Wenn das Krankenhaus seine Leistungen im Rahmen der Krankenhausplanung wirtschaftlich erbrachte, bestand Anspruch auf entsprechende Kostenerstattung. Dieser Anspruch war auf dem Rechtswege (Schiedsstelle/Verwaltungsgericht) durchsetzbar. Für die Betriebsführung von Krankenhäusern war es opportun, die Wirtschaftlichkeit unter Beweis zu stellen, wenn es keine finanziellen Einbußen erleiden wollte.

## 2. Bisherige Prüfungsmaßstäbe für den technischen Bereich

Im Laufe der Zeit haben sich Kriterien für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Krankenhäusern herausgebildet. Anhaltzahlen und Richtwerte dienten als Meßlatte oder zumindest als Orientierungsgröße für die Beurteilung der so bedeutsamen Wirtschaftlichkeitsfrage. Gelang der Nachweis der Wirtschaftlichkeit anhand dieser Wirtschaftlichkeitskennziffern, dann war grundsätzlich die Finanzierung gesichert.

Bei der Entwicklung und Anwendung von Anhaltzahlen etc. spielte die Wirtschaftlichkeitsprüfung nach § 16 Abs. 6 BpflV eine besondere Rolle. Wenn die Pflegesatzparteien über Wirtschaftlichkeitsfragen keine Einigung erzielen, konnte die Klärung auf externe Prüfer verlagert werden. Sehr häufig wurde diesen die Wirtschaftlichkeit des Gesamtbetriebes als Fragestellung auferlegt, die dann in allen Leistungsstellen und Dienstarten des Krankenhauses untersucht wurde.

Die Krankenhaustechnik stand dabei selten im Vordergrund. Für Medizin, Pflege, Wirtschaftsdienst und Verwaltung standen griffige Anhaltzahlen zur Verfügung, die den Prüfern halfen, das Kosten- und Leistungsgeschehen transparent zu machen.

Die Crux bei der Technik bestand darin, daß das Verhältnis von Eigen- zu Fremdleistung einerseits sehr unterschiedlich und andererseits auch schwer definierbar war.

Entsprechend grob fielen die Richtwerte aus:

- a) Beispiel für den Technischen Dienst (einschließlich Instandhaltung, Heizung, Gärtnerei)

Krankenhäuser

bis zu 200 Betten	1 : 50 bis 70 (VK/aufgestellte Betten)
von 200 bis zu 400 Betten	1 : 40 bis 60 (VK/aufgestellte Betten)
von 400 bis zu 650 Betten	1 : 30 bis 50 (VK/aufgestellte Betten)

- b) Beispiel für die Gesamtkosten (Personalkosten technischer Dienst und Sachkosten Instandhaltung) auf Basis des Jahres 1990

DM/Berechnungstag

DKG	ca.	18,-
BWKG	ca.	19,-
WIDO	von	15,- bis 20,-

Unzulängliche Vergleichsmaßstäbe haben es verhindert, daß die Technik bei diesen Prüfungen die Rolle gespielt hat, die ihr nach Kostengewicht zugestanden hätte. Wird die Technik auch im neuen Finanzierungsrecht ein Schattendasein bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen führen?

### **3. Die externe Prüfung im neuen Finanzierungsrecht**

#### **3.1 Pauschalierung der Entgelte**

Ohne auf die zahlreichen Entgeltformen und Finanzierungsmodalitäten, die ab 1993 gelten, im einzelnen einzugehen, läßt sich doch grundsätzlich feststellen, daß die Entgelte weitgehend pauschaliert werden. Das Budget 1993 und Folgejahre basieren auf dem Vorjahresbudget. Entgelte für ambulantes Operieren, Fallpauschalen und Sonderentgeltleistungen sowie für vor- und nachstationäre Versorgung werden überwiegend tarifiert.

Auch für die nächste Reformstufe der Krankenhausfinanzierung, die ab 1995/1996 in Kraft treten wird, zeichnet sich eine Fortsetzung der Tendenz zu Entgeltgrößen ab, die pauschal festgesetzt werden.

In einem solchen System ist der Nachweis sparsamer Wirtschaftsführung gegenüber Dritten (Krankenkassen, Schiedsstelle, Verwaltungsgericht) - wenn überhaupt - nur von untergeordneter Bedeutung. Anhaltzahlen und Richtwerte werden wieder zu dem, was die Begriffe eigentlich aussagen: Orientierung und nicht Maßstab.

#### **3.2 Wirtschaftlichkeitsprüfungen**

Den Wirtschaftlichkeitsprüfungen als Element der Budgetfindung wird in dem oben skizzierten Entgeltsystem wohl auch eine neue Rolle zugewiesen.

Bei der weitgehend extern vorgegebenen Preisstruktur wird das Auseinandersetzungspotential zwischen Krankenhäusern und Kassen über Wirtschaftlichkeitsfragen zurückgehen. An ihre Stelle tritt eine tiefergehende Leistungsanalyse, die den Bereich der Technik nur tangential berührt.

Eine auf Richtwerten basierende Personal- und Sachkostenprüfung dürfte in dem neuen Preissystem wohl die Ausnahme sein.

Vorstellbar ist jedoch, daß die Vertragsparteien (über § 16 Abs. 6 BPflV) oder künftig auch häufiger die Verbände der Sozialleistungsträger allein (über § 113 SGB V) Wirtschaftlichkeitsprüfungen im Zusammenhang mit Investitionsverträgen oder sonstigen konkreten Rationalisierungs- oder Organisationsmaßnahmen veranlassen. Die Technik wird dabei häufiger als bei den bisherigen Prüfungen Gegenstand der Analyse und Mitwirkender bei der Entscheidungsvorbereitung sein.

Die externe Wirtschaftlichkeitsprüfung zur Konfliktlösung zwischen den Vertragsparteien - zumindest auf dem Gebiet der Kostenanalyse wird - zunehmend mehr entbehrlich sein. Ihre Schwerpunkte verschieben sich in Richtung Leistungs- und Qualitätsanalysen sowie entscheidungsorientierte Einzelfalluntersuchungen.

### **3.3 Durch Krankenhäuser veranlaßte Rationalisierungsprüfungen**

Wenn das Ventil für den Kostendruck im Krankenhaus (= Selbstkostendeckungsanspruch) durch pauschale Entgeltgrößen ersetzt wird, kann es nicht ausbleiben, daß in Krankenhäusern verstärkt nach Rationalisierungsreserven gesucht wird. Finanzierungsengpässe und Betriebsverluste lassen sich nicht mehr durch Hinweis auf die Erfüllung der Kriterien sparsamer Wirtschaftsführung beseitigen.

Unter dem zunehmenden Druck knapper Mittel werden Krankenhäuser verstärkt auch extern prüfen lassen, welche Rationalisierungsmöglichkeiten im Betrieb noch ausgeschöpft werden können.

### **3.4 Prüfungsgegenstand im technischen Dienst**

Ob externe Prüfungen durch Krankenkassen, Krankenhäuser oder beide zusammen ausgelöst werden, gemeinsam wird ihnen künftig sein, daß die Fragestellungen sich weniger auf äußere Betriebsvergleiche richten, sondern auf die konkreten Verhältnisse der Leistungserbringung und ihrer Optimierung.

Mit standardisierten Prüfungskriterien wird man sich nicht mehr begnügen. Interessanter sind Themenkreise wie:

- Werden technische Leistungen - wenn möglich - fremd vergeben (lean production)?

- Wird der Bereich Technik nur verwaltet oder kommen von dort Anstöße zur Kostensenkung bzw. Verbesserung der Effizienz?
- Sind Anzahl der Mitarbeiter und der Dienstplan an den Arbeitsanfall angepaßt?
- Wie steuert das technische Management seinen Leistungsbe- reich?
- Wie wirkt die Technik bei der Planung betriebsorganisatori- scher Maßnahmen mit?
- Werden von der Technik Wirtschaftlichkeitsrechnungen er- stellt?

#### 4. Anforderung an das technische Management

Die Einhaltung bestimmter Relationen zwischen Personal-/Sach- kosten und Krankenhausgröße wird im Rahmen externer Prüfungen kein relevanter Prüfungsmaßstab mehr sein.

Man muß dem technischen Management abraten, sich auf solche Anhaltzahlen und Richtwerte zu sehr zu verlassen. Vergleichs- zahlen aus anderen Krankenhausbetrieben mögen bei der Schwach- stellenanalyse helfen, als Maßstab für die Leistung des tech- nischen Dienstes sind sie untauglich.

Es wird auch bei externen Prüfungen der technische Dienst als Managementaufgabe begriffen. Die Qualität dieses Managements wird der Maßstab bei künftigen Prüfungen sein.

Dipl.-Kfm. Ernst Starke  
WRG, Wirtschaftsprüfungsgesellschaft  
Podbielskistraße 348  
30569 Hannover  
Telefon: (0511) 90 49 80

Verzeichnis der Vortragenden und Vorsitzenden

- Albrecht K., Dipl.-Ing., Klinikum Rechts der Isar, Abt. Medizintechnik, Ismainger Str. 22, 81675 München (S. 53)
- Albrecht W., Dipl.-Ing., Direktor, DEKRA, Schulze-Delitzsch-Str. 49, 70565 Stuttgart (S. 47)
- Anna O., Prof. Dr.-Ing., Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, 30623 Hannover
- Ballüer B., Technische Verwaltung, Elektrotechnik, Medizinische Hochschule Hannover, 30623 Hannover
- Baumgarth S., Prof. Dr.-Ing., Homburg Str. 31, 38116 Braunschweig (S. 358)
- Bischof W., Dr.-Ing. Dr. med., MH Erfurt, Zentr. f. Hygiene-, Präventiv- u. Umweltmedizin, Gustav-Freytag-Str. 1, 99096 Erfurt (S. 496)
- Börner H., Dr.-Ing., Ministerium für Wirtschaft und Verkehr, Landschaftsstr. 5, 30159 Hannover
- Bösenberg H., Prof. Dr. med., Universität Münster, Institut für Hygiene, Robert-Koch-Str. 41, 48149 Münster
- Brachetti H. E., Prof. Dr.-Ing., Raarangerweg 3, 31832 Springe (S. 199)
- Brandstädter K., Dipl.-Ing., Ludwig-Beck-Str. 7, 37075 Göttingen
- Canzler B., Dipl.-Ing., Canzler-Ingenieure GmbH, Viehgaße 10, 45446 Mülheim/Ruhr
- Coopmans W. R., Dipl.-Ing., Uerdinger Str. 463A, 47800 Krefeld
- Dennhöfer E., Dipl.-Ing., F. & M. Lautenschläger, Zum Engelshof 1, 50996 Köln (S. 402)
- Dittrich E., Dipl.-Wirtschaftsingenieur, energieberatung e. dittrich + partner, Sachverständigenbüro, Postfach 1101, 85571 Neubiberg (S. 244)

- Dolezal / H., Dipl.-Ing., Strüwer KG (GmbH & Co), Nien-  
dorfer Weg 11, 22453 Hamburg.  
(S. 26)
- Drescher J., Prof. Dr. med., Inst. f. Virologie und  
Seuchenhygiene, Medizinische Hochschule Hannover,  
30623 Hannover
- Dürr C., Präsident SVSI, Kantonsspital,  
CH-7000 Chur  
(S. 394)
- Fleischer P., Dipl.-Ing., Große Breite 8, 31749 Auetal  
(S. 278)
- Frodl R., Dr. rer. nat., Landis & Gyr Control  
(Deutschland) GmbH, Postfach 600529,  
60335 Frankfurt  
(S. 86)
- Gäfgen K.-H., Dipl.-Ing., Neuer Wiesenweg 14,  
31832 Springe  
(S. 291)
- Gansloser G., Prof. Dr.-Ing., Grazer Str. 26,  
30519 Hannover  
(S. 461)
- Graff K.-W., Dipl.-Ing., Ministerium für Wissen-  
schaft und Forschung, Baden-Württemberg,  
Königstr. 46, 70173 Stuttgart  
(S. 476)
- Gronemeyer R., Dipl.-Ing., Medizinische Hochschule Hannover,  
Betriebsdienste, 30623 Hannover  
(S. 445)
- Gstir D., Dipl.-Ing., Tiroler Landeskrankenanstalten  
GmbH, Sportplatzweg 6, A-6401 Inzing/Tirol  
(S. 487)
- Hansen H.-W., Dipl.-Ing., Stadtwerke Hannover AG,  
Stammestr. 105, 30459 Hannover  
(S. 263)
- Hartung C., Prof. Dr.-Ing, Institut für Biomedizini-  
sche Technik und Krankenhaustechnik, Medizinische  
Hochschule Hannover, 30623 Hannover
- Haulitschek  
-Hauss R., Dipl.-Ing., Sicherheitsingenieur, Medizinische  
Hochschule Hannover, 30623 Hannover  
(S. 503)
- Hering G., Dr.-Ing., Steinstr. 5, 16341 Zepernick

- Himler J., Birkenweg 2, 31863 Coppenbrügge  
(S. 286)
- Hofheinz W., Dipl.-Ing., Bender Netzschutztechnik  
Postfach 1161, 35301 Grünberg  
(S. 77)
- Hupe H.-H., Dipl.-Ing., VGH Versicherungsgruppe Hannover,  
Schiffgraben 4, 30159 Hannover  
(S. 507)
- Hutschenreuter G., Dipl.-Ing., IKL-Krauledat & Lange, Buchholzer  
Str. 38A, 30629 Hannover  
(S. 205)
- Jahn A., Dr.-Ing., Klimasystemtechnik GmbH,  
Keplerstr. 8-10, 10589 Berlin
- Jänsch B., Dipl.-Ing., NIFE GmbH Stromversorgungssysteme,  
Neumannstr. 33, 10829 Berlin  
(S. 43)
- Jeske A., Kaufmännischer Leiter, Nordstadt-Krankenhaus,  
Haltenhoff-Str. 41, 30167 Hannover  
(S. 528)
- Junker D., Dr. rer. nat. Dipl.-Phys., Abt. 5, Nuklear-  
medizin, Medizinische Hochschule Hannover,  
30623 Hannover  
(S. 449)
- Kahler G., Dipl.-Ing., Bezirksschornsteinfegermeister,  
Schnabelstr. 18, 30459 Hannover  
(S. 236)
- Kebreau F., Dipl.-Ing., Staatshochbauamt Hannover II,  
Celler Str. 7, 30161 Hannover
- Kell P., Dipl.-Ing., Kliniken des Hochtaunuskreises,  
Urseler Str. 33, 61348 Bad Homburg v.d.H.  
(S. 129)
- Kemper M., Dr. rer. nat., AVM Schmelter GmbH & Co.KG,  
Orkotten 44, 48291 Telgte  
(S. 152)
- Klauck U., Danfoss Wärme- & Kältetechnik GmbH, Kleiner  
Seeligenstädter-Grund 1, 63150 Heusenstamm  
(S. 308)
- Knauer K.-H., Ing.-Büro GK-Plan, Frankfurter Ring 243,  
80807 München  
(S. 437)
- Kottmeier R., Dipl.-Ing., IKL-Krauledat & Lange, Ander-  
ter Str. 18, 30629 Hannover  
(S. 98)

- Krohn U., Dipl.-Ing., Aue 42, 39116 Magdeburg  
(S. 514)
- Kruse H., Prof. Dr.-Ing., Universität Hannover, Inst.f.  
Kältetechnik und Wärmepumpen, Welfengarten 1A,  
30167 Hannover
- Layda H.-G., Medizinische Hochschule Hannover,  
Tumorzentrum, 30623 Hannover  
(S. 158)
- Luther M., Dipl.-Ing., Institut für Hygiene der FU  
Berlin, Hindenburgdamm 27, 12203 Berlin  
(S. 342)
- Möllenberg O., Dr. med., Universitäts-Krankenhaus Hamburg-  
Eppendorf, Abt. f. Aneesthesiologie, Martini-  
Str. 52, 20246 Hamburg  
(S. 122)
- Moroschan H., Dipl.-Ing., Eisenwerk Theodor Loos, Nürnberger  
Str. 73, 91710 Gunzenhausen  
(S. 248)
- Müller K., Dipl.-Ing., Buderus Heiztechnik GmbH,  
Stahlstr. 1, 30916 Isernhagen  
(S. 224)
- Münchow E., Siemens AG, Abt. ANL A 251, Nürnberger  
Str. 74, 91052 Erlangen
- Niemeyer R., Dipl.-Ing., Stadtwerke Hannover AG,  
Stammestr. 105, 30459 Hannover  
(S. 263)
- Panek N., Fa. Kluge Umweltschutz GmbH, Prinzenstr. 41,  
47179 Duisburg  
(S. 386)
- Paulus S., Dipl.-Ing., Kreiskrankenhaus Bühl, Robert Koch  
Str. 70, 77815 Bühl/Baden  
(S. 470)
- Plonka R., Siemens AG, Abt. ANL-GA, Von-der-Tann-  
Str.30, 90439 Nürnberg  
(S. 92)
- Pretschner D. P., Prof. Dr. med. Dipl.-Ing., Universität  
Hildesheim, Institut für Medizinische Informatik,  
Marienburger Platz 22, 31141 Hildesheim
- Rakoczy T., Prof. Dr.-Ing., Brandt-Ingenieure, Max-Planck-  
Str. 2, 50858 Köln/Marsdorf  
(S. 323)
- Richter H.-J., Dipl.-Ing., Trilux-Lenze GmbH & Co KG,  
59821 Arnsberg  
(S. 18)

- Riedel W., Prof. Dr.-Ing., FH Wolfenbüttel, Salzdahlumer Str. 46, 38302 Wolfenbüttel
- Riedle K., Prof. Dipl.-Ing., H. Riedle GmbH, Gesundheits-, Wärme- und Lüftungstechnik, Carl v. Linde Str. 10, 65197 Wiesbaden (S. 215)
- Rüden H., Prof. Dr. med., Direktor des Institutes für Hygiene der FU Berlin, Hindenburgdamm 27, 12203 Berlin (S. 342)
- Sander J., Prof. Dr. med., Staatl. Medizinal Untersuchungsamt, Roesebeckstr. 4, 30449 Hannover
- Seetzen G., Dipl.-Ing., Technischer Direktor, Medizinische Hochschule Hannover, 30623 Hannover
- Soltau U., Dr.-Ing., Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität, Institut für Mikrobiologie und Hygiene, Postfach 140; 10098 Berlin (S. 368)
- Sörensen H., Dr. med., Chefarzt für Rheumatologie, Immanuel-Krankenhaus, Königstr. 63, 14163 Berlin (S. 300)
- Schaefer H., Zentralsterilisation, Medizinische Hochschule Hannover, 30623 Hannover
- Schaper E., Dipl.-Ing., ELETAN, Hildesheimer Str. 413; 30519 Hannover (S. 1)
- Schmidt P., Dr.-Ing., Weiss Klimatechnik GmbH, 35447 Reiskirchen 3 (S. 348)
- Schmutzler W., Dipl.-Ing., Ing.-Büro Dr. Steffen GmbH, Goethe Str. 52, 35447 Reiskirchen (S. 379)
- Schneider H., Dipl.-Ing., ABB Installationen GmbH, Hansaring 53-37, 50670 Köln (S. 61)
- Schürdt K., Dipl.-Ing., Siemens AG, ANL A 313 Gebäudemanagement, Postfach 3240, 91050 Erlangen (S. 178)
- Schulte U., MMM Münchner Medizin Mechanik, Postfach 1111, 82152 Planegg/München (S. 408)
- Schwarze P., Verwaltungsdirektor, Friederikenstift, Humboldtstr. 18, 30169 Hannover (S. 519)

- Starke E., Dipl.-Kfm., Gf. WRG, Wirtschaftsberatung- und Revisionsgesellschaft, Podbielskiestr. 348, 30659 Hannover (S. 529)
- Steffen K., Prof. Dr.-Ing., Goethestr. 52, 35447 Reiskirchen (S. 191)
- Stürwald H., Dipl.-Ing., TÜV Hannover, Am TÜV 1, 30519 Hannover
- Tetzlaff H.-J., Dipl.-Ing., AEG-GB Komponenten, Postfach 2160, 59566 Warstein-Belecke (S. 36)
- Tolxdorff Th., Prof. Dr. rer. nat., Klinikum Steglitz, Institut für Medizinische Informatik, Hindenburg Damm 30, 12200 Berlin
- Wessel-  
Ellermann M., Dipl.-Ing., ComConsult, Pascalstr. 25, 52076 Aachen (S. 107)
- Wischer R., Prof. Dipl.-Ing., Technische Universität Berlin, Institut für Krankenhausbau, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin
- Zieseimer H., Elektro-Bau Hannover, Fritz Böhm GmbH., Kriegerstr. 40, 30161 Hannover (S. 13)

# Fachliteratur Krankenhaustechnik

zu beziehen durch:  
Fachverlag für Krankenhaustechnik  
Postfach 610324

30603 Hannover

---

TK '93

## »Krankenhaustechnik vor Ort —

### **anwenden, betreiben, planen, installieren, servicen«**

Elektrotechnik: Eit-Versorgung, Eit-Sicherheit, Gebäudeautomation, Netzwerke/LAN-Anwendungen, Kommunikation, Dokumentation, Information; Maschinenbau: Energie/Wärme, Heizung, Versorgungsmedien, Kältetechnik, Wärmerückgewinnung, Raumluftechnik; Hygiene: Technik, Service; Hauswirtschaftstechnik; Sanitärtechnik; Technische Administration: Betriebsführung/Organisation, Gefahrenvorsorge/Arbeitssicherheit, Qualitätssicherung/Finanzierung/Instanzen; Krankenhausbau: Tragwerk/Gründung, Bauhülle, Installation/Ausbau.

1993. Format DIN A5. Kartoniert. 545 Seiten.

85,— DM

S. Bleyer

## »Medizinisch-technische Zwischenfälle in Krankenhäusern und ihre Verhinderung«

1992. Format DIN A4. Kartoniert. 63 Seiten.

45,— DM

DGBMT-Jahrestagung 1992

## »Europa '92: Biomedizinische Technik im Krankenhaus«

Europa — Fragen der Forschung, Herstellung und Anwendung  
Krankenhaustechnik — Technik in der Hand des Arztes

Europäische Vorschriften, Krankenhaustechnik, Ausbildungsfragen, Biomechanik, Werkstoffe, Orthopädie/Zahnheilkunde, Technische Hilfen für Behinderte, Medizinische Einmalprodukte, Patientenüberwachung, Biosignalverarbeitung, Bildverarbeitung, Medizinische Informatik, HF-Medizintechnik, Mikroelektronik, Ultraschall, Laser, Funktionelle Stimulation, Biomagnetismus.

Format DIN A5. Kartoniert. 272 Seiten.

60,— DM

TK '92 Hannover

## »Durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice zum sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb«

Betriebliche Instandhaltung: Energie und Ökologie, Technische Hygiene, Raumluftechnik, Elektrische Versorgung, Servicemanagement; Service Medizintechnik: Narkose, Beatmung, Infusion, Dialyse, Umkehrosmose, Röntgen, Nuklearmedizin, Hf-Chirurgie, Defibrillatoren, Laser, Monitoring, Inkubatoren, Endoskope, Prüfmittel, Prüftechniken; Administrative Instandhaltung: Bewirtschaftung, Rechtsverhältnisse, Rechnerunterstützung, Prüfungen/Überwachungen, Sicherheit, Eigen-/Fremdservice.

1992. Format DIN A5. Kartoniert. 424 Seiten.

75,— DM

---

TK '91 Hannover

**»Sanierung von Krankenhäusern in Ost und West«**

Sanierungswirtschaft: Finanzierung, Arbeitsrecht, Arbeitssicherheit; Bautechnik: Instanzen, Baurecht, Planung, Schadensanierung; Betriebstechnik: TGA, Anlagenbetrieb, Energie und Umwelt, Ver- und Entsorgung; Medizintechnik: Gerätebetrieb, Eigen- und Fremdservice, Management-Transparenz, MT-Ausrüstung, Elt-Sicherheit, Aus- und Fortbildung.

1991. Format DIN A5. Kartoniert. 537 Seiten.

80,— DM

Status-Kolloquium '90 Hannover

**»MedGV — 4 Jahre nach Inkrafttreten«**

Planung, Inverkehrbringen, Errichten, Betreiben, Kosten; Firmenservice, Eigeninstandhaltung, MedGV-Umsetzung; Qualitätssicherung, Gutachter, Sachverständige; Clinical Engineering, Klinische Erprobung; MedGV und Europa, DDR-Perspektiven.

1990. Format DIN A5. Kartoniert. 110 Seiten.

40,— DM

HospiTech '88 Hannover

16. Kongreß für Krankenhaustechnik

**»Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus«**

ffentliche Förderung, Krankenhaus-Verwaltung / Wirtschaftsdienste, Klinik / technische Bereitschaft, sichere Medizintechnik, Gefahrenvorsorge Krankenhaustechnik, Service, Logistik, VER-Bereiche: Energie, Elt, Kälte, Medien, Sanitär, Gebäudeautomation.

1988. Format DIN A5. Kartoniert. 461 Seiten.

75,— DM

HospiTech '87 Hannover

15. Kongreß für Krankenhaustechnik

**»Technische Ver- und Entsorgung im Krankenhaus«**

Versorgungs-Bereiche: Elt, Energie, Wärme, Kälte, Medien, Raumluftechnik, Entsorgung: Abfall, Abwasser, Hygiene, Umweltschutz: Emission, Immission, Smog, Strahlen-, Schallschutz.

1987. Format DIN A5. Kartoniert. 462 Seiten.

75,— DM

HospiTech '86 Hannover

14. Kongreß für Krankenhaustechnik

**»Service und Technik im Krankenhaus«**

Servicing Versorgungs-Bereiche und Medizintechnik: MedGV, Kundendienste, Eigenservice, Schwachstellen-Behebung, Schulung, Betrieb, Instandhaltung.

1986. Format DIN A5. Kartoniert. 360 Seiten.

70,— DM

13. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Sanierung und Erneuerung technischer Anlagen im Krankenhaus«**

Planung, Realisierung, Wirtschaftlichkeit, Sanierung: Dach, Fassade, Bau, Technik.

1985. Format DIN A5. Kartoniert. 461 Seiten.

75,— DM

12. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Betriebstechnik und Bautechnik im Krankenhaus«**

Um-, Erweiterungs-, Neubau, Schnittstellen Technik / Bau, Schall-, Ex-, Strahlen-, Wärmeschutz, Sonder- teil: TSZ-Abschlußpräsentation.

1984. Format DIN A5. Kartoniert. 405 Seiten.

70,— DM

11. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Elektrizitätsversorgung und elektrotechnische Anlagen im Krankenhaus«**

Netz, Verteilung, Anlagen, Betriebssicherheit, Ersatzstromversorgung, Schutzmaßnahmen, VDE, Stromlieferung, Kommunikationssysteme.

1983. Format DIN A5. Kartonierte. 286 Seiten.

60,— DM

10. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Heizungs-, Kälte- und Sanitärtechnik im Krankenhaus«**

Wärmeversorgung, Kälteerzeugung, Sanitäre Installation, Anlagentechnik, Aufbereitung, Ver-, Entsorgung, Betrieb, Service.

1982. Format DIN A5. Kartonierte. 376 Seiten.

65,— DM

9. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Technik zentraler Dienste im Krankenhaus«**

Technische Dienste, Küche, Wäscherei, Transport, Lager, Abfall, Reinigung, Sterilizentralen, Schreibdienst, EDV-, Archivwesen.

1981. Format DIN A5. Kartonierte. 345 Seiten.

60,— DM

8. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Medizintechnische Geräte im Krankenhaus«**

Handhabung, Training, Medizintechnische Unfälle, Sicherheit, Risiken, Gefahrenquellen, Elektro-, Intensivmedizin, Instandhaltung, Kosten, Finanzierung.

1980. Format DIN A5. Kartonierte. 235 Seiten.

50,— DM

7. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Instandhaltung medizintechnischer Geräte«**

Gerätesicherheit, Prüfungen, Service, TSZ, Gerätepflege, Handhabung, Service, -verträge.

1979/80. Format DIN A5. Kartonierte. 222 Seiten.

50,— DM

6. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Energie im Krankenhaus«**

Lieferung, Verbrauch, Kosten, Wirtschaftlichkeit, Energieeinsparung, Versorgungsbereiche: Eit, Wärme, Kälte.

1979. Format DIN A5. Kartonierte. 343 Seiten.

60,— DM

5. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Klimaanlagen im Krankenhaus«**

Klima-Hygiene, Anlagenarten, -ausführung, Betrieb, Instandhaltung, Energieverbrauch, -rückgewinnung, Betriebskosten, Brandschutz, Vorschriften.

1978. Format DIN A5. Kartonierte. 279 Seiten.

50,— DM

4. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Wirtschaftliche Instandhaltung im Krankenhaus«**

Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Eigen-Fremdservice, Vorbeugen/Abwarten, Organisation, Betrieb, Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit, Sicherheit.

1977. Format DIN A5. Kartonierte. 231 Seiten.

50,— DM

3. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Infektiöser Müll im Krankenhaus«**

Abfallhygiene, Abfallarten, Beseitigungsrecht, Entsorgungslogistik, -systeme, Beseitigungsverfahren, Kosten.

1976. Format DIN A 5. Kartoniert. 182 Seiten.

30,— DM

2. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Sicherheit im Krankenhaus«**

Brandschutz, Sicherheit, Versorgungs-Bereiche, Betriebssicherheit, Gefahrentraining, Evakuierung, Betriebserfahrungen.

1975. Format DIN A 5. Kartoniert. 123 Seiten.

20,— DM

1. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Einsatz computergesteuerter Leitsysteme im Krankenhaus«**

Aufbau, Ausführung, Betrieb, Steuerung/Anlagenüberwachung, Betriebsdatenanalyse, -dokumentation.

1974. Format DIN A 5. Kartoniert. 119 Seiten.

20,— DM

**Zusammenfassung wissenschaftlicher Vorträge der 3. Jahrestagung für Biomedizinische Technik sowie des Fachsymposiums »Störunterdrückung bei Biosignalen«**

1974. Format DIN A 5. Kartoniert. 253 Seiten.

30,— DM