

Prof. Dr. C. Hartung

# TK '92

## Technik im Krankenhaus

»Durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice  
zum sicheren und ökonomischen  
Krankenhausbetrieb«



**Medizinische Hochschule Hannover**  
**28. – 30. September 1992**

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.

## **Ziel der TK'92 Hannover und Grußwort**

Die >>Technik im Krankenhaus '92<< in der Medizinischen Hochschule Hannover ist eine Informations- und Fortbildungsveranstaltung, die in diesem Jahr allen mit dem Gesundheitswesen Befassten in den Neuen und Alten Bundesländern einen Überblick über die Eigeninstandhaltung und den Fremdservice in den Krankenhäusern gibt.

Seit der Wende stehen die Krankenhäuser in den Neuen Bundesländern im Zusammenhang mit den derzeit durchgeführten Sanierungen vor der schwierigen Entscheidung, wie künftig Instandhaltung zu organisieren und durchzuführen ist. Zusammen mit den laufenden Maßnahmen in Krankenhäusern der Alten Bundesländer sind die zu bewältigenden Volumina für Eigeninstandhaltung und Fremdservice gewaltig gewachsen und zu einer zentralen Dimension im Deutschen Gesundheitswesen geworden.

Anlässlich der TK'92 in Hannover wird in Vorträgen und Diskussionen die Praxis von Eigeninstandhaltung und Fremdservice behandelt, die in betriebstechnischen, medizintechnischen und administrativen Bereichen der Krankenhäuser gefordert ist:

### **Betriebliche Instandhaltung**

- Nachrüstung bei laufendem Betrieb
- Inbetriebnahme neuer Anlagen
- Inspektion, Wartung, Instandsetzung
- Anlagenpflege
- Betreiben, Außerbetriebnahme
- Messen, Steuern, Regeln
- Probelauf und Prüfungen

### **Administrative Instandhaltung**

- Instandhaltungsmanagement
- Rechnergestützte Instandhaltung
- Aufbau- und Ablauforganisation
- Finanzierung Instandhaltung / Service
- Instandhaltungs- und Serviceverträge
- Haftung- und Gewährleistung
- Controlling
- Arbeitssicherheit
- Instandhaltungspersonal

### **Service-Forum Medizintechnik**

- Geräteanwendung und -bauart
- Gefahren und Schutzmaßnahmen
- Instandhaltung und Prüfung
- Einweisung

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 1992

C. Hartung

# TK '92 Hannover · Kongreß-Programmübersicht

»Durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice zum sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb« \*)

Dienstag, 29. September 1992		
Hörsaal A Betriebliche Instandhaltung	Hörsaal D Administrative Instandhaltung	Hörsaal C Service-Forum Medizintechnik
09.30h – 10.30h Eröffnung		
Pause		
11.00h – 12.30h Energie und Ökologie	11.00h – 12.30h Instandhaltungs- wirtschaft	11.00h – 12.30h Narkosegeräte Langzeitbeatmung
Mittagspause		
14.00h – 15.30h Raumlufthygiene	14.00h – 15.30h Instandhaltungs- recht	14.00h – 15.30h Infusionsapparate Dialysegeräte Umkehrosmose
Pause		
16.00h – 17.30h Raumluftechnik	16.00h – 18.00h Rechnergestützte Instandhaltung	16.00h – 18.00h Aufnahmegerate Therapiegeräte Nuklearmedizinische Diagnostik

Mittwoch, 30. September 1992		
Hörsaal A Betriebliche Instandhaltung	Hörsaal D Administrative Instandhaltung	Hörsaal C Service-Forum Medizintechnik
09.00h – 10.30h Elektrische Versorgung	09.00h – 10.30h Prüfungen Überwachungs- bedürftiger Anlagen	09.00h – 10.30h Hf-chirurgische Geräte Defibrillatoren Laser-Chirurgie Geräte Laser-Koagulatoren
Pause		
11.00h – 12.30h Servicemanagement durch Fördern und Lagern	11.00h – 12.30h Sicherheit im Krankenhaus	11.00h – 12.30h Monitoring für die Patientenüberwachung Inkubatoren Endoskope
Mittagspause		
14.00h – 15.30h Technische Hygiene	14.00h – 15.30h Überwachungs- hilfsmittel	14.00h – 15.30h Prüfmittel Prüftechniken
Pause		
16.00h – 17.00h Schluß-Plenum: Zwischen Eigen- und Fremdinstandhaltung		

\*) Jahreshauptversammlung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik gem. e.V. (WGKT)  
im Konferenzraum des Bettenhauses der Medizinischen Hochschule Hannover  
am Montag, dem 28. September 1992, 16.00h – 18.00h

# PROGRAMM UND INHALT

**Montag, 28. September 1992**

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, 29. September 1992**

## **Eröffnung**

9.30 Uhr **Grußwort**  
Der Rektor der Medizinischen Hochschule Hannover

9.45 Uhr **Serviceorientierung an Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit**  
C. Hartung, Hannover

10.30 Uhr **Pause**

**Energie und Ökologie**

Vorsitz: W. R. Coopmans, Berlin

11.00 Uhr	Realistische und servicefreundliche Systemtechniken für das Energierecycling im Krankenhaus H. Schilling, Kempen	1
11.20 Uhr	Einsparungen und Instandhaltungsaufwand seit Inbetriebnahme neuer Anlagentechniken H. Roth, Neustadt	10
11.40 Uhr	BHKW für ein Großklinikum — von der Planung bis zur Realisierungsphase V. Groß, Berlin	22
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Raumlufthygiene**

Vorsitz: H. Gudat, Lübeck

14.00 Uhr	Ergebnisse über lufthygienische Untersuchungen in OP's W. E. Bischoff, Hannover	31
14.20 Uhr	Narkosegasbelastungen in OP-Räumen O. Lemkuhl und H. W. Orth, Lübeck	38
14.40 Uhr	Betreiben von Raumlufttechnischen Anlagen bei belastenden Außenluftsituationen L. Trepte, Friedrichshafen	41
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Raumlufttechnik**

Vorsitz: T. Rákoczy, Köln

16.00 Uhr	Servicepraxis an Raumlufttechnischen Anlagen K. Below, Hamburg	49
16.20 Uhr	Umrüstung der RLT-Kälte nach der FCKW-Halon-Verbotsverordnung: Turbo- und Kaltwassersätze H.-U. Amberg, Köln	60
16.40 Uhr	Möglichkeiten und Grenzen der Energieeinsparung bei der Klimatisierung von OP-Abteilungen P. Schmidt, Reiskirchen	70
17.00 Uhr	Diskussion	
17.30 Uhr	<b>Ende</b>	

**Elektrische Versorgung**

Vorsitz:	W. Wawra, Hannover	
9.00 Uhr	Black out in Berlin M. Katergiannakis, Berlin	79
9.20 Uhr	Notstromdiesel — Instandhaltung und Probelauf B. Ballüer u. F. Tadge, Hannover	83
9.40 Uhr	Diskussion	
10.00 Uhr	<b>Führung durch die AEV-Anlage der MHH (max. 25 Personen) / Pause</b>	

**Servicemanagement durch Fördern und Lagern**

Vorsitz:	K.-W. Graff, Stuttgart	
11.00 Uhr	Logistik und Materialfluß im Krankenhaus D. Berger, Heidelberg	89
11.20 Uhr	Rohrpostanlagen — nachträglicher Einbau, Betrieb und Hygiene, Service und Kosten J. Ewertowski, Langenhagen	100
11.40 Uhr	Die Automatische Warentransportanlage (AWT) im Universitätsklini- kum Göttingen J. Becker, Göttingen	108
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Technische Hygiene**

Vorsitz:	J. Drescher, Hannover	
14.00 Uhr	Technik und Hygiene im Krankenhaus und die daraus abzuleitenden Kontrollmöglichkeiten Z. Douvlis, Hannover	115
14.20 Uhr	Hygieneservice — Reinigung, Desinfektion, Sterilisation H. Schäfer, Hannover	126
14.40 Uhr	Diskussion	
15.00 Uhr	<b>Führung durch die Zentralsterilisation der MHH (max. 25 Teilnehmer) / Pause</b>	

**Instandhaltungswirtschaft**

Vorsitz:	E. Starke, Hannover	
11.00 Uhr	Finanzierung der Instandhaltung — Hinweise und Kniffe im Dschungel der Paragraphen H. Freymann, Düsseldorf	131
11.20 Uhr	Instandhaltungsorganisation und -betrieb in einer öffentlich geförder- ten Privatklinik N. Adler, München	139
11.40 Uhr	Instandhaltungspersonal — Qualifikation, Bedarf, Entlohnung, Aufstiegschancen K. Brandstädter, Göttingen	150
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Instandhaltungsrecht**

Vorsitz:	C. Hartung, Hannover	
14.00 Uhr	Rechtsfolgen der Unterlassung gebotener Prüfungen und Instand- haltung A. Schmidt, Hannover	162
14.20 Uhr	Gestaltung von Serviceverträgen in der — Betriebstechnik R. Hintze, Hannover	171
	— Medizintechnik W. Warnck, Hamburg	178
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Rechnergestützte Instandhaltung**

Vorsitz:	R. Kerl, Grethem	
16.00 Uhr	Facility Management im Krankenhaus G. Sulzberger, Zürich	185
16.20 Uhr	Nutzerfreundliche Instandhaltungssoftware D. Langner, Wilhelmshaven	190
16.40 Uhr	Management medizinisch-technischer Geräte mit dem Verfahren TOPES D. H. Müller, Esslingen	198
17.00 Uhr	Erfahrungen mit der computergestützten Instandhaltung der Be- triebstechnik in einer Medizinischen Universität G. Uhlhorn, Stockelsdorf	203
17.20 Uhr	Diskussion	
18.00 Uhr	<b>Ende</b>	

**Überwachungsbedürftige Anlagen — Prüfungen**

Vorsitz:	G. Seetzen, Hannover	
9.00 Uhr	Dampfkesselanlagen, Druckbehälter, Leitungen R. Ahlhorn, Hannover	210
9.20 Uhr	Elektrische Anlagen W. Twachtmann, Hamburg	229
9.40 Uhr	Aufzugsanlagen O. Rosin, Hannover	240
10.00 Uhr	Diskussion	
10.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Sicherheit im Krankenhaus**

Vorsitz:	W. Albrecht, Stuttgart	
11.00 Uhr	Empfehlungen für bauliche Gestaltung und sicherheitstechnische Ausrüstung nach einer Begehung M. Wagner, Stuttgart	247
11.20 Uhr	Arbeitssicherheit bei der Anlagen-Instandhaltung S. Radandt, Mannheim	255
11.40 Uhr	Medizinisch-technische Zwischenfälle im Krankenhaus und deren Verhinderung O. Anna, Hannover	261
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Überwachungshilfsmittel**

Vorsitz:	F. Kébreau, Hannover	
14.00 Uhr	Telecontrolling von Betriebszuständen und Service-relevanten Daten B. Graumann, Wesel	269
14.20 Uhr	Betriebserfahrungen mit der Gebäudeleittechnik im Allgemeinen Krankenhaus Ochsenzoll M. Friedrich, Hamburg	284
14.40 Uhr	Betrieb und Prüfungen von Gefahrenmeldeanlagen K. H. Thieme, München	291
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Service-Forum Medizintechnik über**

- Geräteanwendung und -bauart
- Gefahren und Schutzmaßnahmen
- Instandhaltung und Prüfungen
- Einweisungen

**Service-Forum Medizintechnik**

Vorsitz: W. Seitz, Hannover

- |           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 11.00 Uhr | Inhalationsnarkosegeräte<br>E. Siegel, Lübeck            | 297 |
| 11.30 Uhr | Langzeitbeatmungsgeräte<br>P. Klemm u. M. Radtke, Bremen | 301 |
| 12.00 Uhr | Diskussion   |     |
| 12.30 Uhr | <b>Mittag</b>  |     |

**Service-Forum Medizintechnik**

Vorsitz: R. Flechsig, Wilhelmshaven

- |           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 14.00 Uhr | Infusionsapparate<br>K. Neuder, Bad Homburg  | 310 |
| 14.20 Uhr | Dialysegeräte<br>A. Hasenauer, Melsungen   | 317 |
| 14.40 Uhr | Anpassung und Inbetriebnahme einer Umkehrosmoseanlage zur Wasseraufbereitung für die Dialyse<br>S. Rusche, W. Brings und R. Schultheis, Aachen | 323 |
| 15.00 Uhr | Diskussion   |     |
| 15.30 Uhr | <b>Pause</b>   |     |

**Service-Forum Röntgen + Nuklearmedizin**

Vorsitz: M. Kindler, Kassel

- |           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 16.00 Uhr | Durchleuchtungs- und Aufnahmegeräte<br>Th. Cords, Bremen   | 327 |
| 16.30 Uhr | Therapiegeräte mit hochenergetischen Strahlen<br>V. Schirrmeister, Erlangen                          | 332 |
| 17.00 Uhr | Standardanlagen der nuklearmedizinischen Diagnostik<br>— Gamma-Kamera —<br>H.-U. Averdick, Espelkamp | 337 |
| 17.30 Uhr | Diskussion   |     |
| 18.00 Uhr | <b>Ende</b>  |     |

**Service-Forum Medizintechnik**

Vorsitz:	O. Anna, Hannover	
9.00 Uhr	Hochfrequenz-Chirurgiegeräte G. Farin, Tübingen	347
9.20 Uhr	Defibrillatoren G. Frömel, Giessen	355
9.40 Uhr	Laser-Chirurgie-Geräte und Laser-Koagulatoren R. Paulus, München	366
10.00 Uhr	Diskussion	
10.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Service-Forum Medizintechnik**

Vorsitz:	H. Frankenberger, Lübeck	
11.00 Uhr	Patientenmonitoring-Systeme H. Wecker, Freiburg	375
11.20 Uhr	Inkubatoren J. Koch, Lübeck	383
11.40 Uhr	Endoskope H. Wedler, Hamburg	390
12.00 Uhr	Diskussion	
12.30 Uhr	<b>Mittag</b>	

**Service-Forum Prüfmittel und Prüftechniken**

Vorsitz:	R.-D. Böckmann, Giessen	
14.00 Uhr	Durchführung verschiedener Geräteprüfungen mit einem Funktionsmeßsystem R. Lind, Grünberg	396
14.30 Uhr	Meßsystem für die Fördergenauigkeit von Infusionspumpen G. Juhl, München	403
15.00 Uhr	Diskussion	
15.30 Uhr	<b>Pause</b>	

**Schluß-Plenum:****Zwischen Eigen- und Fremdinstandhaltung**

16.00 Uhr	Vergeben oder selbst machen? — Résumé zu einer permanenten Kernfrage aus der Sicht des — Kundendienstes K. D. Fey, Butzbach	410
	— Kunden »Krankenhaus« C. Hartung, Hannover	413
17.00 Uhr	<b>Ende der Veranstaltung</b>	
	<b>Verzeichnis der Redner und Vorsitzenden</b>	415
	<b>Fachliteratur Krankenhaustechnik</b>	421

# **Betriebliche Instandhaltung**

## Realistische und servicefreundliche Systemtechniken für das Energierecycling im Krankenhaus

Heinz Schilling, Kempen

### 1. Erläuterung zum Fachthema

Mein Fachbeitrag informiert Sie zu den z.Zt. möglichen Systemtechniken für Energierecycling im Krankenhausbereich. Dazu zunächst folgende allgemeine Definitionen:

**Systemtechnik** : Sinnvolle Verknüpfung einzelner Bausteine zu vorteilhaften Gesamtfunktionen z.B. GSWT- und KV-System

**Energie** : griech.: enérgeia - die treibende Kraft  
Potentiale als Basis jeder Energieform

**Recycling** : Rückgewinnung - Wiederverwendung

**Energierecycling** : Temperaturpotentiale zurückgewinnen

**servicefreundlich** : Einfache Technik ohne komplizierte Apparaturen,  
weniger Bauteile, reparatur- und wartungsfreundliche Bauteile

**realistisch** : bei Neuanlagen

Finanzierung der Energieisparteknik durch Substitution  
von Wärme-, Kälte- und Stromerzeugungsanlagen

#### bei Sanierung komplexer Anlagen

stufenweise nachrüstbare Technik  
Finanzierung durch Betriebskosteneinsparung und  
durch künftig einsparbare Investitionskosten

Thema:

# ENERGIE - EINSPARUNG

eine Frage von  
Aktivität und Effizienz

Ohne Aktivität  
kein Energieverbrauch!

Reduzierung von Aktivität  
jedweder Art



ggf. Komforteinbuße  
ggf. Mobilitätseinbuße

Beispiele: Weniger Beleuchtung  
Niedriger beheizte Wohnungen  
Mehr oder weniger Verzicht auf  
Individualverkehr  
u.a.

und  
oder

Erhöhung der Effizienz  
jedweder Aktivität



Bei gleicher Aktivität geringerer Energieverbrauch  
Effizienzsteigerung ermöglicht Energieeinsparung  
ohne Einbuße an Komfort und Mobilität !!!

Beispiele: Gleiche Lichtleistung mit weniger  
Stromverbrauch  
Senkung des Brennstoffverbrauchs  
(z.B. bei Auto und Heizung)

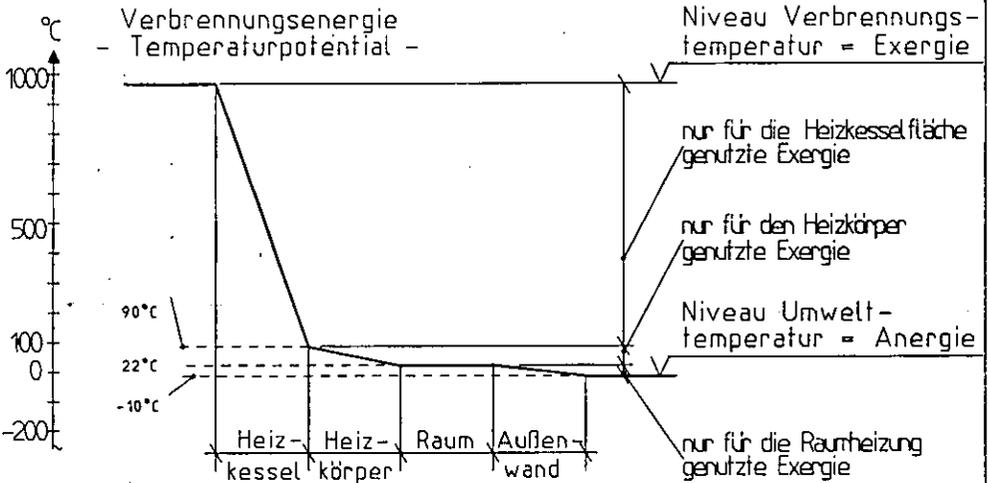
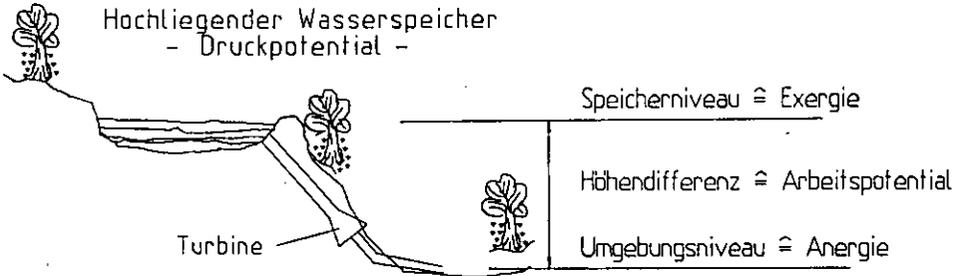
Wärmerückgewinnungsanlagen -  
Energiesparende Technologien

## 2. Energieverbrauch und Energieeinsparung

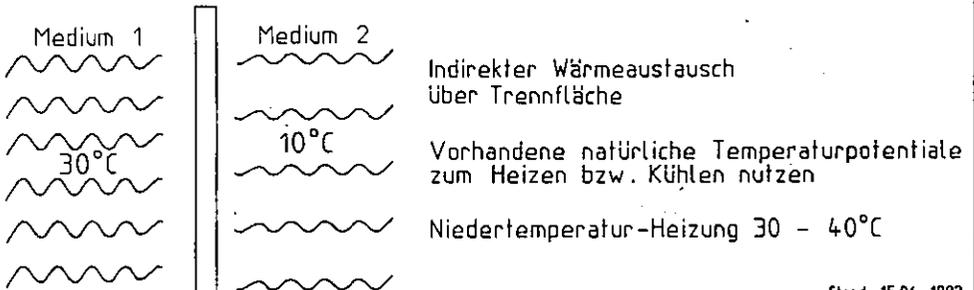
Jeder Energieverbrauch und jede Energieeinsparung ist einerseits eine Frage wünschenswerter oder notwendiger Aktivitäten und andererseits eine Frage der Effizienz einer Aktivität. Sowohl mit Minderung der Aktivität als auch durch Verbesserung der Effizienz kann der Energieverbrauch reduziert werden. Wie all erdings aus dem Bild zu erkennen ist, gibt es dabei grundlegende Unterschiede in Bezug auf möglichen Komfort oder Mobilitätseinbuße. Energieverbrauch ist dabei eigentlich nicht die richtige Bezeichnung. Besser wäre hier die Bezeichnung Exergienutzung bzw. Nutzung eines höherwertigen Potentials auf seinem zwangsweisen Weg zum niedrigen Umweltpotential. Exergie zur Anergie, d.h. das Temperaturpotential bzw. die Temperaturdifferenz wird "als Arbeitspferd" gebraucht. Die Bedeutung der Potentiale ist aus dem nächsten Bild ersichtlich. Mit der Temperaturdifferenz ist es dasgleiche, wie z.B. die Druckdifferenz für eine Windmühle im Luftstrom oder der Wasserdruck für eine Turbine zur Ausnutzung eines Druckpotentials aus einem hochliegenden Wasserspeicher usw.. Wärmekraftmaschinen funktionieren ebenfalls auf der Basis einer Druck-Temperaturdifferenz. Auch der Mensch arbeitet als Niedertemperaturkraftanlage. Er erzeugt eine Innentemperatur von  $37^{\circ}\text{C}$ . Mit dem Temperaturgefälle zur Umwelt werden dann alle biologischen Prozesse angetrieben. Diese wünschenswerten und notwendigen Prozesse benötigen also Energie in Form von Temperaturpotentialen. Biologische Vorgänge laufen dabei weitgehend effizient im Energieverbrauchsoptimum ab. Anders ist dies bei den von Menschen erdachten und erbauten Geräten, Apparaten und Systemen usw.

Wenn wir uns eine Lüftungstechnische Anlage ohne Wärmerückgewinnung ansehen, stellen wir fest, daß die eingesetzte Wärmeenergie zur Erwärmung der Außenluft nur einmal genutzt wird und praktisch mit der Fortluft weitgehend ungenutzt wieder nach draußen gelangt. Wird eine Lüftungsanlage jedoch mit einer hocheffizienten Wärmerückgewinnungsanlage ausgerüstet, so wird das Wärmepotential der

Thema: BEDEUTUNG DER POTENTIALE  
EXERGIE - ENERGIE



Temperatur- treibende Kraft für  
differenz = jede Wärmeübertragung



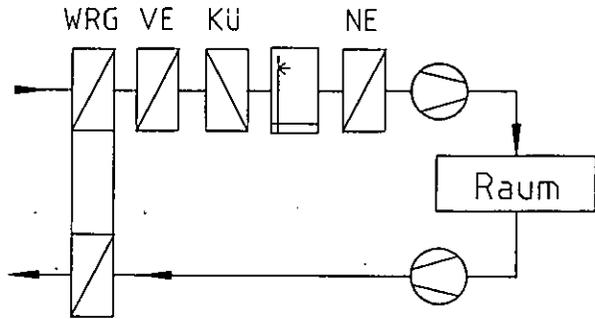
Fortluft für die Erwärmung kälterer Außenluft zurückgewonnen. So wird jeweils 80 % der Wärmemenge, welche zur Erwärmung der Außenluft erforderlich ist, eingespart. Nur noch 20 % der Wärmemenge brauchen neu erzeugt und ein- oder zugeheizt zu werden. Bei einem Verlust von 20 % wird die einmal eingesetzte Wärmemenge also 5 mal verwendet. Dies entspricht rationellem Energieeinsatz. Wichtig ist dabei jedoch, daß die Effizienz einer solchen WRG-Maßnahme den Vorteil nicht wieder zunichte macht. GSWT-Systeme erreichen z.Zt. Jahresleistungsziffern von 1 : 20 bis 1 : 25, d.h. für 25 kWh Wärmerückgewinn werden nur etwa 1 kWh Strom benötigt. Damit wird aufgezeigt, daß wie eingangs erwähnt, die Effizienz eine wesentliche Größe zur sinnvollen Energieeinsparung darstellt.

### 3. Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung 1973/1992

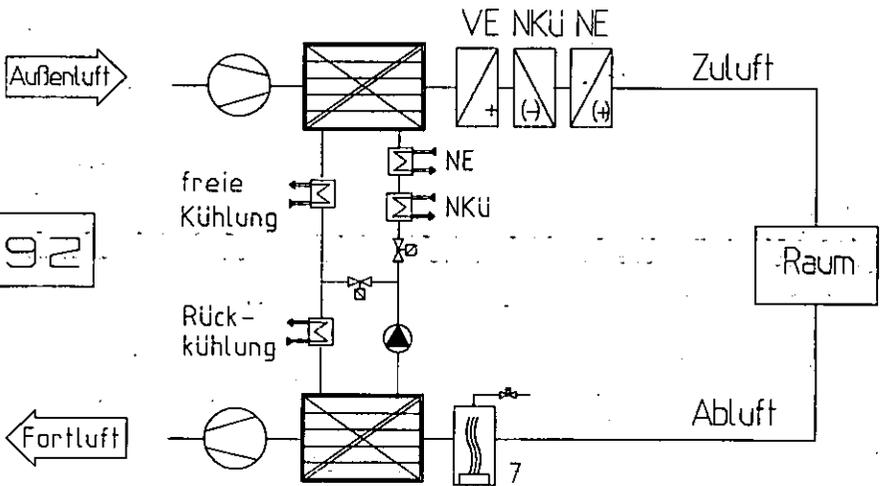
Die nach 1973 auf dem Markt gebrachten WRG-Systeme wurden alle zusätzlich in die Lüftungstechnischen Anlagen integriert. Dies bedeutete zusätzliche Bauteile, zusätzliche Serviceleistungen und teilweise ggf. sogar auch Änderungen der gesamten Lüftungskonzeption, da die Zu- und Abluftströme bzw. Außenluft- und Fortluftströme nunmehr an einem Punkt im Gebäude zusammengeführt werden mußten. Dies bedeutete nun wieder erhebliche zusätzliche Lufttransportkosten usw.. Mit dem Willen, Energie einzusparen und dem Einbau von Wärmerückgewinnungs-Aggregaten wurde jedoch auch noch die Zuluft- bzw. Raumluftqualität beeinträchtigt. So können bei den einzelnen Systemen bei Defekten, bei Fehlschaltungen oder auch konstruktiv bedingt, Überströmungen durch Umluft oder Leckluft von der Fortluft zur Zuluft erfolgen. Hier zeigt das nächste Bild eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Kreislaufverbund. Die erheblichen Vorteile speziell für den Krankenhausbereich: Hoher Austauschgrad bei absoluter Trennung der Luftströme.

# Thema: WÄRMERÜCKGEWINNUNG 1973/1992

1973  
gemäß  
VDI 2071



1992



- Nutzung des Wärmerückgewinnungssystems zur Vorwärmung der Außenluft, Kälterückgewinnung und adiabatischen Kühlung
- Nutzung der Außenluftkälte zur freien Kühlung
- Nutzung des Fortluft-Wärmetauschers als Rückkühlwerk
- Stetige Optimierung des Austauschgrades über das Wasserwertverhältnis bei variablem Volumenstrom oder wechselnden Enthalpien in der Fortluft
- keine Umluftschaltung erforderlich

#### 4. Wärmerückgewinnung im Kreislaufverbundsystem - Systemtechnik für Energierecyclingprozesse

Die Nutzung niedriger vorhandener oder natürlicher Temperaturpotentiale mittels hocheffizienter Wärmeaustauschersysteme zum Heizen oder Kühlen entspricht sinngemäß Recycling von Energie. Ermöglicht wird dies durch hocheffiziente Bauteile z.B. GSWT- Wärmeaustauscher in Verbindung mit durchdachter Systemtechnik. Unter höherer Effizienz wird hier die notwendige Technik ökologisch vertretbar. Mit dem nächsten Schaltbild, welches eine Wärmerückgewinnung im Kreislaufverbundsystem und deren multifunktionale Nutzung zeigt, wird das Erstgesagte überaus deutlich. Im einzelnen werden folgende Funktionen und Mehrfachnutzungsmöglichkeiten aufgezeigt:

Im Kreislaufverbundsystem

- integrierte Nacherwärmung,
- integrierte Naturkühlung,
- integrierte Nachkühlung,
- integrierte partielle Nacherwärmung, part. Kühlung und part. Entfeuchtung,
- integrierte Kältemaschine,
- integrierte Rückkühlwerke,
- integrierte Brauchwasservorerwärmung mit Kältepotentialnutzung des Wassers
- integrierte Solarwärmenutzung

Vorstehendes Schaubild vermittelt Ihnen die vielseitigen Möglichkeiten zur Energieeinsparung und rationellen Energienutzung. Das Kreislaufverbundsystem dient dabei als vorteilhafte Systemtechnik. Gleichzeitig zeigt es Ihnen ganz deutlich, daß Lüftungssysteme in Verbindung mit dem Kreislaufverbundsystem wärme- und kältetechnisch gesehen eine autarke Einheit bilden können. Damit ergeben sich selbst für komplexe Anlagen - wie sie im Krankenhaus vorzufinden sind - realistische Möglichkeiten für eine zukunftsweisende Sanierung.

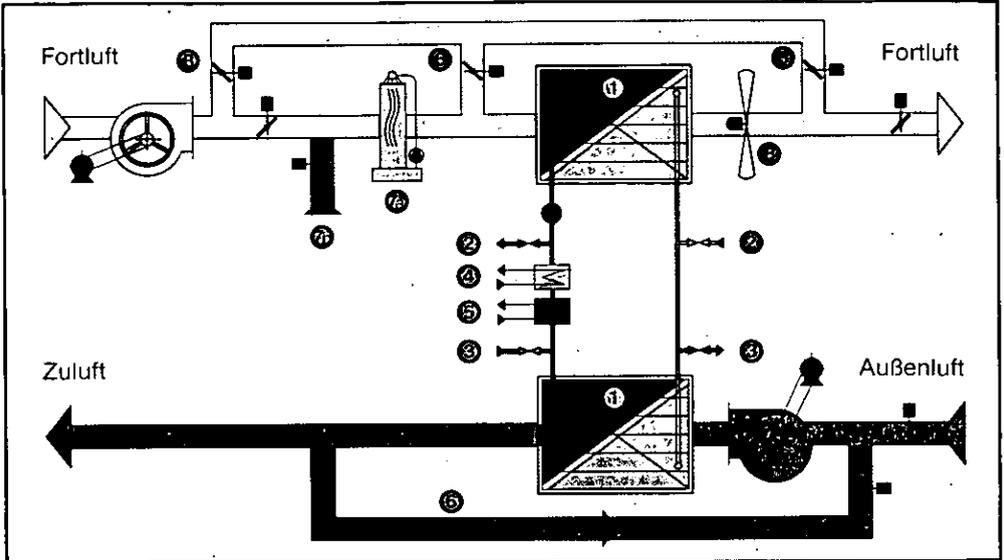


## Thema : Das Gegenstrom-Schicht-Wärmeaustauscher-System als zentrale Einheit zur kompletten thermischen Luftkonditionierung

Mit einem Austauschgrad von 90 % für beide Medien gleichzeitig je Wärmeaustauscher und einem System-Austauschgrad von 80 % können alle bisher benötigten, luftseitigen Wärmeaustauscher ohne Funktionseinschränkung ersetzt werden :  
Vorerwärmer + Vorkühler + Nacherwärmer + Nachkühler

Das System ist einzeln aber noch mehr in Kombination höchstqualifiziert für :

Wärmerückgewinnung + Kälterückgewinnung + indirekte adiabatische Kühlung + Wasserdirektkühlung  
Wärme-/Kälteein- und ausspeicherung + Brauchwasservorwärmung + Nutzung von Niedertemperatur-  
Abwärme zum Heizen + Substitution von Wärme- und Kälteerzeugungsanlagen



### Wärmeaustauscher-Standard-Ausführung mit primärenergiesparenden Zusatzausrüstungen als Optionen :

1. WRG-Standardsystem, GSWT - Block für Wärmeentzug und Wärmeabgabe mit Verrohrung. Die Schichtbauweise erlaubt eine untere und obere Einströmung am Verteiler und ermöglicht so eine partielle Kühlung und Entfeuchtung.
2. Nutzung latenter Fortluftwärme zur ganzjährigen Vorwärmung von Brauch- und Beckenspeisewasser. Für Schwimmhallen und Feuchträume mit Wasserverbrauch.
3. Wasserdirektkühlung: der WRG-Wärmeaustauscher wird im Sommer zur effektiven Kühlung benutzt. Statt Kaltwasser 6/12 ist nun 12/18 möglich.
4. Indirekte Kühlung oder Nachkühlung. WRG - Kreislauf wird gleichzeitig als Kühlkreislauf benutzt, luftseitige Widerstände für Kühler werden eingespart.
5. Indirekte Heizung oder Nachheizung. WRG - Kreislauf wird gleichzeitig als Heizkreislauf benutzt, luftseitige Widerstände für Erhitzer werden eingespart.
6. Rückluftbypass für glycolfreie frost- und vereisungssichere Kreislauf - Verbundsysteme. Ventilator-Motorwärme kann im Sommer energiesparend direkt abgekühlt werden.
7. Indirekte adiabatische Kühlung der Außenluft durch den Kühleffekt einer Befeuchtung der Fortluft (7a) oder der Außenluft (7b).
8. Luftführung primärenergiesparend: Luftströmung über Befeuchtung und Wärmeaustauscher nur nach Bedarf, geringere Druckverluste sparen Ventilatorarbeit.

Einsparungen und Instandhaltungsaufwand seit Inbetriebnahme neuer Anlagentechniken

H. Roth, Neustadt

### 1. Ausgangslage

Aufgrund durchgeführter Energieeinsparmaßnahmen ergab sich die Möglichkeit weitere vier ältere Anlagen im Alter zwischen 8 und 20 Jahren zu erneuern. Eine Finanzierung über mittel und kurzfristige Anlagengüter über die öffentliche Hand war nicht möglich, da es sich nach deren Ansicht um eine Ersatzbeschaffung handelt.

Es wurde eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der betroffenen und zu ersetzenden Anlagen durchgeführt und der Krankenkasse vorgelegt. Diese erklärte sich bereit über einen Investitionsvertrag nach § 18 b des Krankenhausfinanzierungsgesetzes die weitere Energieparmaßnahme durchzuführen. Nach § 4 Abs. 5 der Bundespflegesatzverordnung haben die Krankenkassen durchaus die Möglichkeit, dem Krankenhaus die Rationalisierungserfolge anteilig einige Jahre zu belassen, so daß ein materieller Anreiz gegeben ist. Leider wird diese Möglichkeit auch von den Krankenkassen bisher noch nicht genügend genutzt.

Wie bereits erwähnt, weist die vorhandene Krankenhausfinanzierung folgende Schwachstellen auf:

Durch unzureichende Investitionsmittel wird die Leistungsfähigkeit und die Anpassung der techn. Anlagen an den Stand der Technik verhindert.

Das zu lange Verfahren zur Beantragung von Fördermitteln für die Wiederbeschaffung mittelfristiger Anlagengüter ist mit einem zu hohem Verwaltungsaufwand verbunden.

Durch Vorschriften und Einsprüche der zu bewilligenden Stellen die Entscheidungsfreiheit des Krankenhauses eingeengt.

Technische Abteilung

Rationalisierungsvorhaben 1990  
 Investitionsmaßnahmen zur Energieeinsparung

Anlagenpreise 1990

Lfd. Nr.	Vorhandene Anlage	Laufende Kosten DM/a	Alter der Anlage	Neue Anlage	Laufende Kosten DM/a	Kosten d. Anlage DM	Amortisationszeit Jahre	Bemerkungen
1	Vollentsalzung Standneutralisation Wartung	27 000 22 000 1 500	20	Osmose incl. De- u. Montage	500	80 000	2,54	Beachtung d. WHG, Wegfall der Personalkosten
2	Geschirrspülmaschine	73 033	8	Geschirrspülmaschine incl. De- u. Montage	34 279	120 000	3,09	Reduzierung des Wasserverbrauchs ca. 0,8 m³/h
3	Kühlturm (wassergekühlt)	29 418	20	Kühlturm (luftgekühlt) + DDC incl. De- u. Montage	2 000	80 000	3,11	Reduzierung des Wasserverbrauchs
4	W.W. Kessel (1,51 MW)	35 797	20	W.W. Kessel 760:- 875 kW incl. De- u. Montage	12 810	70 000	3,42	ohne Umweltschutz und Kesselwirkungsgrad
Gesamtinvestitionsbedarf						350 000		

2. Vergleichsübersicht der Anlagen

### 3. Heizkessel

Bei der Überprüfung der Heizungskapazitäten an Hand einer neu erstellten Wärmebedarfsberechnung (1984 betrug die damalige Wärmekapazität 4,53 MW ) sowie Auswertung der Kesselbetriebsstunden habe ich festgestellt, daß die noch vorhandene jetzige Kapazität von 3,52 MW immer noch zu hoch ist. Die Berechnung ergab eine Wärmemengengenkazität von 2,36 MW. Daraufhin wurde der Krankenkasse von uns vorgeschlagen, einen 20 Jahre alten Heizkessel von 1,51 MW durch einen neuen 0,8 MW Kessel zu ersetzen. Dadurch ergibt sich eine neue Wärmekapazität von 2,81 MW. Eine weitere Reduzierung ist im Augenblick nicht möglich, da eine Generalsanierung des Hauses beabsichtigt ist. Danach ist beabsichtigt das ein BHKW die restliche Wärmeversorgung des Hauses übernehmen soll.

Der Instandhaltungsaufwand ist durch den kleineren Kessel, den kleineren neuen Brenner sowie die neuere Technik erheblich geringer.

Die jährliche Einsparung dürfte ca. 60 000 cbm Gas betragen, das entspricht einer Kostenreduzierung von ca. 49 106 DM, zusätzlich kommt noch die Einsparung der Bereithaltungskosten von 1,22 DM je installierte KW Leistung monatlich hinzu, so daß sich nochmals ein Betrag von  $710 \text{ KW} \times 1,22 \text{ DM} \times 12 \text{ Monate} = 10.400 \text{ DM}$  ergibt. Die gesamte Maßnahme kostete 130.000 DM, so daß sich für diese Maßnahme eine Amortisationszeit von 2,65 Jahren ergibt.

Austausch eines Warmwasserkessels durch einen kleineren Energie-  
sparkessel

Verbrauchswerte	vorhandener Kessel	neuer Kessel
1. Kesselgröße	1 510 KWh	875 KWh
2. Gasgebläsebrenner	müßte auf neue Bestimmungen umgestellt werden	neuer Brenner abgestimmt auf den Kessel
3. Gasregelstrecke	ist nach DVWG nicht mehr zugelassen	wird neu verlegt
4. Kesselwirkungsgrad		wird ca. 15 % erhöht
Wirtschaftlichkeitsberechnung		
1. Bereithaltungskosten 1,22 DM je KW u. Monat + 14 % Mehrwertsteuer	$1\ 510 \times 1,22 \times 12$ = 22 106 DM	$875 \times 1,22 \times 12$ = 12 810 DM
2. Gasgebläsebrenner	nicht mehr nutzbar zu groß	
3. Kesselwirkungsgrad 0,40 DM/cbm Gas 7 % von 400 000 cbm	$0,15 \times 400\ 000\ \text{cbm}$ = 60 000 cbm x 0,45 = 27 000 DM Gaspreis steigend	
4. Gesamtkosten pro Jahr	49 106 DM	12 810 DM
5. Einsparung pro Jahr		36 296 DM
6. Investition		104 500 DM
7. Amortisation	$104\ 500 = 2,88\ \text{Jahre}$ $36\ 296 \text{ =====}$	

#### 4. Bandgeschirrspülmaschine

Die hohen Instandhaltungskosten und Energieverbräuche, der vorhandenen Bandgeschirrspülmaschine veranlaßten mich eine Wirtschaftlichkeitsüberprüfung durchzuführen. Hierbei habe ich festgestellt, daß nicht nur die Energie- und Instandhaltungskosten sehr hoch waren, sondern auch ein sehr hoher Verschleiß der Anlage vorhanden war.

Die durchgeführten Berechnungen ergaben die Grundlage für einen Austausch der damaligen Bandgeschirrspülmaschine.

Es wurde eine neue Anlage ausgeschrieben. Die angebotenen Anlagen wurden besichtigt und an Hand eines Punktecataloges beurteilt.

Eine Anlage konnte aus Installations- und Instandhaltungsgesichtspunkten nicht berücksichtigt werden. Da die Anlage an einer Wand aufgestellt wurde. Beim Einbau der Anlage wurden entsprechende Betriebsüberwachungsgeräte montiert, um die Betriebsverbräuche kontrollieren und auswerten zu können. So konnte festgestellt werden, daß die Werksangabe mit 400 l/h Wasserverbrauch mit dem Betriebsverbrauch mit 430 l/h ( 350 liter Kaltwasser und 80 liter Warmwasser ) übereinstimmt.

Die neue Anlage ergab folgende Vorteile:

wesentlich geringere Energieverbräuche

geringere Wärme- und Lärmbelastung

verbesserte Arbeitsplatzsituation für die Betroffenen

geringere Wartung

geringere Instandhaltung

geringere Folgekosten

Energiereduzierung durch Einsatz einer neuen Bandgeschirrspülmaschine (Betriebswerte wurden regelmäßig erfaßt und ausgewertet)

Energieverbrauch	alte Anlage	neue Anlage
Elektro/KWh	10,4	10,0
Dampf/Kg	115,0	88,3
Wasser/l	1 600,0	450,0

Wirtschaftlichkeitsberechnung ( Betriebsdauer : 7,25 h pro Tag )

Das PersonalesSEN erhöhte sich von 200 auf 280 Essen pro Tag.  
Das PatientenesSEN liegt weiterhin bei 370 Essen pro Tag und Mahlzeit.

	alte Anlage	neue Anlage
Elektro/KWh DM 0,22	10,4x7,25= 75,4 kWh 75,40x0,22= 16,59 DM	10x7,25= 72,5 kWh 72,5x0,22= 15,95 DM
Dampf/Kg DM 0,045	115x7,25= 833,75 Kg 833,75x0,045= 37,52 DM	88,3x7,25=640,18 Kg 640x0,045= 28,81 DM
Wasser/cbm DM 5,27	16x7,25 = 11,6 cbm 11,6x5,27= 118,96 DM	0,45x7,25= 3,27 cbm 3,27x5,27= 17,24 DM
Reiniger/Kg neu 2g/l DM 2,93 alt 3,5g/l	5 600x7,25= 40,6 Kg 40,6x2,93= 118,96 DM	900x7,25= 6,53 Kg 6,53x2,93= 19,14 DM
Kosten pro Tag	252,83 DM	91,61 DM
Kosten pro Jahr ( 365 Tage )	92 282,95 DM	33 437,65 DM
Einsparung/Jahr		8 845,30 DM
Investitionskosten		77 700,00 DM
Amortisation/Jahr		77 700,00 DM ----- = 1,32 58 845,00 DM

Durch den Ersatz der alten Bandgeschirrspülmaschine wurde zusätzlicher Instandhaltungsaufwand und Kosten eingespart.

Aufwand je Tag	alte Anlage	neue Anlage
Handwerker (h) = 32,50 DM	1,5	0,2
Reinigungsmeister (h) = 38,- DM	0,75	0,1
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung		
Kosten je Tag	77,25 DM	10,30 DM
Kosten je Jahr	28 196,25 DM	3 759,50 DM
Einsparung		24 436,75 DM

Gesamteinsparung

Energie- und Verbrauchskosten	58 845,00 DM
Instandhaltungskosten	24 436,75 DM
	-----
	83 281,75 DM

Durch die neue Anlage verbesserte sich das Raumklima, die Reinigungsleistung und die Geräuschbelastigung wurde erheblich vermindert.

## Umkehrosmose - Anlage

Für die 20 Jahre alte Anlage ( Kationen- und Anionen-Austauscher Anlage ) war es nicht mehr möglich, Ersatzteile für Reparaturen und Instandhaltung zu bekommen.

Durch die hohen An- und Abfahrtswege ( Hersteller hatte seinen Sitz in Ludwigshafen/Rhein ) ergaben sich viel zu hohe Reparatur und Instandhaltungskosten.

Ein hoher Bedienungsaufwand und Wasserverbrauch ergab sich durch die manuelle Regenerierung der Anlage. ( Zeitaufwand 10 - 12h pro Woche. )

Nach dem vorhandenen Abwasserabgabengesetz ist eine direkte Einleitung von Säure und Lauge in die Kanalisation untersagt. Diese müssen vorher neutralisiert werden. Eine Neutralisation für die damalige Anlage hätte nach Aussage verschiedener Hersteller ca. Kosten von ca. 25 000 DM verursacht. Dadurch würde die Abwasserbelastung der Abwasserrohre und der Kanalisation verringert.

Daraufhin wurde eine Ausschreibung durchgeführt. Die Ergebnisse wurden einem Sachverständigen zur Begutachtung vorgelegt, danach blieben von sieben Angeboten nur zwei Angebote übrig. Da die anderen Anlagen nicht den technischen Anforderungen entsprachen. Sie hätten sogar zu Schäden in der Anlage führen können.

Um Montagekosten zu sparen, wurde die Anlage von hauseigenen Handwerkern nach Einweisung des Herstellers montiert. Die Inbetriebnahme und Einweisung führte der Hersteller selbst durch.

Durch die neue vollautomatische Anlage ergaben sich folgende Vorteile:

Geringe Abwasserbelastung durch die Osmoseanlage

Kein Verstoß gegen das WHG durch Einleitung von Lauge und Salzsäure in die Kanalisation

Keine Belastung der Hauseigenen Kanalisation

geringere Wartungs- und Instandhaltungskosten, da sich der Sitz der Anlagenfirma in Hannover befindet.

Zeitersparnis durch Wegfall der manuellen Regeneration ( 10 - 12 h je Woche )

Verbesserung der Arbeitsplatzsituation da das manuelle umfüllen der Säure und Lauge entfällt.

Austausch der Vollentsalzungsanlage gegen eine Umkehrosmose-Anlage

Verbrauchswerte	vorhandene Anlage ( manuell )	neue Anlage ( automatisch )
1. Reparatur der Anlage 1.1 Strom 2. Regenerierung der Anl. (Regenerierungsmittel)  HCL 33 % ( S ) NaOH 30 % ( L ) Spülmenge je Spülgang 3. Neutralisation des Abwassers nach Gesetzen 4. Rohrtrenner zum Trennen der Stadt- und Haus- anlagen	nicht mehr möglich   28 Kg 28 Kg 800 Liter  muß durchgeführt werden  nicht benötigt, da offener Zulaufbe- hälter vorh. ist	1.5 KW x 12 h/d Konzentratanfall 0.15 cbm/h x 12 h   entfällt  entfällt  muß eingebaut werden
Wirtschaftlichkeits- berechnung		
Regenerierung 12/h pro Woche		
1. Regenerationsmittel HCL 3,24 DM/Kg  NaOH 3,36 DM/Kg  Wasser 5,22 DM/cbm	3,24x28x3x52 = 14 152 DM 3,36x28x3x52 = 14 676 DM 5,22x0,8x3x52 = 652 DM ----- 29 480 DM 25 000 DM	Konzentratanfall 18 cbm x 360 5,22 = 3 382,56 DM          nicht benötigt 18 KW/hx360x0,22 = 1 425,60 DM 10 000 DM
2. Standneutralisation da mit Lauge und Säure gearbeitet 2.1 Strom 3. Rohrtrenner	nicht benötigt	
1. Kosten pro Jahr	29 480 DM	14 808 DM
2. Einsparung pro Jahr		14 672 DM
3. Investitionskosten		40 000 DM
4. Amortisation	40 000 DM ----- = 2,72 Jahre 14 672 DM	-----

# SIEMENS

## Zum Stichwort „Fremdservice“ sollten Sie Siemens fragen ...

Fremdservice für einen sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb? Fragen Sie Siemens. Als Entwickler und Errichter komplexer gebäudetechnischer Anlagen auch im Krankenhausbereich verfügen wir über fundierte Anlagenkenntnisse – übrigens auch über Produkte anderer Hersteller.

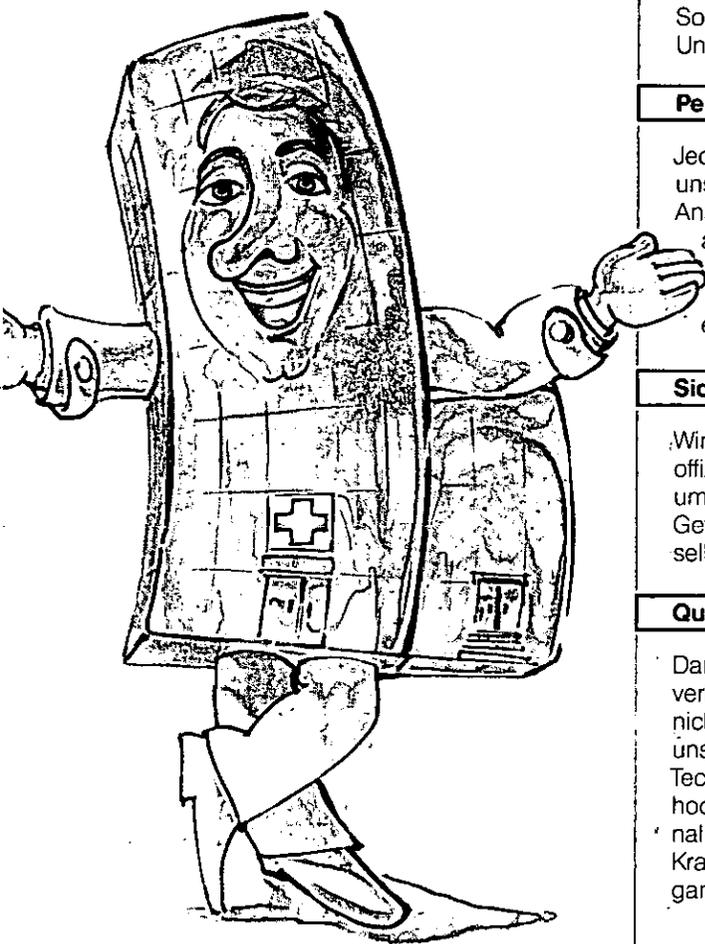
### ... am besten gleich vor Ort

Das ist ein großer Vorteil unseres Gebäude-Services: Wir sind mit Sicherheit schon in Ihrer Nähe – eine Selbstverständlichkeit für einen Service-Partner.

Das macht für Sie die Sache einfach: Anrufen, und sich beraten lassen.



Fremdservice von  
Siemens für Ihre  
Gebäudetechnik –  
und was Sie  
davon haben:



### **Service nach Maß**

Wir sind für Sie flexibel. So können Sie aus unserem Service-Angebot für die gesamte Gebäudetechnik ganz gezielt bestimmte Leistungspakete auswählen – für Ihren Service nach Maß.

### **Die Transparenz-Garantie**

Beratung, Planung, Bestandsaufnahme, Durchführung, Kosten – wir verschaffen Ihnen Transparenz. Detailliert. Denn Sie müssen genau im Bilde sein über das, was läuft. So gibt es für Sie keinertei Unwägbarkeiten.

### **Persönlicher Kontakt**

Jeder unserer Kunden hat bei uns einen ganz persönlichen Ansprechpartner vor Ort – für alle Fragen. Nur so kann ein fruchtbares und partnerschaftliches Verhältnis entstehen.

### **Sicherheiten**

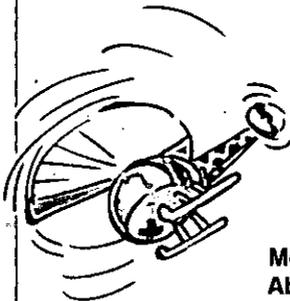
Wir stehen für die Erfüllung offizieller Vorschriften. Und umfangreiche Garantien und Gewährleistungen sind bei uns selbstverständlich.

### **Qualität**

Darauf können Sie sich verlassen. Denn hierfür stehen nicht nur unser Name und unsere anerkannt hochwertige Technik, sondern auch unser hochqualifiziertes Servicepersonal für die Gebäudetechnik im Krankenhaus. Vorteile auf der ganzen Linie.

Je nach Art und Umfang unserer Servicearbeiten bietet Ihnen unser Service folgende Vorteile:

- höhere Funktionsqualität
- steigende Anlagenverfügbarkeit
- Sicherstellung der Nutzerbezogenheit der Anlagen
- längere Werterhaltung der Anlagen
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Personal- und Materialeinsatzes
- Erkennung, Analyse und Behebung von Schwachstellen
- Aktualisierung, Pflege und Fortführung der gesamten Anlagendokumentation.



### **Mehr Informationen? Aber gern!**

Wenn Sie mehr wissen wollen über unser umfangreiches Service-Angebot für die Gebäudetechnik im Krankenhaus, dann schicken Sie uns bitte die beigefügte Antwortkarte. Auch ein Anruf oder Fax an umseilige Adresse genügt. Wir informieren Sie gern ausführlich.

## Ja, den Gebäude-Service möchte ich kennenlernen.

Bitte schicken Sie mir Ihre Informationsschrift „Gebäude-Services von Siemens“ zum Thema Instandhaltung.

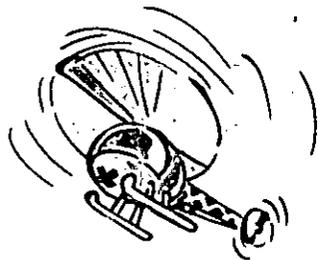
Bitte schicken Sie mir Ihre Informationsschrift „Gebäude-Management: Neue Wege zur Kostensenkung“.

Bitte schicken Sie mir Ihren „Ratgeber für die Instandhaltung gebäudetechnischer Anlagen“.

Bitte rufen Sie mich an, damit wir uns zu einem Informationsgespräch treffen können.

Meine Telefon-Nummer: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Bitte laden Sie mich zur nächsten Informations-Veranstaltung, die zum Thema „Gebäude-Service“ in meiner Nähe stattfindet ein.  
Ich bin gern Ihr Gast.



**Gebäude-Service  
von Siemens –  
in 36 Städten vor Ort**

Von Augsburg bis Rostock,  
von Bielefeld bis Wetzlar  
oder Berlin:

Wir sind in 36 Städten  
Deutschlands vor Ort.

Über unsere Zentral-  
Adresse in Erlangen  
nennen wir Ihnen gerne  
unser Büro in Ihrer-Nähe.  
Auch für sonstige Informa-  
tionen stehen wir Ihnen  
jederzeit zur Verfügung.  
Wenden Sie sich bitte an:

**Siemens AG  
Bereich Anlagentechnik  
Gebäudetechnik**

A 313  
Postfach 3240  
W-8520 Erlangen  
Tel.: (0 9131) 7-2 85 86  
Fax: (0 9131) 7-2 99 27  
Tlx.: 91317872 = Sieerl

**Absender:**

Porto  
zahlt  
Empfänger

**Antwort**

Siemens AG  
Info Service  
ANL/Z023  
Postfach 2348

W-8510 Fürth

Osmose-Anlage

Instandhaltungskosten und Betriebsaufwand

Aufwand	vorhandene Anlage ( manuell )	neue Anlage ( automatisch )
1. Wartung	jährlich	jährlich
2. Regenerierung	12 h je Woche	automatisch
Wirtschaftlichkeitsberechnung		
1. Wartung	2 700 DM	1 500 DM
2. Regenerierung 1 h = 32,50 DM	12 x 32,5 0 x52 = 20 280 DM	entfällt

Einsparung	21 480 DM
Gesamteinsparung	
Anlagenverbrauchskosten	26 672 DM
Instandhaltungskosten	21 480 DM
	47 152 DM =====

Enthärtungsanlage

Die seit bestehen des Hauses vorhandene Anlage gewährleistet, daß alle Bereiche des Hauses mit entsprechenden Weichwassermengen versorgt wird. Dies sind, die Osmoseanlage, die Dampfversorgung, die Küche, die Wäscherei und die Sterilisation. Bei der Verwendung von hartem Wasser im Warmwassersystem treten ohne Enthärtung Störungen durch Kalkablagerungen auf.

Durch das hohe Alter der Anlage ( 20 Jahre ) und den nicht mehr vorhandenen Ersatzteilen kam es immer wieder zu großen Reparaturproblemen. Auch war der personelle Aufwand von ca. 6h je Woche nicht unerheblich.

Es wurde eine entsprechende Ausschreibung durchgeführt. Um Montagekosten zu sparen, wurde die neue Anlage von hauseigenen Handwerkern nach Einweisung des Herstellers montiert. Die Inbetriebnahme und Einweisung wurde vom Hersteller selbst durchgeführt.

Durch den vollautomatischen Betrieb der Anlage ergaben sich folgende Vorteile:

geringere Wartungs und Instandhaltungskosten, da sich die Firma in Hannover befindet.

Zeitersparnis durch Wegfall der manuellen Regeneration.

geringere Betriebskosten durch Verringerung der Salzmengen und Wasserverluste durch Regeneration

Durch den Ersatz der alten Enthärtungsanlage durch eine neue vollautomatische Anlage wurde zusätzlicher Instandhaltungs- und Betriebsaufwand eingespart.

Verbrauchswerte	vorhandene Anlage ( manuell )	neue Anlage ( automatisch )
1. Reparatur der Anlage	nicht mehr möglich	
2. Verbrauch an cbm H <sub>2</sub> O	26 500 cbm	21 000 cbm
3. Salztablettenverbrauch	32 000 Kg	24 000 Kg
<b>Wirtschaftlichkeitsberechnung</b>		
1. Salzverbrauch. Kosten je Kg 0,445 DM	32.000 x 0,445 DM = 14 240 DM	24 000 x 0,445 DM = 10 680 DM
2. Wasserverbrauch 5,25+1 DM Aufbereitung	165 625 DM	131 250 DM
3. Kosten pro Tag	492,78 DM	388,85 DM
4. Kosten pro Jahr	179 865 DM	141 930 DM
5. Einsparung pro Jahr		37 935 DM

### Instandhaltungskosten

Aufwand	vorhandene Anlage ( manuell )	neue Anlage ( automatisch )
1. Wartung	1 x jährlich	1 x jährlich
2. Regenerierung	10 x je Woche	0,84 je Woche
Wirtschaftlichkeitsberechnung		
1. Wartung	4 000 DM	2 000 DM
2. Regenerierung 1 h = 32,50 DM	10 x 32,50 x 52 = 16 900 DM	entfällt

Einsparung

18 900 DM

Gesamteinsparung

Anlagenverbrauchskosten

37 935 DM

Instandhaltungskosten

18 900 DM

56 835 DM  
=====

### Zusammenfassung

Durch die durchgeführten Maßnahmen ist die Betriebssicherheit wesentlich erhöht und der bisherige Instandhaltungsaufwand und die Kosten erheblich verringert worden. Geplante Instandhaltung und wirtschaftliche Betrachtungsweise eröffnen die Möglichkeiten technische Fehler zu reduzieren und auftretende Unfälle zu verhindern.

Es ist festzustellen, daß rechtzeitige Instandhaltung nicht nur die Betriebskosten senkt, sondern darüber hinaus einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zum Umweltschutz leistet.

Anschrift des Verfassers

Dipl. Ing Heinrich Roth  
Siemensstraße 62  
3057 Neustadt a. Rbge  
Tel.: 05032/64963  
Fax : 05032/66199

BHKW für ein Großklinikum -  
von der Planung bis zur Realisierungsphase

V. Groß, Berlin

**Inhaltsverzeichnis**

1. Das Krankenhaus - ein idealer Einsatzort für BHKW-Anlagen
2. Entscheidungskriterien für das BHKW
3. Planung der BHKW-Anlage
4. Genehmigungsverfahren
5. Bauabwicklung - Inbetriebnahme
6. Anlagenbetrieb

**1. Das Krankenhaus - ein idealer Einsatzort für BHKW-Anlagen**

Die Energieversorgungstechnik des modernen Krankenhauses besteht im wesentlichen aus Stromversorgung, Wärmeversorgung (Heißwasser, Dampf), und Kälteversorgung. Mit dieser Dreieinigkeit hat ein Krankenhaus alle Voraussetzungen, um energiesparende und umweltentlastende Kraft/Wärme/Kälte-Kopplung zur Erzeugung oder Bereitstellung dieser Energieträger zu nutzen.

Die besonders hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Stromversorgung des Krankenhauses erfordern darüber hinaus die Installation von netzunabhängigen Ersatzstromanlagen. Diese AEV-Anlagen müssen gem. DIN VDE 0108 und 0107 bei Netzausfall die Sicherheitsbeleuchtung, Brandschutzanlagen, Aufzüge, Entrauchungsanlagen, Alarm- und Warnanlagen sowie nicht zuletzt lebensnotwendige medizinisch-technische Einrichtungen wie Gasversorgung, Narkosegasabsaugung, elektromedizinische Geräte im OP etc. mit Elektroenergie versorgen.

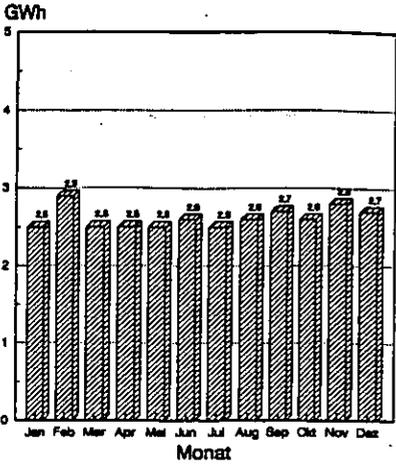
Die Allgemeine Ersatzstromversorgung wird in Krankenhäusern in der Regel mit Verbrennungsmotoren gesichert. Diese Verbrennungsmotoren finden auch zum überwiegenden Teil in BHKW-Anlagen Anwendung. Unter Beachtung der technischen Randbedingungen kann deshalb eine BHKW-Anlage auch die Funktion der Allgemeinen Ersatzstromversorgung übernehmen. Die damit verbundenen Vorteile liegen auf der Hand:

die Neu- oder Ersatzinvestition für die Notstromanlage entfällt;

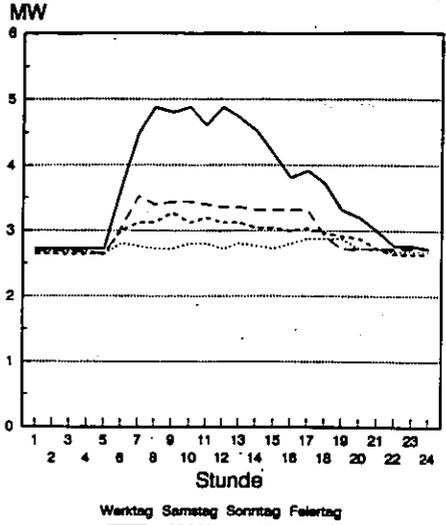
die Versorgungssicherheit wird erhöht;

die Kosten für die Wartung und Betrieb (monatlicher Probelauf) der Ersatzstromanlage entfallen;

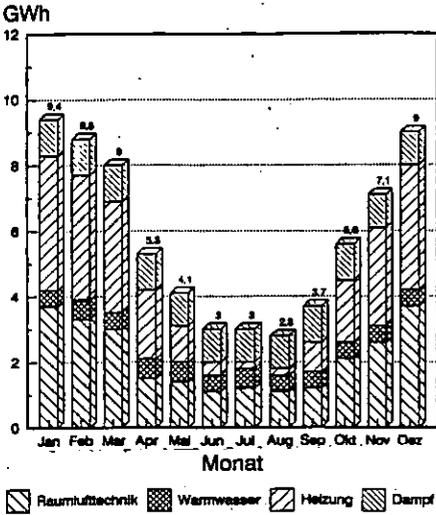
### Jahresgang der elektrischen Arbeit (Jahresarbeit: 31,4 GWh)



### Charakteristische Tagesgänge Strom



### Jahresgang der Wärmerarbeit (Jahresarbeit: 69,7 GWh)



### Tagesgang Dampfverbrauch

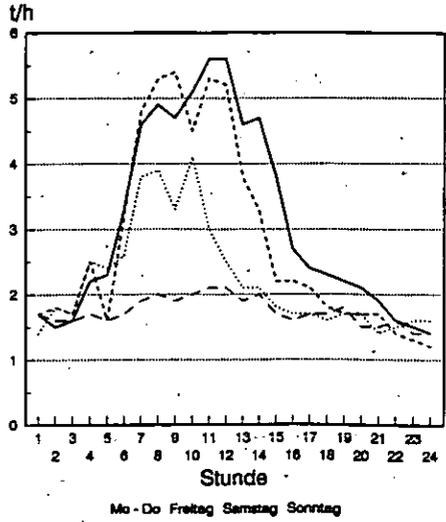


Bild 1

unter bestimmten Voraussetzungen kann mit der BHKW-Anlage auch eine Unterbrechnungsfreie Stromversorgung (USV) gesichert werden.

## 2. Entscheidungskriterien für das BHKW

Will man diese guten Voraussetzungen des Krankenhausbetriebs zur BHKW-Anwendung nutzen, muß zunächst eine Verbrauchsanalyse der verschiedenen Energieträger vorgenommen werden. Für die Energieträger Elektroenergie, Wasserdampf, Heißwasser und Kaltwasser sind die Verbrauchscharakteristika über den Tag, die Woche und das Jahr zu bestimmen (Bild 1). An Hand dieser Verbrauchscharakteristika kann nunmehr unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit des Bedarfes von Elektroenergie und Wärme bzw. Kälte eine Vorauswahl von möglichen Strom- und Wärmerzeugern (Verbrennungsmotoren, Gasturbinen) getroffen werden. Bei dieser Auswahl muß der Planer bestrebt sein, eine hohe Gleichzeitigkeit der Erzeugung und Nutzung von Strom und Wärme (Kälte) und eine möglichst lange Jahreslaufzeit der Kraft/Wärme/Kopplungsaggregate zu erreichen (Bild 2).

An Hand einer Wirtschaftlichkeitsrechnung muß danach entschieden werden, ob eine BHKW-Anlage in dieser Konfiguration wirtschaftlich betrieben werden kann. In diese Betrachtung sollte die Möglichkeit von Betreiber- und Finanzierungsmodellen ebenso einfließen wie die Nutzung der BHKW-Anlage als Allgemeine Ersatzstromversorgungsanlage. Bei nachträglicher Integration einer BHKW-Anlage müssen auch solche Kriterien wie Kapazitäts- und Profilentwicklung des Krankenhauses und davon abgeleitet die zukünftige Verbrauchsentwicklung der Energieträger einfließen.

In der Regel werden solche Überlegungen im Rahmen einer (oder mehrerer) Studie angestellt, in der neben Wirtschaftlichkeit und technischer Realisierbarkeit auch die Einflüsse der BHKW-Anlage auf die Umwelt (Schadstoff- und Schallemissionen) untersucht werden sollten.

Ist die grundsätzliche Entscheidung für das BHKW positiv gefallen, so müssen die Finanzierungsmöglichkeiten geklärt werden.

Da im Krankenhaus Mittel für die Finanzierung der "patientenfernen" technischen Einrichtungen recht sparsam bewilligt werden, bedient man sich heute auch hier immer öfter eines privaten Betreibers, der z.B. über einen Energielieferungsvertrag die Versorgung mit Strom und Wärme (Kälte) aus dem BHKW übernimmt und die notwendigen Investitionen trägt. Für das Krankenhaus ist es dabei wichtig, am wirtschaftlichen Vorteil, den die Kraft/wärme-Kopplung bietet, teilzuhaben. Das kann zum einen der Fall sein, wenn der Betreiber (unter Berücksichtigung ggf. notwendigen Zukaufs von Energie von anderen Lieferanten) günstigere Tarife bietet oder wenn die Investition für die Ersatzstromanlage vermieden wird.

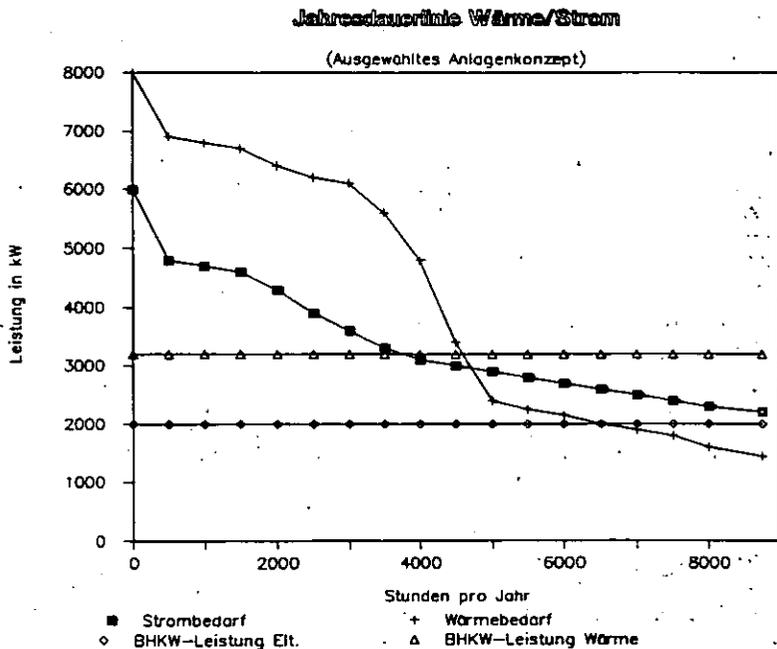


Bild 2

### 3. Planung der BHKW-Anlage

Auf der Basis der Grundsatzentscheidung kann nunmehr mit der Anlagenplanung begonnen werden, in deren Verlauf wesentliche Fragen zu klären bzw. die im Rahmen der Grundsatzentscheidung angedachten Lösungen zu präzisieren sind. Dazu gehören:

Leistungsgröße der Gesamtanlage und Leistungsaufsplitzung auf einzelne Module;

Bestimmung des Kraft/Wärme-Kopplungsverfahrens (Gasmotor, Gas/Diesel-Motor, Gasturbine, GuD-Prozess u.a.m.);

Festlegung der zu verwendenden Brennstoffe; Art der Wärmeerzeugung und ggf. der Wärme/Kältekopplung;

Festlegung des Spannungs-, Temperatur-, Druckniveaus; Bestimmung der notwendigen Baumaßnahmen (Neubau oder Integration in vorhandene Bauhülle);

Weiterhin ist zu berücksichtigen, ob die Anlage strom- oder wärmegeführt gefahren werden soll, ob mit dem BHKW reine Grundlast erzeugt oder Lastspitzen abgedeckt werden sollen, welche Anlagenredundanz erforderlich ist (Notstrombetrieb, Anzahl und Sicherheit der Netzeinspeisungen), ob Inselbetrieb notwendig oder Netzparallelbetrieb ausreichend ist.

Während in der ersten Phase die Festlegung der Randbedingungen in engem Kontakt und Austausch mit dem technischen Betreiber oder (bei Neubau) mit dem Planer des Krankenhauses erfolgt, sind nunmehr die Fachplaner gefragt. Das sind in der Regel:

Elektrotechniker,  
Versorgungstechniker,  
Architekt und Statiker,

die unter der Leitung eines für die Gesamtanlage verantwortlichen Planungsbüros die Projektunterlagen in den üblichen Phasen erstellen (Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung).

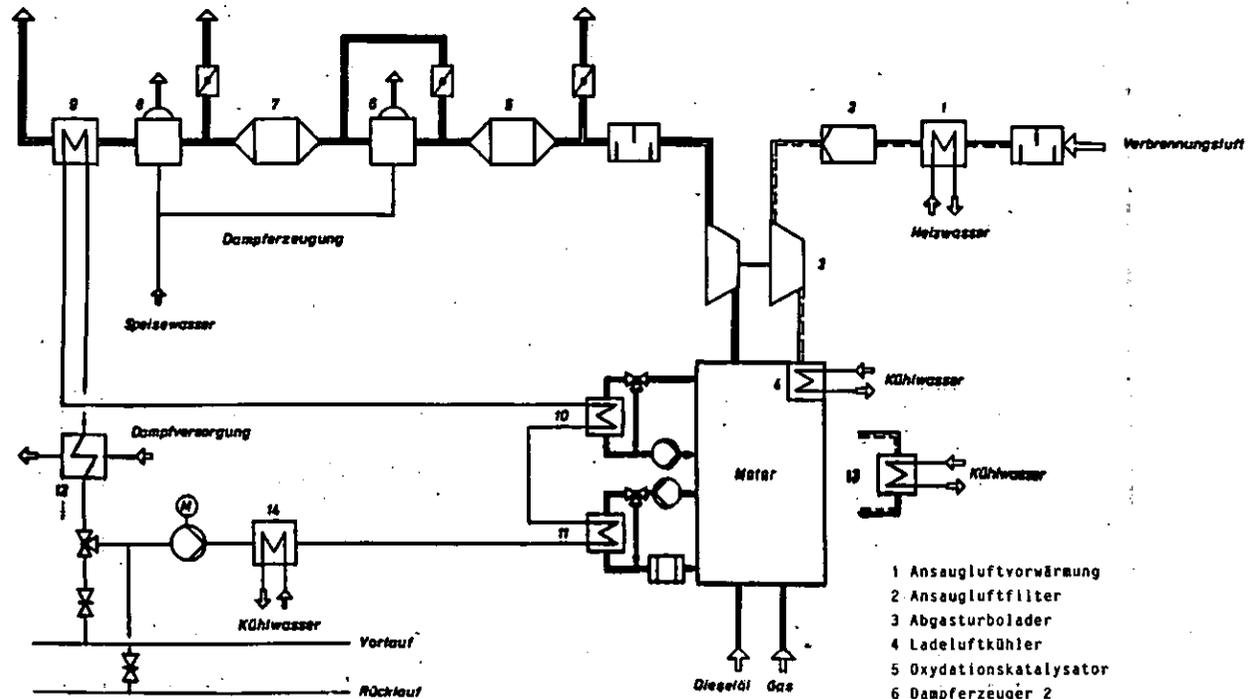
Für eine Berliner Hochschulklinik ist in Bild 3 das Wärmeschaltbild einer BHKW-Anlage dargestellt.

### 4. Genehmigungsverfahren

Für die Errichtung von BHKW-Anlagen in Krankenhäusern ist es in der Regel erforderlich, gesetzlich vorgeschriebene und andere Genehmigungen einzuholen. Diese Genehmigungen beziehen sich auf:

Genehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz;  
Baugenehmigung;  
Genehmigung zur Errichtung und Betrieb überwachungs-pflichtiger Anlagen.

zum Kamin



- 1 Ansaugluftvorwärmung
- 2 Ansaugluftfilter
- 3 Abgesturbofeder
- 4 Ladeluftkühler
- 5 Oxydationskatalysator
- 6 Dampferzeuger 2
- 7 Selektiver Reduktionskatalysator
- 8 Dampferzeuger 1
- 9 Abgaswärmetauscher
- 10 Kühlwasserwärmetauscher
- 11 Schmierölwärmetauscher
- 12 Dampfwärmetauscher
- 13 Umluftkühler
- 14 Notkühlwärmetauscher

BILD 3

Ist eine Genehmigung nach BImSchG erforderlich, so schließt diese die weiteren Genehmigungen ein, d.h. der Antragsteller wendet sich nur an eine Behörde (Ausnahmen bestätigen die Regel!).

Ob eine Genehmigungspflicht nach BImSchG besteht und ob möglicherweise ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren ausreichend ist, schreibt die 4. BImSchV vor.

Für BHKW-Anlagen sind die folgenden Grenzen ausschlaggebend:

Für Verbrennungsmotoranlagen besteht eine Genehmigungspflicht ab einer Feuerungswärmeleistung von 1000 kW (ausgenommen sind durch Altöl oder Deponiegas betriebene Motoren, die grundsätzlich genehmigungspflichtig sind); es findet das vereinfachte Genehmigungsverfahren Anwendung.

Für Gasturbinenanlagen (in BHKW-Anwendung) besteht grundsätzlich eine Genehmigungspflicht. Das Verfahren nach § 10 BImSchG ist bei Anlagen mit einem Abgasvolumenstrom ab 60.000 m<sup>3</sup>/h erforderlich. Bei Anlagen mit einem geringeren Abgasvolumenstrom wird das vereinfachte angewendet.

Für die Genehmigung sind neben den Planungsunterlagen, aus denen der wesentliche Aufbau und die Funktion der Anlage hervorgehen und in denen besonders die Anlagenteile dargestellt sind, von denen Gefährdungen für Mensch und Umwelt ausgehen können, auch Gutachten erforderlich, die Aussagen über die zu erwartenden Schadstoff- und Schallemissionen und -immissionen treffen und ggf. Maßnahmen zu deren Begrenzung vorschreiben. Daneben sind die erforderlichen Bauvorlagen und ggf. nach Dampfkesselverordnung oder anderen Vorschriften notwendige Unterlagen beizubringen.

Der Gesetzgeber hat in diese verschiedenen Teilverfahren einigen Fällen eingebaut, die es-gilt, mit Geschick und Voraussicht zu umgehen. Zu dieser Umgehung kann es unter Umständen notwendig sein, von der Möglichkeit, die das BImSchG bietet, Gebrauch zu machen, zuerst eine Teilgenehmigung zu beantragen und die vollständige Genehmigung zu einem späteren Zeitpunkt, wenn alle notwendigen Unterlagen beschaffbar sind, zu erwirken.

Parallel zum Genehmigungsverfahren sollte sich der Betreiber zusammen mit dem Planer schon mit dem Stromversorgungsunternehmen ins Vernehmen setzen, um die Probleme des Netzparallelbetriebes, möglicher Netzrückspeisung, des Anlagenschutzes zu klären, aber auch die Konditionen für den Reservestrombezug und die Vergütung für die Rückspeisung auszuhandeln. Das gleiche kann auch für die Kopplung an ein vorhandenes Fern- oder Nahwärmenetz gelten.

## 5. Bauabwicklung - Inbetriebnahme

Nach Erteilung der Genehmigung oder Teilgenehmigung kann mit der Errichtung der Anlage begonnen werden. Voraussetzung für den erfolgreichen Bauablauf ist die gute Koordination aller Gewerke und eine enge Zusammenarbeit zwischen Bauherr, Planer und Auftragnehmer. Ein streng kontrollierter Terminplan (bei größeren Anlagen als Netzplan) ist unerlässlich.

Wird die BHKW-Anlage in einem in Betrieb befindlichen Krankenhaus errichtet, so dürfen die Arbeiten den Krankenhausbetrieb nur unwesentlich beeinflussen. Die Begrenzung der Arbeitszeit auf dem Bau und der von der Baustelle ausgehenden Schallemissionen sind bei der Vergabe ebenso zu berücksichtigen wie Transportwege, die den Krankenhausbetrieb nicht stören dürfen. Die Unterbrechung der Energieversorgung für Schalt- und Montagehandlungen ist nahezu unzulässig, die Notstromversorgung muß ständig gewährleistet bleiben.

Probleme bereiten in der Regel das rechtzeitige Beschaffen der notwendigen Genehmigungen und Zustimmungen, insbesondere aber die zeitgenaue Abstimmung von Bauleistungen und Montage der Anlagentechnik, da hier im Verlaufes des Baues die meisten und häufigsten Überschneidungen auftreten.

An die Anlagenmontage schließt sich die Inbetriebnahme an, deren Dauer letztlich ein Maß für die Qualität der Planungs- und Ausführungsarbeit ist. Hier werden oftmals die avisierten Termine beträchtlich überschritten.

Im nachfolgenden Probetrieb der BHKW-Anlage werden über einen Zeitraum von mindestens 1 Monat alle Funktionen und Leistungsparameter der Anlage nachgewiesen, wie elektrische Leistung und Parameter, Schadstoff- und Schallemissionen, Brennstoff-, Schmieröl-, Hilfsstoffverbrauch, Wirkungsgrade, Regelverhalten, An- und Abfahrverhalten, Notstromverhalten, Sicherheitseinrichtungen etc.

Bei laufendem Krankenhausbetrieb kann es erforderlich sein, daß für den Probetrieb Einspeiseprovisorien geschaffen werden, die Versorgungsunterbrechungen während der Probezeit nach Möglichkeit ausschließen.

## 6. Anlagenbetrieb

Nach erfolgreichem Probetrieb und Abnahme der Anlage beginnt der "normale" Anlagenbetrieb, der in der ersten Zeit in der Regel nicht normal abläuft. Er ist gekennzeichnet sowohl durch Restmängel, die bei Probetrieb und Abnahme übersehen wurden oder noch nicht zutage getreten sind, als auch durch Gewöhnung des Betriebspersonals an die neue Anlagentechnik und nicht zuletzt durch Wünsche des Betreibers zur Erhöhung des Bedienkomforts.

WARTUNGSINTERVALLE FÜR BHKW-MOTOREN.

<u>Wartung</u>	<u>Intervall</u>
Kleine Wartung	1.500 h
Erweiterte Wartung	3.000 h
Inspektion	12.000 h
Erste Zwischenüberholung	24.000 h
Erweiterte Zwischenüberholung	48.000 h

Bild 4

Bedient sich das Krankenhaus eines Betreibers für die BHKW-Anlage, so hat es nur Verpflichtungen im Rahmen des Betreibervertrages oder eines Energielieferungsvertrages zu erfüllen.

Die Verantwortung für Wartung, Personal, Betriebsstoffe etc. obliegt dann dem Betreiber, der entweder nur den Betrieb zu gewährleisten hat, oder aber Elektroenergie, Wärme oder Kälte in bestimmter Qualität und Menge liefern muß.

Nimmt das Krankenhaus den Betrieb selbst wahr, z.B. im Verbund mit einer krankenhauseigenen Kesselanlage oder einer Kältezentrale, so sind die dem Krankenhaus dadurch entstehenden Kosten in der Regel höher als beim Fremdbetreiber.

Schon frühzeitig im Rahmen der Anlagenplanung werden für den Anlagenbetrieb die Weichen gestellt:

Bei entsprechender Ausrüstung der BHKW-Anlage mit der erforderlichen Überwachungs-, Sicherheits- und Regelungstechnik kann der Bedienaufwand minimiert und auf Sichtkontrollen und periodische Inspektionen beschränkt werden. Bei Erzeugung von Dampf sind dabei die Vorschriften der Dampfkesselverordnung und der TRD zu beachten.

Für den Betrieb der BHKW-Motoren oder Gasturbinen sind in bestimmten Intervallen kleinere und größere Wartungsarbeiten erforderlich (Bild 4). Hier empfiehlt es sich, insbesondere dann, wenn das Krankenhaus die BHKW-Anlage selbst betreibt, mit den Herstellern langfristige Wartungsverträge oder Personalschulungsverträge abzuschließen.

Eine übergeordnete Steuerung (ZLT), die die BHKW-Anlage im Verbund mit den anderen Energieerzeugungs- oder Verteilungsanlagen des Krankenhauses regelt, ist auf jeden Fall zu empfehlen und sollte auch von jedem Betreiber gefordert werden.

## ERGEBNISSE ÜBER LUFTHYGIENISCHE UNTERSUCHUNGEN IN OPs

Von Werner Ernst Bischoff

Klimaanlagen werden in der Medizin besonders in den Risikobereichen der Krankenhäuser wie Operationssälen oder Intensivstationen eingesetzt. Dabei soll die Lüftungstechnik die Belastungen mit Luftkeimen und toxischen Schadstoffen, z.B. Narkosegasen, vermindern, sowie ein für den Patienten und das Personal angenehmes Raumklima schaffen. Aufgabe dieser Untersuchung war es, den Stand der Lufthygiene im Alltag des Operationsbetriebes zu überprüfen und Infektionsrisiken für den Patienten vermeiden zu helfen.

### *Untersuchungsgut und Methodik:*

Zehn Operationssäle in mittelgroßen Stadt- und Kreiskrankenhäusern sind im Rahmen der Studie untersucht worden. Ihrer unterschiedlichen Klimatechnik

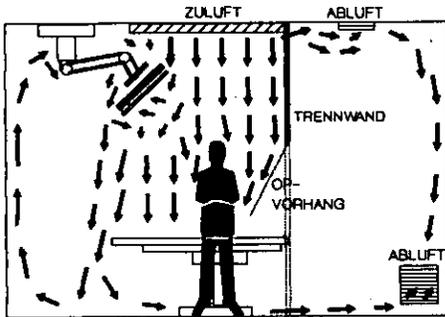


Abb. 1: Strömungsprofil OP 1 und 2

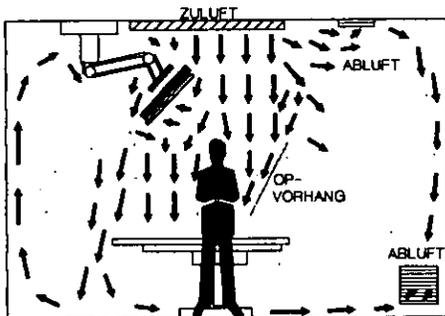


Abb. 2: Strömungsprofil OP 3 und 4

entsprechend wurden sie in vier Gruppen unterteilt. Gruppe A umfaßt OP 1 und OP 2, die mit zentralen Zuluftdecken, Trennwänden zwischen OP- und Anästhesiebereich und sogenannten Helmabsaugsystemen ausgerüstet waren (s. Abb. 1). Die in Gruppe B aufgeführten Säle 3 und 4 unterscheiden sich von Gruppe A durch das Fehlen der Trennwände und der Helmabsaugung (s. Abb. 2). Ansonsten besaßen auch sie die DIN 1946 Teil 4 entsprechenden Luftfilteranlagen, die zu einem gerichteten Abwärtsstrom der Zuluft auf das Operationsfeld führten. Zu Gruppe C können die drei Operationsräume 5, 6 und 7 gezählt werden. Diese waren zwar mit hochwertigen Filterelementen ausgestattet, wiesen aber durch die Zuluftführung vermehrte Luftverwirbelungen und Luftwalzenbildungen auf (s. Abb. 3 und 4). Gruppe D beinhaltet die drei Säle 8, 9 und 10 mit nicht normgerechter bzw. keiner Luftfilterung. Dabei befand sich in OP 8 eine nur

unzureichend arbeitende Lüftungsanlage, die zu großen, trägen Luftwalzen führte (s. Abb. 5). Die Räume 9 und 10 wiesen keine Lüftungstechnischen Anlagen auf.

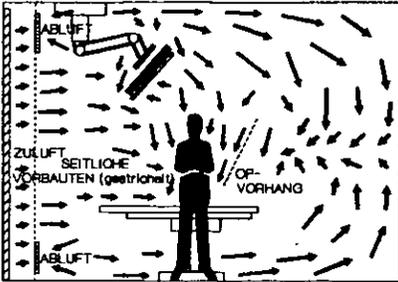


Abb. 3: Strömungsprofil OP 5

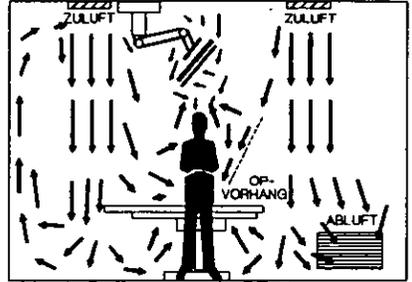


Abb. 4: Strömungsprofil OP 7

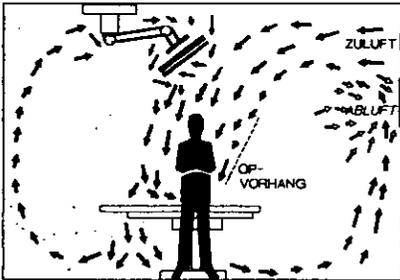
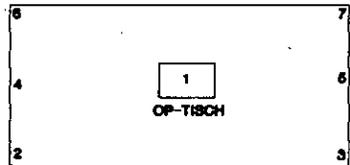


Abb. 5: Strömungsprofil OP 8

Während der Messungen wurden überwiegend aseptische Eingriffe aus dem Bereich der Knochenchirurgie vorgenommen. Ausnahmen bildeten die Säle 8 und 10, die für septische Operationen der Gynäkologie und der Allgemeinchirurgie zur Verfügung standen.

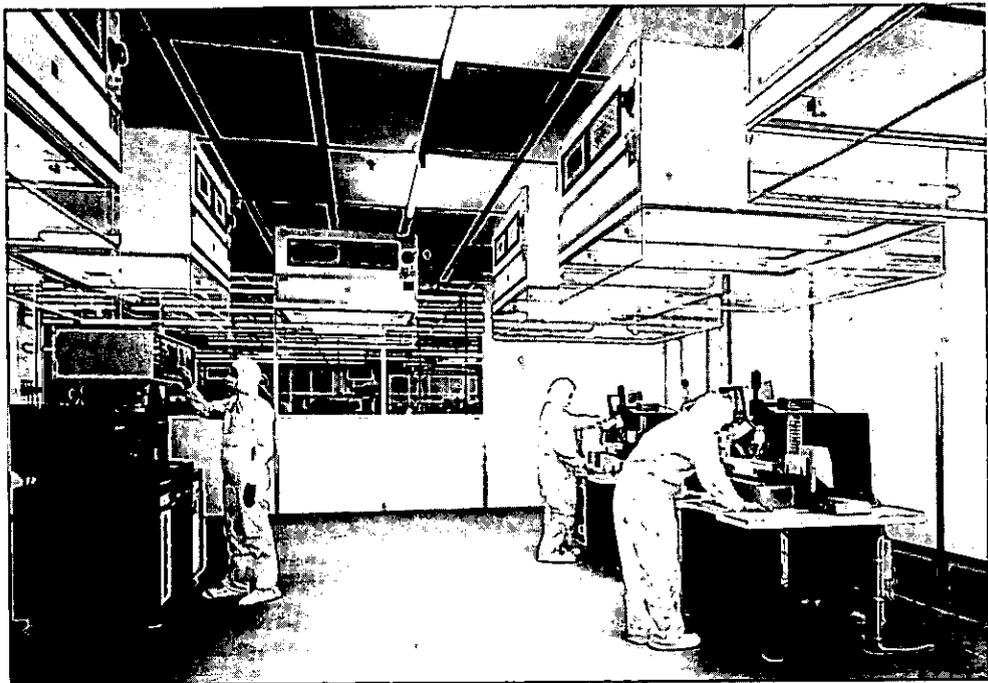
In allen Operationssälen wurde die Belastung der Raumluft mit Teilchen und Keimen an je drei Tagen gemessen. Als Meßverfahren kamen die Luftpartikelmessung (Partikelzähler HIAC/ROYCO Modell 5300), die

Luftkeimbestimmung durch Slit-Sampler-Technik (Impaktor FH 2 ADMECO AG) sowie die Zählung der sedimentierenden Keime mit Hilfe von Nährbodenplatten, gefüllt mit Blutagar, zum Einsatz. Die Meßorte befanden sich in den Raumbereichen des Saales und etwa 50 cm oberhalb des OP-Feldes (s. Abb. 6). Luftströmungen wurden mit Hilfe von Strömungsprüfröhrchen der Firma DRÄGER bestimmt. Protokolle der Tagesabläufe hielten die OP-Dauer und -Abstände, die Personenanzahl und die Türbewegungsraten fest.



- 1: PARTIKEL- und LUFTKEIMMESSUNG
- 2: PARTIKEL- und SEDIMENTATIONSMESSUNG
- 3: PARTIKEL- und SEDIMENTATIONSMESSUNG
- 4: PARTIKEL- und SEDIMENTATIONSMESSUNG
- 5: PARTIKEL- und SEDIMENTATIONSMESSUNG
- 6 und 7: PARTIKELMESSUNG

Abb. 6: Meßpunkte

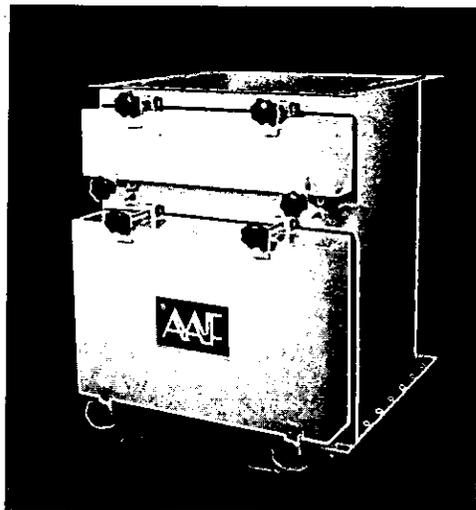


SnyderGeneral ist ein weltweit expandierender Konzern auf dem Sektor der Lufttechnik. Zu unserem Lieferprogramm gehören Produkte und Systeme, die Luft reinigen, leiten, wärmen, kühlen, befeuchten und trocknen. SnyderGeneral ist auf dem europäischen Markt durch die renommierten Markenprodukte AAF, McQuay und Wesper vertreten. SnyderGeneral hat sich darauf spezialisiert, eine umfassende Produktpalette von AAF Luftfiltern, angefangen mit effizienten Vorfiltern bis hin zu den Hochleistungsfiltern HEPA und ULPA, herzustellen. Für Bereiche, wo höchste Anforderungen an die Luftreinheit gestellt werden, sind Filter mit Wirkungsgraden bis zu 99,99995% erhältlich (Partikelgröße  $> 0.12 \mu\text{m}$ ). Jeder dieser Hochleistungsfilter wird individuell getestet, um die speziellen anwendungsgebundenen Erfordernisse zu erfüllen. Ebenfalls erhältlich ist eine große Auswahl von Deckensystemen, Hauben, »Teardrop«-Leuchten und Einbaurahmen. AAF's innovatives Forschungs- und Entwicklungsteam macht es sich kontinuierlich zur Aufgabe, neue AAF Produkte zu entwickeln, um den speziellen Wünschen seiner Kunden gerecht zu werden.

**AAF**<sup>®</sup>  
SnyderGeneral

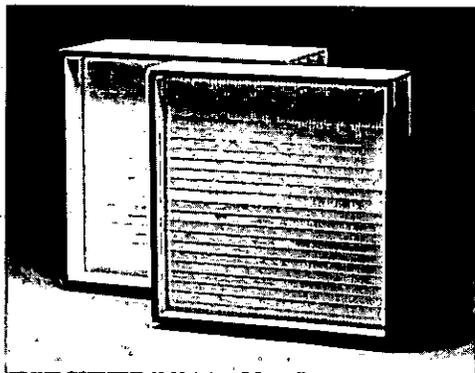
**Bessere Luft ist unsere Devise**

Wir stellen Ihnen zwei erfolgreiche Produkte vor:



### RPT-Sicherheitsfiltergehäuse

- HEPA-Filtergehäuse zur Abscheidung von radioaktiven, pathogenen und toxischen Schadstoffen
- Durch kompakte Modulbauweise minimaler Platzbedarf
- Berührungsfreier Filterwechsel
- Geeignet für vertikalen und horizontalen Luftstrom
- Einstellbare Anpreßvorrichtung zur leckfreien Abdichtung.



### AstroPak Schwebstofffilter

- In vielen Größen erhältlich
- 56, 149 oder 292 mm tief
- Wirkungsgrad  $\geq 99,99\%$
- Lecktest DIN 24.184
- Endlosdichtung
- Filterrahmen aus Sperrholz, Preßspan oder verzinktem Stahlblech
- Geeignet für Betriebstemperaturen bis 90 °C

Bitte besuchen Sie uns auf unserem Stand auf der TK '92

**AAF**<sup>®</sup>  
SnyderGeneral

Bessere Luft ist unsere Devise

SnyderGeneral GmbH

Hauptsitz: Justus-von-Liebig-Straße 11, W-6057 Dietzenbach, Tel.: (06074) 2179, Telefax: (06074) 45718  
Regionalbüro Nord/West: Kunibertstraße 16, W-4350 Recklinghausen, Tel.: (02361) 201-0, Telefax: (02361) 201-22

**Ergebnisse:**

Klimatechnik, OP-Raumgestaltung und das Verhalten des Personals spielen eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von Luftbelastungen während des Arbeitsalltages in einem Operationsraum.

**Klimatechnik:** Aufgabe der Klimatechnik ist die Verminderung der Luftkeimbelastung über dem Operationsfeld und die Konstanthaltung günstiger Arbeitsverhältnisse. In den Abbildungen 7, 8 und 9 zeigen sich Erhöhungen der Partikel-, Luftkeim- und Sedimentationswerte von

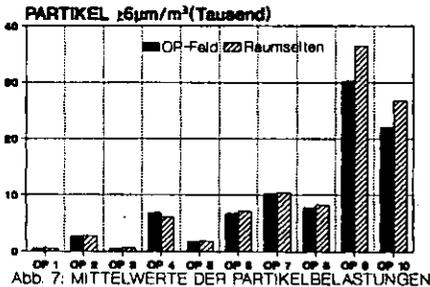


Abb. 7: MITTELWERTE DER PARTIKELBELASTUNGEN

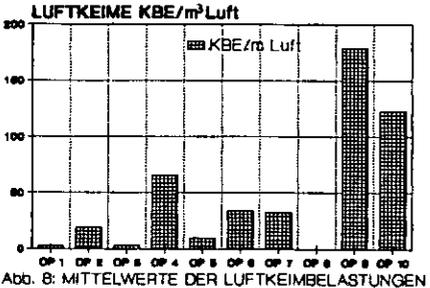


Abb. 8: MITTELWERTE DER LUFTKEIMBELASTUNGEN

den gut bis zu den mangelhaft belüfteten Gruppen. Innerhalb der Gruppen kommt es allerdings zu erheblichen Unterschieden zwischen klimatechnisch vergleichbaren Sälen. Offenbar ist auch die baugleiche Ausstattung mit Lüftungstechnik keine Garantie für niedrige Luftkeimwerte. In der Literatur wurde der Zusammenhang von steigender Höhe der Luftbelastungen mit dem Auftreten von Wundinfektionen nachgewiesen. Lidwell et al. (1987) gelang eine Senkung der postoperativen Infektionsraten durch Klimatechnik, Helmabsaugung und Antibiotika von 3,4% auf 0,2%. Unter den Luftkeimen spielen die sekundär durch den Patienten und das Personal entstandenen die größte Rolle. Auf diesem Hintergrund ist der Einsatz von raumluftechnischen Anlagen eine wichtige Voraussetzung für eine effektive Hygiene in Operationsabteilungen, in welchen hohe Keimfreiheit erforderlich ist.

Einige Möglichkeiten, eine solche Anlage zu installieren, weisen die untersuchten Säle auf. Besonders interessant erscheint dabei der Vergleich zwischen vertikaler und horizontaler Zuluftführung, der an den Räumen 3 und 5 durchgeführt werden konnte. In beiden stimmen Luftwechselrate, Filterfläche und benutzte Filterelement weitgehend überein. OP 3 wies mit vertikaler Luftströmung (s. Abb. 10) eine weitgehende Parallelität der Partikel- und Keimwerte über dem Operationsfeld auf. In OP 5 mit horizontaler Zuluftführung (s. Abb. 11) fanden sich dagegen wechselnd starke Abweichungen der

Teilchenmengen von den Keimkonzentrationen. Ursache hierfür sind die in Abbildung 3 gezeigten großen Luftwalzen, die durch den gesamten Arbeitsbereich zogen und über dem OP-Feld zu unvorhersehbaren Luftverwirbelungen führten. Eine wichtige Rolle spielt die Positionierung des OP-Tisches, der OP-Lampe, des Personals und der Instrumententische zum Luftauslaß. Insgesamt läßt sich daraus ableiten, daß

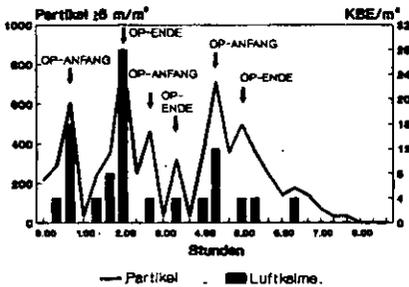
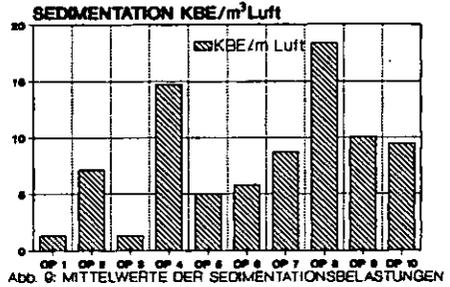


Abb. 10: TAGESPROFIL OP 3

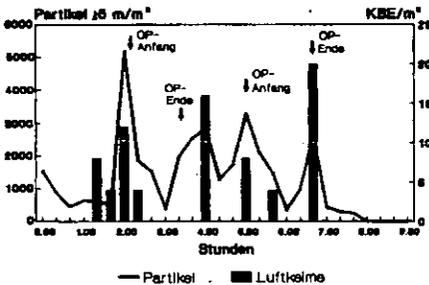


Abb. 11: TAGESPROFIL OP 5

ein vertikales Luftführungssystem unter Alltagsbedingungen weniger anfällig auf eventuelles Fehlverhalten des Personals reagiert und damit lufthygienisch der horizontalen Luftzufuhr überlegen ist.

Weiterhin fielen innerhalb der horizontal belüfteten Säle 5, 6 und 8 mit Verkleinerung der Lüftungsöffnungen und Verminderung des zugeführten Luftvolumens immer größere und trägere Luftwalzenbildungen auf. Das Zusammenspiel von Luftwechselraten, Raumvolumen und Luftkeimbelastungen wurde schon von Galson und Goddard 1968 ausführlich beschrieben. Dabei stellten auch sie eine Steigerung der Luftkeimbelastungen bei abnehmender Luftwechselrate und zunehmender Raumgröße fest.

Als das für den OP-Alltag lufthygienisch am günstigsten arbeitende System hat sich aus dem Vergleich der untersuchten Säle die zentrale, möglichst turbulenzarme Deckenlüftung herausgestellt.

Eine Besonderheit in OP 1 und OP 2 war der Einsatz von Helmabsaugungen. OP 2 wies dabei allerdings ein Mehrfaches der Partikel- und Keimbelastungen gegenüber Saal 1 auf (s. Abb. 7, 8 und 9). Die keimmindernde Wirkung dieser Absaugsysteme wird, wie diese Untersuchung zeigt, durch andere Faktoren, z.B. durch das Verhalten des Personals,

weitgehend aufgehoben.

In diesem Zusammenhang ist auf die Einhaltung der Normen für raumluftechnische Anlagen (DIN 1946 Teil 2 und 4) hinzuweisen, die beim OP 2 mit durchschnittlich 19 C° Raumtemperatur bei einer sehr hohen mittleren Luftfeuchte von 75 %RH fragwürdig erscheint. Koller (1988) wies eine Einengung des gefilterten Luftstromes durch Wirbelbildungen in den Randbereichen bei hohen Temperaturdifferenzen zwischen Zu- und Raumluft nach. Je niedriger also die Temperatureinstellung der Zuluft für einen Saal gewählt wird, desto eher kann bei zentral belüfteten OPs mit erhöhten Belastungen der Luft über dem Operationsfeld gerechnet werden. Ebenfalls in Saal 2 konnte eine nur mangelhafte Überdruckeinhaltung zwischen OP-Raum und Peripherie festgestellt werden. Aus den Anästhesieräumen in den Saal eindringende Luft belastete die lufthygienische Situation.

Eine regelmäßige Überprüfung der Klimaanlage und die Einführung von Grenzwerten auch für den Arbeitsalltag erscheint in diesem Zusammenhang erforderlich

Nach der Klimatechnik beeinflußt die OP-Raumgestaltung durch Türen, Trennwände bzw. Tücher, Lampen, OP- und Instrumententische den Status der Raumluft.

In einigen Sälen fielen Türen in unmittelbarer Nähe zum Operationsgebiet als mögliche Quelle für Luftturbulenzen auf. Wie hoch der Grad der dadurch entstehenden Luftverunreinigungen allerdings war, konnte wegen der wechselnden Türbewegungsraten nicht festgestellt werden. Die Forderung nach notwendigen und vom OP-Gebiet möglichst entfernten Türen erscheint aber sinnvoll.

Ähnlich den Türen führten besonders OP-Lampen im Zuluftstrom zu Luftverwirbelungen, wie auch die Strömungsprofile in den Abbildungen 1 bis 5 zeigen. Eine Minimierung der Größe dieser Gegenstände oder eine strömungsgünstige Umgestaltung ist daher erforderlich.

Neben den nur schwer änderbaren Faktoren wie Klimatechnik und OP-Raumgestaltung, wird dem OP-Personal als dritter Größe nicht nur die größte Auswirkung auf die lufthygienische Situation zugerechnet, sondern auch die beste Beeinflussbarkeit eingeräumt.

Tabelle 1 führt die Ergebnisse für die Personenanzahl, die Türbewegungsrate, die OP-Dauer sowie die OP-Abstände auf. Danach waren im Mittel ohne Patienten 7,71 Personen während der Eingriffe anwesend. Vier Personen am OP-Tisch, zwei für die Anästhesie und ein OP-Pfleger als Springer ergeben eine Anzahl von sieben Personen, die für eine Operation wirklich notwendig sind. Damit befanden sich alle Säle und besonders OP 4, der fast 10 Personen aufwies, über dem Soll. Ein Grund hierfür konnte nicht festgestellt werden. Da die Personenanzahl eng mit den Belastungen der Luft verbunden ist, muß über eine Senkung dringend nachgedacht werden. Aber nicht nur die Anzahl, auch das Verhalten des Personals hat großen Einfluß auf die Luftqualität. Die Personalaktivitäten besonders zu OP-Anfang und Ende führten in den Tagesprofilmessungen zu deutlichen Erhöhungen der Luftbelastungen (s. Abb 10 und 11). Weiterhin ließ sich eine nur geringe Differenz zwischen den im OP-Feld und den an den Raumseiten erhobenen Meßwerten in den

zwangsbelüfteten OPs feststellen (s. Abb. 7), woraus sich schließen läßt, daß auch die Distanz zum

Operationsgebiet von Belang ist. Da ähnliche Ergebnisse von anderen Autoren beschrieben wurden, sollte der von Freeman et al. (1977) erhobene Forderung nach nur geringen Saalaktivitäten des Personals und einem einzuhaltenden Abstand zum Operationsgebiet entsprochen werden.

Als weitere Meßgröße für das Verhalten des Personals wurden die Türbewegungsraten während der Eingriffe festgestellt. Im Mittel konnten fast 32 Türbewegungen/OP-Stunde gezählt werden. Besonders die unzureichende Planung eines Eingriffes, gerade auch im Hinblick auf die Bereitstellung aller notwendigen Materialien, war

Ursache für hohe Werte. In vier OPs wurde ein Teil der Belastungen durch vorzeitiges Abräumen von überflüssigen Instrumenten und Geräten verursacht, wobei ein zeitlicher Vorteil zum nächsten Eingriff nur in einem Saal festzustellen war. Die negativen Auswirkungen auf die Luftqualität durch den ungehinderten Ein- und Ausstrom von Luft wurden schon 1961 von Wolf et al. anhand von Staphylokokken beschrieben. Die Forderung nach einer Einschränkung scheint aber unter Alltagsbedingungen zumindest in den hier untersuchten Sälen noch nicht hinreichend berücksichtigt worden zu sein.

Bei Auswertung der Tagesprofile fanden sich die höchsten Belastungen der Luft meist zu den Zeitpunkten des ersten Hautschnittes und der letzten Naht (s. Abb. 10 und 11). Wie auch bei den Studien von Meierhans und Thomas (1980) nahmen die Luftkeim- und Partikelmengen nach diesen Höhepunkten rasch ab.

Diese zusammengebracht mit den vorliegenden Ergebnissen, läßt eine Tätigkeitsunterbrechung zwischen den OP-Vorbereitungen und dem ersten Hautschnitt empfehlen. Damit könnte das anfängliche Belastungsniveau abgebaut und die Gefahr der Wundinfektion gesenkt werden.

Als kaum veränderbare Größe erscheint die OP-Dauer. Lange Operationszeiten bergen zwar ein deutlich erhöhtes Risiko einer postoperativen Wundinfektion in sich, lassen sich aber bei technisch schwierigen Eingriffen kaum vermeiden. Nur eine Senkung der Keimbelastung während dieser Zeit ist also erfolgversprechend.

Als letzter Punkt läßt sich die Möglichkeit einer Fehlbedienung der raumlufttechnischen Anlage durch das Personal erwähnen. Die an sich wirtschaftlich begrüßenswerte Option eines zweistufigen Anlagenbetriebes in den OPs der Gruppe B wird dann in Frage gestellt, wenn, wie in Saal 4, ein Vergessen des Umschaltens auf Tagbetrieb mehrfach erhöhte Partikel-, Luftkeim- und Sedimentationswerte auslöst. Um solche groben Fehler zu

Personen im OP o. Pat.	Türbewegungen pro OP-Minute	OP-Dauer (Minuten)	OP-Abstand (Minuten)
OP 1 7,33	0,49	104,33	52,5
OP 2 7,4	0,34	45	43,71
OP 3 7,8	0,7	91,9	38,8
OP 4 9,83	0,43	182,3	80,5
OP 5 7,33	0,38	88,2	67
OP 6 7,1	0,57	124,2	45,75
OP 7 7,4	0,58	56,6	40,57
OP 8 7,5	0,52	98,83	33
OP 9 7,75	0,7	48,5	109,5
OP 10 7,25	0,7	28,85	33,6
Gesamt- mittel 7,71	0,54	84,67	53,09

Tabelle 1: Mittelwerte der Tagesprotokoll Daten

vermeiden, müssen offenbar klarere Einweisungen in den Betrieb gegeben und genauere Verantwortungsbereiche abgesteckt werden.

Abschließend läßt sich feststellen, daß die Raumluftsituation in der alltäglichen Operationspraxis sowohl hinsichtlich der Lüftungstechnik und OP-Raumgestaltung als auch hinsichtlich des Personalverhaltens verbesserungswürdig ist. Ein Überdenken vermeidbarer Fehler und regelmäßige Kontrollen als Beurteilungshilfen für Änderungen erscheinen dringend notwendig.

Literatur:

- 1.) Bischoff, W.E.  
Experimentelle Untersuchung über die Qualität der Operationssaalluft in Abhängigkeit von Lüftungstechnik und Personalverhalten  
Dissertation, eingereicht an der Medizinischen Hochschule Hannover 1991
- 2.) Deutsches Institut für Normung e.V.  
DIN 1946, Teil 2, Raumluftechnik, Gesundheitstechnische Anforderungen (VDI Lüftungsregeln).  
Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1983
- 3.) Deutsches Institut für Normung e.V.  
DIN 1946, Teil 4, Raumluftechnik, Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern (VDI Lüftungsregeln).  
Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1983
- 4.) Freeman, M.A.R., Challis, J.H., Zelezonski, J., Jarvis, I.D.  
Sepsis rate in hip replacement with special reference to the use of ultraclean air.  
Arch Orthop Trauma Surg 1977, 90: 1-14
- 5.) Koller, W.  
Hygienisch-mikrobiologischer Vergleich verschiedener Zuluftdecken für Operationsräume in Krankenhäusern.  
Gesundheits-Ingenieur-Haustechnik-Bauphysik-Umwelttechnik  
1988, 109: 237-305
- 6.) Lidwell, O.M., Elson, R.A., Lowburry, E.J.L., Whyte, W., Blowers, R., Stanley, S.J., Lowe, D.  
Ultraclean air and antibiotics for prevention of postoperative infection.  
Acta Orthop Scand 1987, 58: 4-13
- 7.) Meierhans, R., Thomas, G.  
Luftkeimzahlen in 40 OP-Räumen verschiedener Bauart. Messbericht der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie.  
VDI-Berichte 1980, 386: 119-124
- 8.) Wolf, H.W., Harris, M.M., Hall, L.B.  
Open operating room doors and staphylococcus aureus.  
Hospitals 1961, 35: 57-64

Anschrift des Verfassers:                   Werner E. Bischoff  
  Am Schatzkampe 33  
  3000 Hannover 1

Die Untersuchung entstand im Rahmen einer Krankenhaushygienestudie des Medizinaluntersuchungsamtes Hannover unter Leitung von Prof. Dr. Sander.

Narkosegasbelastung in OP-Räumen  
O. Lehmkuhl und HW. Orth

Problemstellung

Nach der Gefahrstoffverordnung obliegt dem Arbeitgeber eine allgemeine Schutzpflicht gegenüber seinen Arbeitnehmern und die Verpflichtung zur meßtechnischen Überwachung von Arbeitsplätzen, an denen mit Gefahrstoffen gearbeitet wird.

In Operationsabteilungen wird täglich mit gasförmigen und/oder verdampfenden Anästhesiemitteln hantiert.

Das Ziel vorliegender Arbeit war deshalb eine meßtechnische Überprüfung und Beurteilung der Narkosegasbelastung des Personals in diesem Bereich (nach TRGS 402/403).

Grenz- und Richtwerte für Narkosegase

Für die verwendeten Narkosegase ist bisher nur Halothan in die MAK-Liste aufgenommen (TRGS 900); Bestrebungen laufen, um auch die restlichen aufzunehmen. In Anlehnung an international verwendete Grenzwerte hat Hamburg Richtwerte festgelegt, die auch hier zugrundegelegt werden.

Lachgas	50 ppm (91 mg/m <sup>3</sup> )
Enfluran	10 ppm (77 mg/m <sup>3</sup> )
Isofluran	10 ppm (77 mg/m <sup>3</sup> )
Halothan	5 ppm (40 mg/m <sup>3</sup> )

Für die Kurzzeitwerte wird analog zur Festlegung bei Halothan verfahren. Hierbei darf die Konzentration am Arbeitsplatz kurzzeitig über dem MAK-Wert liegen:

Dauer (h)	max. zul. Konzentration
≤ 0,5	2 x Grenzwert
1	1,3 x Grenzwert
≥ 2	Grenzwert

Diese Expositionsspitzen sind bei gleichmäßiger Verteilung 4mal pro Schicht (8 h) zulässig.

Die Probenahme soll möglichst in Atemhöhe und in unmittelbarer Nähe des Beschäftigten erfolgen.

Meßverfahren

Gewählt wurde als Meßort meist die Schulter des Anästhesisten. Gemessen wurde im wesentlichen mit einem photoakustischen Infrarot-Spektrometer.

## Ergebnisse

Die Belastungsmessungen wurden in verschiedenen OP-Abteilungen eines Krankenhauses durchgeführt. Evtl. Leckagen der Systeme wurden vorher geprüft. Im folgenden sind die wesentlichen Ergebnisse und Zusammenhänge, geordnet nach dem (steigenden) Grad der Gefährdung des Personals, aufgeführt:

### Neurochirurgie

Klimatisierung: Ja, LW 21, Zuluftdeckenfeld  
Narkoseart: Intubationsnarkose, geblockt.

#### Ergebnis

Während der gesamten Meßzeit kein Überschreiten der Grenzwerte festzustellen.

Dies gilt sicherlich für alle ähnlichen OP-Abteilungen; überprüft in der Abteilung Plastische Chirurgie.

### Kinderklinik

Klimatisierung: Ja, LW 22, Zuluftdeckenfeld

Fall 1: Narkoseart: Ungeblockte Intubationsnarkose

Ergebnis: Geringe Belastung  
Für Lachgas keine Überschreitung der Grenzwerte

Fall 2: Narkoseart: Maskennarkose mit  
intravenöser Einleitung

Ergebnis: Starke Belastung  
Für Lachgas werden Kurzzeitwerte überschritten

Fall 3: Narkoseart: Maskennarkose

Ergebnis: Sehr starke Belastung  
Für Lachgas werden Kurzzeitwerte erheblich überschritten.

Anmerkung: Bei Kindern sind die Belastungen neben der eingesetzten Technik personal- und sehr stark patientenabhängig.

### Kieferchirurgie

Klimatisierung: Ja, LW 21, Deckenauslässe

Fall 1: Narkoseart: Geblockter Nasaltubus

Ergebnis: (Erwachsene) Keine Auffälligkeit in den Messungen

Fall 2: Narkoseart: Maskennarkose, Kuhnsches System  
ohne Überbeutel

Ergebnis: (Kind) sehr hohe 30-Min-Werte, extreme Spitzenwerte, auch bei Halothan.

Anmerkung: Bei Maskennarkose und Arbeiten im Mund- Nasenbereich kann nur intermittierend gearbeitet werden, freies Ausströmen der Gase in der Zwischenzeit bedingt Extremwerte.

### Gynäkologie

Klimatisierung: Nein  
Narkoseart: Kurze Eingriffe mit Maskennarkose bei intravenöser Einleitung.

Ergebnis: Bei jeder OP erhebliche Überschreitungen, während der Narkose bis zum ca. 5fachen Kurzzeitwert, über längeren Zeitraum überdurchschnittlich hoch.

Anmerkung: Reduzierung der Belastung durch gutes Halten der Maske. Freies Ausströmen von Narkosegas bei Überprüfung der Narkosesysteme.

### Ambulanzraum Zahnsanierung

Klimatisierung: Nein  
Narkoseart: Maskeneinleitung mit Kuhnschem System ohne Überbeutel, anschl. ungeblockter Tubus

Ergebnis: Bei jeder OP erhebliche Überschreitungen, bei Lachgas bis zum 7fachen Kurzzeitwert, bei Halothan bis zum 2fachen Kurzzeitwert.

### Fazit

Das Gesamtergebnis der Untersuchungen entspricht den Erwartungen, wenn man das Gesamtsystem Klimatechnik-Narkosetechnik betrachtet.

Erschwerend kommen hinzu operations- und patientenspezifische Anwendungen sowie personalbezogene Nachlässigkeiten.

Die Ergebnisse zeigen aber auch, daß derartige Kontrollmessungen notwendig sind

1. um die Technik laufend zu überprüfen
2. um Empfehlungen/Einweisungen für das OP-Personal zu erarbeiten und
3. um daraus Empfehlungen für technische Installationen/ Weiterentwicklungen für Klimatechnik und Narkosesysteme zu erstellen.

Literatur: O. Lehmkuhl Messung der Narkosegasbelastung des OP-Personals in OP- und Aufwächrräumen  
Dipl.-Arbeit FH Lübeck SS 1992

Verfasser: O. Lehmkuhl/HW. Orth  
c/o Prof. Dr.-Ing. HW. Orth  
Fachhochschule Lübeck  
Stephensonstraße 3  
2400 Lübeck

**Betreiben von Raumlufotechnischen Anlagen**  
**bei belastenden Außenluftsituationen**

**Dr. Lutz Trepte**  
**Dornier GmbH, Friedrichshafen**

**Problematik**

Einrichtungen zur freien Lüftung können ihre eigentliche Aufgabe dann nicht mehr erfüllen, wenn die Konzentrationen von Schad- und Belastungsstoffen in der Außenluft höher sind, als sie es im Normalfall in der Raumluf t wären. Abhängig von den Druckunterschieden zwischen dem Gebäudeinneren und der äußeren Umwelt, hervorgerufen durch Temperaturdifferenzen und Wind- einflüsse, steigen die Raumluf tkonzentrationen an Fremdstoffen bei belastenden Außenluftsituationen mehr oder weniger schnell an. Gelingt es, den Luftaustausch über Undichtigkeiten an der Gebäudehülle oder freie Lüftung zu begrenzen, dann können Raumluf ttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) dazu beitragen, die Konzentration von Schad- und Belastungsstoffen in Räumen unterhalb von Werten zu halten, bei denen Beeinträchtigungen von Gesundheit, Rekonvaleszenz und Behaglichkeit von Personen über gewisse Zeiträume auszuschließen sind. Von besonderer Bedeutung wird dies daher für Krankenhäuser sein.

Lüftungsnormen und -richtlinien gehen in der Regel davon aus, daß Außenluft weitgehend von luftfremden Schadstoffen unbelastet ist. Empfohlene Außenluf traten oder Luftwechsel basieren auf dieser Annahme. Die VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung hat im September 1991 die Richtlinie VDI 3816 /1/ als Entwurf vorgelegt, die Maßnahmen beim Betreiben von RLT-Anlagen empfiehlt, wenn Schad- und Belastungsstoffe in der Außenluft ansteigen.

### Belastende Außenluftsituationen

Die Konzentration von luftfremden Stoffen in der Außenluft steigt ständig. Dieser Entwicklung trägt z. B. das Ersetzen des Ausdrucks "Frischlufte" durch "Außenluft" in vielen Standardregelwerken zur Lüftung Rechnung. Problematisch wird die Situation jedoch, wenn durch Ereignisse wie Smog, stör- oder unfallbedingte, radioaktive oder sonstige Emissionen die Konzentrationen von Schadstoffen in der Außenluft so weit angestiegen sind, daß Beeinträchtigungen der Behaglichkeit oder der Gesundheit auftreten. Solche Ereignisse werden zwar meist örtlich oder zeitlich begrenzt sein, zwingen jedoch in den meisten Fällen zu sofort wirkenden Gegenmaßnahmen. Um ein handhabbares Instrumentarium entwickeln zu können, wurde in der VDI-Richtlinie 3816 versucht, die Maßnahmen nach wesentlichen Merkmalen belastender Außenluftsituationen zu strukturieren. Das kommt in den Blättern 2 bis 3 (Smog, Radioaktive Emissionen) zum Ausdruck, wobei ein weiteres Blatt 4 (Emission chemischer Stoffe durch Transport- oder andere Unfälle) in Vorbereitung ist.

Smog-Situationen treten vielfach bei einer Inversionswetterlage und gleichzeitig erhöhtem Abgas- und Schwebstoffanfall ein. Gefährdet sind insbesondere ältere Menschen und Personen mit Erkrankungen der Atmungs- und Kreislauforgane. Gerade in den Ballungszentren, in denen mit höherer Wahrscheinlichkeit als in anderen Gebieten mit Smog zu rechnen ist, befinden sich die meisten Krankenhäuser /2/. Eine Smogsituation hält sich, wie die Erfahrungen zeigen, über mehrere Tage /3/. Fragen der Lüftung bei Smog sind erst in jüngster Zeit behandelt worden /4/.

Bei radioaktiven Emissionen wird in der VDI-Richtlinie nach folgenden Fällen unterschieden:

- Fall I: Örtliche begrenzte Freisetzung, keine akute gesundheitliche Gefährdung am Ort der RLT-Anlage
- Fall II: radioaktive Freisetzung, die wegen akuter gesundheitlicher Gefährdung auf Anordnung der Katastrophenschutzbehörde örtlich begrenzt besondere Schutzmaßnahmen erfordert
- Fall III: großflächige radioaktive Belastung mit länger andauernder Anhebung des Aktivitätspegels, die wegen nicht akuter Gesundheitsgefährdung keine besonderen Schutzmaßnahmen beim Aufenthalt im Freien erfordert.

Für jeden dieser Fälle werden spezifische Maßnahmen empfohlen, wobei grundsätzlich nach § 28 der Strahlenschutzverordnung jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen und Sachgütern zu vermeiden oder, soweit nach dem Stand der Wissenschaft und der Technik unvermeidbar, so gering wie möglich zu halten ist.

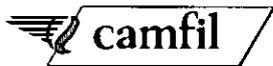
#### Maßnahmen

Ein Austausch von Außen- mit Raumluft ist so gut wie unvermeidbar. Auch bei abgeschalteter RLT-Anlage und geschlossenen Fenstern und Türen dringen durch Undichtigkeiten von Gebäudehülle und Gebäudekomponenten Bestandteile der Außenluft in die Räume, solange der Druck in diesen Räumen nicht zumindest geringfügig über dem Außendruck liegt. Bei belastenden Außenluftsituationen werden die Konzentrationen von luftfremden Stoffen in der Raumluft umso schneller ansteigen /1/.

- je höher die Konzentrationen in der Außenluft sind,
- je höher der Außenluftwechsel ist, der von folgenden Faktoren abhängt
  - Dichtheit von Gebäudehülle und -komponenten
  - Luftleistung der RLT-Anlage
  - Öffnungsquerschnitte der Einrichtungen zur freien Lüftung
  - Druckunterschied zwischen innen und außen
- je geringer die Schadstoffabscheidung in der RLT-Anlage ist,

wobei in der Praxis noch Absorptions-, Adsorptions- und Desorptionvorgänge eine Rolle spielen können. In vielen Situationen nähert sich die Konzentration der Raumluftschadstoffe langsam dem Konzentrationspegel in der Außenluft und nach Abklingen der belastenden Außenluftsituation liegen die Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft kurzfristig über denen der Außenluft  $\frac{1}{4}$ . Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel dafür. Aus den Einflußgrößen ergibt sich außerdem, daß eine Entwicklung von Gegenstrategien nur über eine Kenntnis der wesentlichen Austausch- und Infiltrationskenngrößen möglich ist. Geeignete Instrumentarien dafür stellen z. B. Spurengastechniken, Blower-Door-Messungen und spezifische Modellsimulationen dar.

Lüftungstechnische und betriebliche Maßnahmen können nur dann voll wirksam werden, wenn der Luftaustausch zwischen außen und innen so weit wie möglich und so weit wie vertretbar herabgesetzt wird, d. h. es sollten folgende Grundvoraussetzungen vorliegen:



# -Luftfilter im Krankenhausbereich

Taschenfilter  
EU 7 HI-FLO 85  
sind  
Grundvoraus-  
setzung

**ABSOLUTE GOLD-SEAL®**

> 99,9995 %

für Partikelgröße 0,12 - 0,17 µm



**ABSOLUTE®**

> 99,99 %

für Partikelgröße 0,3 µm Klasse S



**MICRETAIN®**

> 95 %

für Partikelgröße 0,3 µm Klasse R



**AIROSOLVE HI-FLO 95®**

ASHRAE 90 - 95 % EU 8/9



**AIROSOLVE HI-FLO 85®**

ASHRAE 80 - 90 % EU 7



**AIROSOLVE HI-FLO 65®**

ASHRAE 60 - 80 % EU 6



**HI-FLO 4050®**  
ASHRAE 40 - 60 % EU 5



**HI-CAP®**

ASHRAE 25 - 40 % EU 3/4

für saubere Kanäle  
und Anlagen!



## Spezialist für Luftfilter

Camfil GmbH  
Feldstraße 26-32  
2067 Reinfeld (Holst.)  
Telefon: 0 45 33 / 202-0  
Telefax: 0 45 33 / 20 22 02  
Telex: 2 61 534

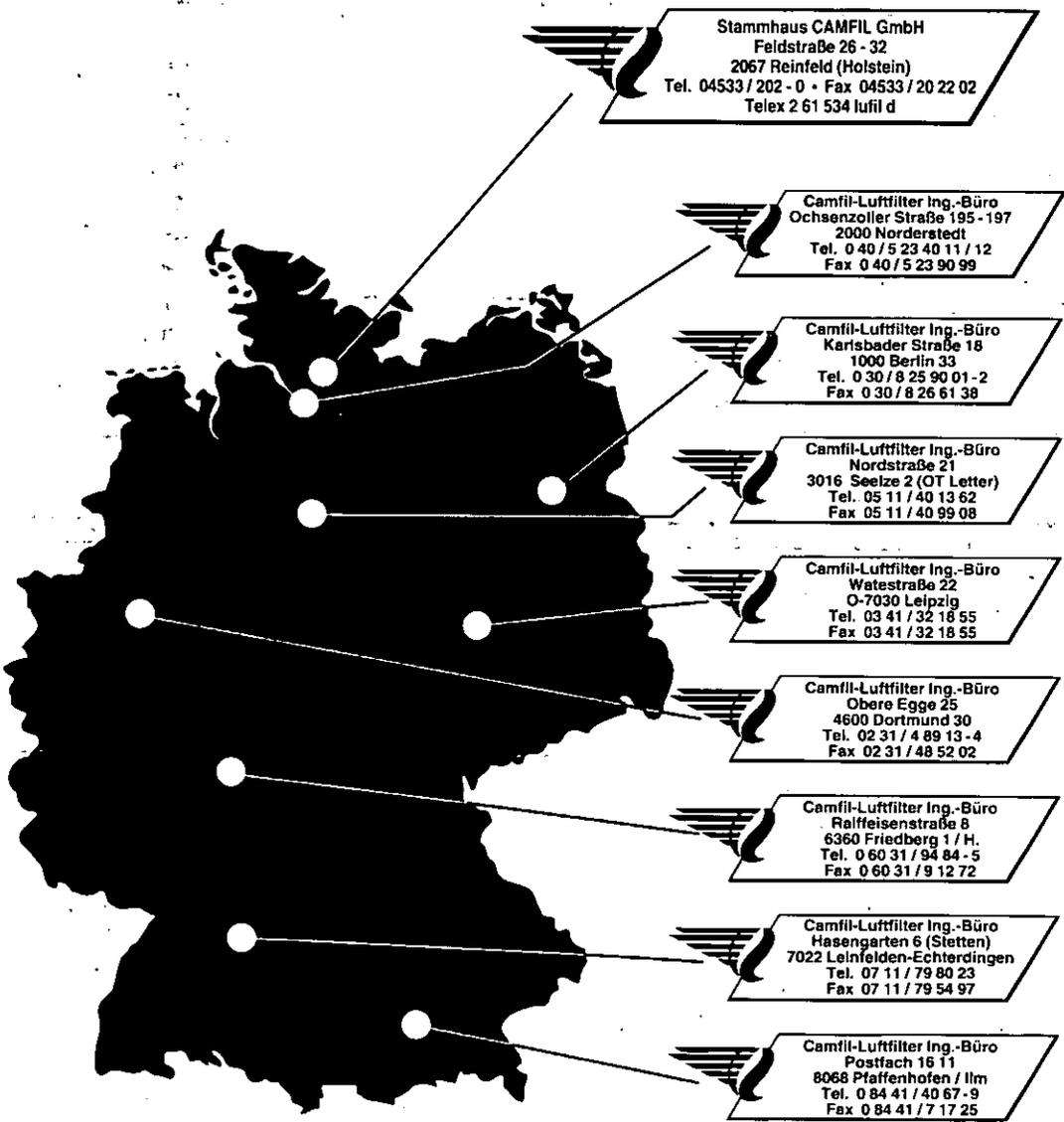
Camfil SA Belgien  
Camfil A/S Dänemark  
Camfil LTD England  
Camfil OY Finnland  
Camfil SARL Frankreich  
Camfil BV Holland

Camfil LTD Irland  
Camfil SPA Italien  
Camfil AB Schweden  
Camfil AG Schweiz  
Filtru Corp. U.S.A.

Wo Sie das nächstgelegene Camfil-Ing.-Büro finden, sagt Ihnen die umseitige Karte.



## in Deutschland



### Stammhaus CAMFIL GmbH

Feldstraße 26 - 32  
2067 Reinfeld (Holstein)  
Tel. 04533 / 202 - 0 • Fax 04533 / 20 22 02  
Telex 2 61 534 lufil d

Camfil-Luftfilter Ing.-Büro  
Ochsenzoller Straße 195 - 197  
2000 Norderstedt  
Tel. 0 40 / 5 23 40 11 / 12  
Fax 0 40 / 5 23 90 99

Camfil-Luftfilter Ing.-Büro  
Karlshader Straße 18  
1000 Berlin 33  
Tel. 0 30 / 8 25 90 01-2  
Fax 0 30 / 8 26 61 38

Camfil-Luftfilter Ing.-Büro  
Nordstraße 21  
3016 Seelze 2 (OT Letter)  
Tel. 05 11 / 40 13 62  
Fax 05 11 / 40 99 08

Camfil-Luftfilter Ing.-Büro  
Watestraße 22  
0-7030 Leipzig  
Tel. 03 41 / 32 18 55  
Fax 03 41 / 32 18 55

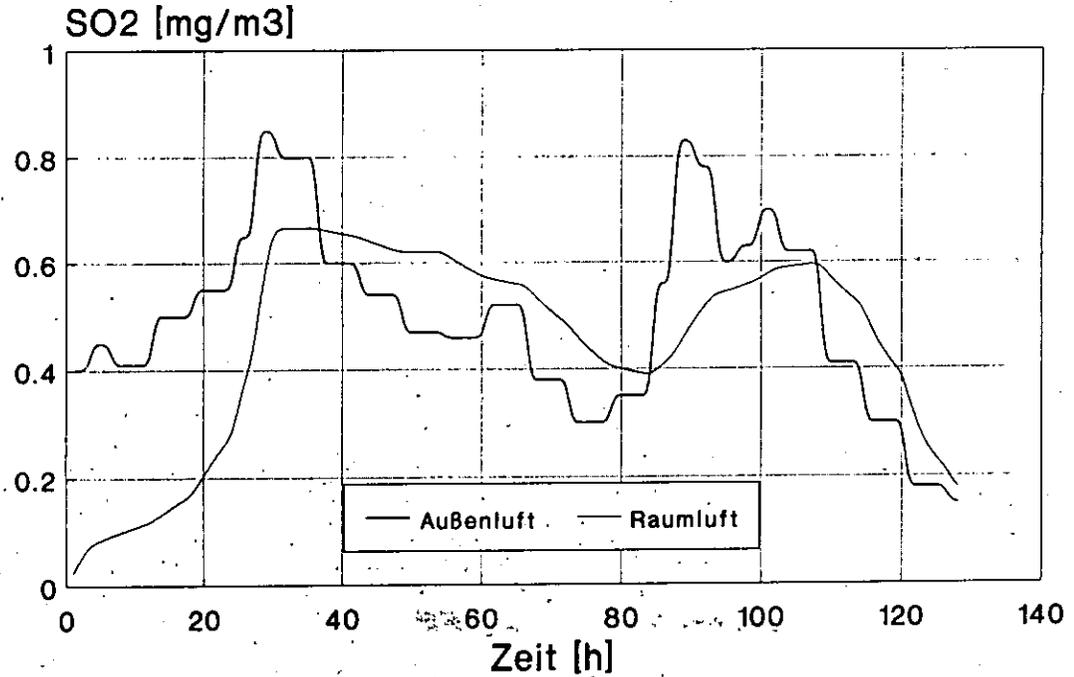
Camfil-Luftfilter Ing.-Büro  
Obere Egge 25  
4600 Dortmund 30  
Tel. 02 31 / 4 89 13 - 4  
Fax 02 31 / 48 52 02

Camfil-Luftfilter Ing.-Büro  
Ralffeisenstraße 8  
6360 Friedberg 1 / H.  
Tel. 0 60 31 / 94 84 - 5  
Fax 0 60 31 / 9 12 72

Camfil-Luftfilter Ing.-Büro  
Hasengarten 6 (Sietten)  
7022 Leinfelden-Echterdingen  
Tel. 07 11 / 79 80 23  
Fax 07 11 / 79 54 97

Camfil-Luftfilter Ing.-Büro  
Postfach 16 11  
8068 Pfaffenhofen / Ilm  
Tel. 0 84 41 / 40 67 - 9  
Fax 0 84 41 / 7 17 25

# Raumluft SO<sub>2</sub>-Konzentration bei der Smoglage vom 16.-20.1.85 an Rhein und Ruhr



- möglichst dichte Gebäudehülle
- möglichst geringer Außenluftstrom in sogenannte sensible Räume
- geschlossene Fenster und Türen
- leichter Überdruck im Gebäude gegenüber der Außenwelt.

Verallgemeinerungen für Auslegung und Betrieb von RLT-Anlagen sind nur bedingt zulässig. Bei kurzzeitig auftretenden belastenden Außenluftsituationen sind die o. g. Maßnahmen sinnvoll. In der Regel kann ein damit verbundener Anstieg der üblichen Raumluftgehalte an Kohlendioxid und Feuchte in Kauf genommen werden.

Bei belastenden Außenluftsituationen, die sich über Tage erstrecken, sind nach VDI 3816 /1/ als steuernde Gegenmaßnahmen vor allem in Betracht zu ziehen:

- Abschalten der RLT-Anlage
- optimierter Intervallbetrieb
- Herabsetzung des Außenluftstroms
- Umluftbetrieb bzw. auf die Erfordernisse abgestimmter Umluftanteil
- Inbetriebnahme von Luftbefeuchtern mit Wascherfunktion.

Dieses Spektrum sollte durch begleitende Maßnahmen unterstützt werden, die Emissionen im Gebäude vermeiden oder vermindern, die zur Verschärfung der belastenden Situation beitragen.

Große Bedeutung kommt außerdem organisatorischen Maßnahmen zu. Dazu gehört, die Anweisungen klar und übersichtlich zu strukturieren sowie praxisiert zu gestalten. Im Anwendungsfall sollte dem für den Betrieb der Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung Verantwortlichen sofort das Ausführen von konkreten Anweisungen anhand der Klassifizierung des eingetretenen Schadensereignisses möglich sein.

### Abschließende Bemerkungen

Die Problematik des Betriebens von RLT-Anlagen bei belastenden Außenluftsituationen wurde vorwiegend anhand der Richtlinie VDI 3816 diskutiert. Unter einigen Voraussetzungen bilden RLT-Anlagen ein geeignetes Instrumentarium, um belastenden Außenluftsituationen gegenzusteuern. Leider sind die RLT-Anlagen der meisten heutigen Gebäude noch nicht optimal auf den Problemfall "belastende Außenluftsituation" ausgerichtet.

Um zukünftig auf belastende Außenluftsituationen geeignet reagieren zu können, sollten folgende Vorarbeiten geleistet sein:

- Auslegung und Konzeption der TGA für Problemfälle
- Verfügbarkeit der erforderlichen Meßtechnik für Schadstoffe, siehe u. a. VDI 3400 "Messen von Innenraumluftverunreinigungen"
- Optimierung des Gesamtsystems "Gebäude" hinsichtlich Luft- und Schadstoffströmen
  - Modellsimulationen
  - Einsatz von Spurengastechniken
  - Effektive Luftströme durch sinnvolle freie Lüftung

Mit der VDI 3816 liegt der Entwurf einer Richtlinie vor, die zum ersten Mal technische Grundlagen, Maßnahmen sowie Auswirkungen und Konsequenzen beschreibt. Den Mitgliedern der VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung und den Mitarbeitern des Arbeitsausschusses zur VDI 3816 sei an dieser Stelle für Zusammenarbeit und Unterstützung herzlich gedankt.

Literatur

- /1/ VDI 3816, Betreiben von RLT-Anlagen bei belastenden Außenluftsituationen, Entwurf September 1991,  
Blatt 1 Grundlagen  
Blatt 2 Smogsituationen  
Blatt 3 Radioaktive Emissionen  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
  
- /2/ Christoph Hartung, Es ist wieder Smog-Zeit! Maßnahmen gegen die Smog-Belastung im Krankenhaus,  
Krankenhaus Technik, Januar 1990
  
- /3/ Franz Joseph Dreyhaupt, Smog-Alarm  
Umwelt 8/86
  
- /4/ Lutz Trepte, Lüftung in Smogsituationen  
KI Klima Kälte Heizung 5/1990

## Servicepraxis an Raumluftechnischen Anlagen

K. Below, Hamburg

---

Die exakte Einhaltung vorgegebener raumklimatischer Bedingungen in Aufenthalt- und Arbeitsräumen oder in Fertigungs- und Produktionsstätten ist ohne einen sicheren und kontrollierten Betrieb raumluftechnischer Anlagen nicht möglich.

Dies gilt im besonderen Maße für vollklimatisierte Gebäude oder RLT-Anlagen in klinischen Einrichtungen, in denen die Zuluft zentral durch Filtern, Heizen, Kühlen sowie Be- oder Entfeuchten aufbereitet wird.

### 1. Welche Störgrößen beeinflussen den Betrieb von raumluftechnischen Anlagen?

Neben den unterschiedlichsten Faktoren, die den Betrieb von raumluftechnischen Anlagen beeinflussen, ist vor allem die Raumlufqualität in Bezug auf den Schadstoffeintrag ein Punkt, der in zunehmendem Maße Anlaß zur Kritik gibt.

Weitere Klagen über raumluftechnische Anlagen werden laut, wenn Anlagen betrieben werden, die im Hinblick auf den zweckgebundenen Einsatz den Anforderungen der Nutzer aufgrund veränderter technischer Vorschriften oder anderer systembedingter Mängel nicht mehr entsprechen.

Während konzeptionelle Mängel an raumluftechnischen Anlagen nur mit einem erheblichen materiellen und finanziellen Aufwand im Zuge geeigneter Sanierungsmaßnahmen zu beseitigen sind, lassen sich technische Mängel sowie Mängel durch Wartung und Betrieb durch gezielte, vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen sicher und wirksam beseitigen.

### 2. Instandhaltung durch Einbindung von Fremdservice

Betreiber umfangreicher technischer Einrichtungen sind daher auf einen regelmäßigen und qualitativ hochwertigen SERVICE angewiesen, der auch bei Auftreten von Störungen unmittelbar zur Verfügung stehen sollte. Bei dem Betreuungsumfang der technisch komplexen Anlagensysteme in einem Klinikum ist es aus personellen und betriebswirtschaftlichen Gründen geboten, die anstehenden Instandhaltungsmaßnahmen durch eine sinnvolle Einbindung von Fremdleistungen zu ergänzen.

### Instandhaltung/Leistungsspektrum

Bei einer Fremdvergabe erweisen sich Unternehmen mit einem breitgefächertem Leistungsspektrum, einem umfangreichen Netz von Servicestützpunkten mit einer fachkompetenten Mannschaft "vor-Ort" für den verantwortlichen Betreiber von Vorteil (Abb. 1).

## LEISTUNGSPROFIL FÜR SERVICE-LEISTUNGEN AN TECHNISCHEN ANLAGEN

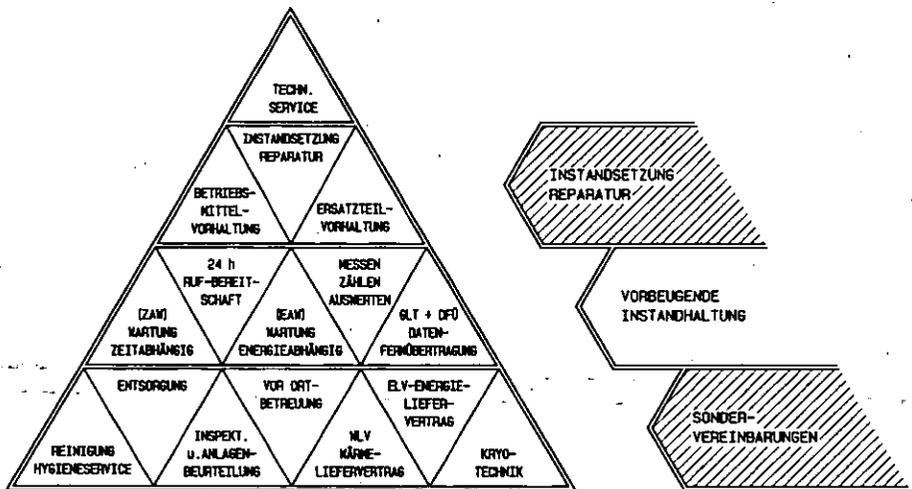


Abb. 1

### Definition

Service an Anlagen der TGA oder an maschinen- oder prozestechnischen Anlagen und Einrichtungen bedeutet sorgfältige Planung, Organisation, Ausführung, Überwachung und Koordination von Instandhaltungsmaßnahmen. Die Definition dieser Maßnahmen beinhaltet im einzelnen die vorbeugende Wartung, Inspektion und die Instandsetzung von "Technischen Mitteln eines Systems" nach DIN 31051 (Abb. 2).

## SERVICE AN TECHNISCHEN ANLAGEN

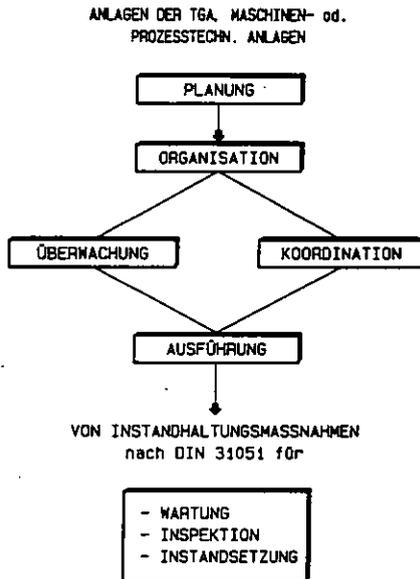


Abb. 2

### 3. Entscheidungskriterien zur Vergabe

Die Fremdvergabe von Instandhaltungsarbeiten wird im Hinblick auf Art und Umfang der Serviceleistung durch den zur Verfügung stehenden Kostenrahmen des Auftraggebers begrenzt. Unter dem Gesichtspunkt dieser Zwänge fällt nach Eingang und Auswertung der Angebote dann häufig die Entscheidung, die Instandhaltungsmaßnahmen geplanter Vergaben wieder mit eigenem Personal durchzuführen, wobei als Entscheidungskriterium für die in Anspruchnahme externer Dienstleistungen in der Regel das preisgünstigste Angebot zugrunde gelegt wird. Dies liegt zum Teil an der Ausschreibungspraxis für Wartungsleistungen, die sich häufig auf der Grundlage vorgegebener Tätigkeitsbeschreibungen an Standardbauteilen nach AMEV oder VDMA 24186 orientiert.

Dabei werden grundsätzliche Voraussetzungen, die für die Durchführung einer regelmäßigen Wartung aus der Sicht des Nutzers oder des Hygienikers erforderlich sind, oft nicht explizit beschrieben, bestimmen aber die Erwartungshaltung des Auftraggebers in Bezug auf Qualität der angebotenen Leistung und Fachkompetenz des Auftragnehmers.

So ist es beispielsweise unerlässlich, vor Vergabe regelmäßiger, vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen den Zustand der raumluftechnischen Anlagen in Bezug auf die Nutzeranforderung zu kontrollieren. Dies gilt ganz besonders für Anlagen nach DIN 1946, Teil 4, Ausgabe 12/89 (Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern), wo ggf. Nachweise über den Schadstoffeintrag, die Qualität der Außenluft, den Zustand einzelner Luftbehandlungsstufen und den Verschmutzungsgrad des Luftverteilsystems erforderlich sind.

#### 4. Servicepraxis/Hinweise auf Wartung und Betrieb

##### **4.1 Qualität der Außenluft:**

Die Aussage in der DIN 1946, Teil 2, Zitat: "Die Außenluft ist im allgemeinen frei von pathogenen und vegetativen Mikroorganismen, wenn sie an geeigneter Stelle angesaugt wird" - berücksichtigt die grundsätzlichen Anforderungen des Hygienikers.

Ziffer 4.2.6 der DIN 1946, Teil 2 sagt weiter aus, daß die Außenluft mit "geringer Verunreinigung" (Staub, Ruß, Gerüche, Abgase, Fortluft) sowie von Auswirkungen umliegender Schadstoffmissionen und toxischer Belastung freizuhalten ist.

Ob sich diese Anforderungen bei allen in Betrieb befindlichen Anlagen wirklich dauerhaft und sicher einhalten lassen, ist eine andere Frage.

##### **4.2 Qualität der Raumluft (Indoor Air Quality)**

Die Raumluftqualität wird vom Schadstoffeintrag externer und interner Parameter beeinflusst.

Innenräume werden durch eine Vielzahl organischer und chemischer Substanzen entweder direkt von außen oder indirekt über raumlufttechnische Anlagen oder Personen belastet.

Andere Luftverunreinigungen in Innenräumen ergeben sich durch lungengängige (kanzerogene) Fasern wie Asbeste, Mineralfasern, durch Ausdünstungen der verwendeten Materialien von Einrichtungsgegenständen und Arbeitsmitteln (z.B. durch Ausdünstungen von Teppichböden, Kunststoffmaterialien, Textilien, Lösungsmitteldämpfen der verwendeten Farben oder Schadstoffemissionen von im Betrieb befindlichen technischen Geräten).

Auch die Schadstoffbelastung durch die Anzahl der Personen und deren Tätigkeiten - z.B. Reinigen, Desinfizieren, Rauchen etc - beeinflussen die Raumluftqualität weiter negativ.

Hinzu kommt, daß durch die perfekte Abdichtung von Fenster- und Fassadenelementen der natürliche Luftaustausch fast vollständig fehlt (Closed Buildings). Von allen bisher bekannten Einzelschadstoffen ist z.B. Tabakrauch mit über 40 krebserregenden und mehr als 3.000 toxischen Einzelstoffen das mit Abstand gefährlichste Schadstoffgemisch in Innenräumen.

##### **4.3 CO<sub>2</sub> als Indikator für schlechte Luft?**

Die natürliche Belastung der Raumluft, in denen sich Personen aufhalten, geht auf Atemvorgänge zurück. Hier wird durch den Atmungsvorgang Kohlendioxid und Wasser freigesetzt und Sauerstoff verbraucht.

Nach Teil 2 der Arbeitsstättenrichtlinie ASR 5/Lüftung wird als Indiz für einen ungenügenden Luftwechsel der Gehalt an Kohlendioxid in der Raumluft angegeben.

Der Gehalt an CO<sub>2</sub> liegt in der Außenluft relativ konstant bei 0,03 bis 0,04 Vol.%. Er soll im Raum 0.1 Vol.% nicht überschreiten (sogenannte Pettenkoferzahl)

### Anhaltswerte für den CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Luft:

0,035	Vol. % =	350 ppm unbelastete Außenluft
0,1	Vol. % =	1.000 ppm (Pettenkofer)
0,5	Vol. % =	5.000 ppm (MAK-Wert für Industrielle Arbeitsräume)
4,0	Vol. % = ca.	40.000 ppm (mittlere Konzentration ausgeatmeter Luft)

In schlecht belüfteten Räumen, in denen sich Personen aufhalten, kann es innerhalb weniger Stunden zu erheblich höheren Kohlendioxidkonzentrationen kommen. Erfahrungswerte sagen aus, daß sich Menschen bei einer Konzentration von mehr als 800 ppm nicht mehr wohlfühlen und über schlechte Luft klagen.

Bei mehr als 1.000 ppm klagen viele Menschen über Kopfschmerzen und Müdigkeit. Bei erhöhten Kohlendioxidkonzentrationen ist in der Regel der Schadstoffeintrag mit Stäuben, Rauch und Mikroorganismen größer, so daß die synergetische Wirkung dieser Stoffe als Ursache für viele Symptome, die sich auf Beschwerden über unzureichender Raumluftqualität beziehen, in Frage kommt.

#### 4.4. Messtechnische Erfassung der Raumluftqualität

Gasdetektoren, die nach unterschiedlichen Meßverfahren arbeiten, sind als Luftqualitätsfühler für die selektive CO<sub>2</sub>-Messung erhältlich.

Darüber hinaus sind Sensoren auf dem Markt, die sich so einstellen lassen, das sie auf vorprogrammierte Grenzwerte vieler unterschiedlicher Luftschadstoffe reagieren.

Für die exakte Untersuchung der Raumluft auf das Vorhandensein flüchtiger, organisch-chemischer Luftinhaltsstoffe ist eine Messung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3482 mit Gaschromatographie-Massenspektrometriekopplung erforderlich. Diese Analysetechnik ermöglicht die Auftrennung sehr komplexer Stoffgemische und die Identifizierung der Einzelstoffe.

Dabei sind neben der benötigten Anzahl der Messungen weitere Aspekte wie Sorptionsprozesse im Raum und Aktivität der Nutzer zu berücksichtigen. Bei der Planung von Raumluftuntersuchungen kann die VDI-Richtlinie 4300, Bl. 1 "Messungen von Innenraumluftverunreinigungen/Allgemeine Aspekte der Messtrategie" (Gründruck 6/92) herangezogen werden.

Die Wirkung auf den Menschen, die sich durch die toxikologische Relevanz von Schadstoffen im Raum ergibt und die Dosis des "Schadstoffcocktails", denen der Mensch ausgesetzt ist, bleibt für den einzelnen Luftinhaltsstoff eine ernstzunehmende Gefahr, die in jedem Fall individuell beurteilt werden muß (Sick-Building-Syndrom).

#### 4.5 RLT-Anlagen in Krankenhäusern

Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern sollten den Anforderungen der DIN 1946, Teil 4, Dez. 89 entsprechen und gem. den in der DIN enthaltenen Auflagen betrieben und gewartet werden.

#### 4.5.1 Raumklassen

Für die in der DIN 1946, Teil 4 enthaltenen Raumklassen I + II sind für die jeweiligen Filterstufen entsprechende Filterklassen vorgeschrieben.

#### 4.5.2 Filterklassen/Filterstufen

Die erste Filterstufe (mindestens EU 4) dient der Reinhaltung der nachfolgenden Luftbehandlungselemente und der Kanäle bis zum Gerät und ist saugseitig in unmittelbarer Nähe der Außenluftöffnung anzuordnen.

Die zweite Filterstufe (mindestens EU 7), die bei raumlufttechnischen Anlagen der Raumklasse II gleichzeitig die letzte Filterstufe darstellt, wird im Gerät druckseitig angeordnet und dient zur Reinhaltung des Luftverteilungsnetzes und der im Luftverteilungsnetz enthaltenen Bauteile.

Die dritte Filterstufe (R bzw. S), sind unmittelbar am Zuluftauslaß anzuordnen. Für diese Filterstufe gelten die Partikel und Keimkonzentrationen gem. Abb. 3.

**Richt- und Grenzwerte für Partikel- und Keimkonzentrationen  
(für Partikel  $\geq 0,5 \mu\text{m}$ ) in der Zuluft von 3-stufigen  
RLT-Anlagen in Krankenhäusern**

Filterklasse 3. Filterst.	Partikelkonzentration (Part./m <sup>3</sup> )		Keimkonzentration (KBE/m <sup>3</sup> )	
	Richtwert	Grenzwert	Richtwert	Grenzwert
S-Filter	4.000	10.000	4	10
R-Filter <sup>1)</sup>	40.000	100.000	4	10
R-Filter <sup>2)</sup>	400.000	1000.000	4	10

<sup>1)</sup> Durchlaßgrad nach DIN 1946, Teil 4: 0,1 %

<sup>2)</sup> Durchlaßgrad nach DIN 24184 : 2,0 %

Abb. 3

#### 4.5.3 Filterwechsel

Die Filter sind spätestens bei Erreichen der zulässigen Enddruckdifferenz auszuwechseln. Nach jedem Wechsel der Filter in der dritten Filterstufe muß eine Kontrolle der Keim- und Partikelzahlen in der Zuluft erfolgen. Für die durchzuführenden Arbeiten bei einem Filterwechsel der dritten Filterstufe sind entsprechende hygienische Kontrollen gem. Abb. 4 durchzuführen.

## RLT-Anlagen nach DIN 1946, Teil 4/Raumklasse I Filterwechsel der dritten Filterstufe

1. Technische Abnahme  
Wechsel der 3. Filterstufen einschl. Dichtaltz u. Leckprüf.
  - Luftpartikelmessung der Zuluft für jeden Zuluftauslaß
  - Bestimmung der Strömungsrichtung zwischen Räumen
2. Grundreinigung der Räume
3. Abnahmeprüfung und Kontrollen durch den Hygieniker:
  - Desinfizierende Reinigung (Wischdesinfektion) der Zuluftauslässe und Zuluftkanäle hinter der dritten Filterstufe
  - Wischdesinfektion der Raumflächen
  - Begehung der RLT-Anlage
  - Mikrobiologische Untersuchung von Wasserreservolen
  - Luftkemmessung der Zuluft für jeden Zuluftauslaß

Abb. 4

### 4.5.4 Kenndaten der Filter

Zur Beurteilung der Filter müssen folgende Kenndaten bekannt sein:

- Filterklasse
- Filtergröße
- Nennvolumenstrom
- Anfangsdruckdifferenz
- Zulässige Enddruckdifferenz

Nach DIN 1946, Teil 4 sind die genannten Kenndaten der Filtereinheit gut sichtbar anzubringen.

### 4.6 Luftbefeuchtungseinrichtungen

Luftbefeuchtungseinrichtungen, die gem. DIN 1946, Teil 4 jeweils vor der zweiten Filterstufe anzuordnen sind, sind aus hygienischer Sicht sehr sensible Einrichtungen und müssen im Betrieb gut beobachtbar sein und besonders sorgfältig gewartet werden. Befeuchtungseinrichtungen sollten so geregelt werden, daß bei einem Anlagenstillstand oder bei Anlagen mit variablem Volumenstrom kein Feuchtigkeitseintrag in den Zuluftkanälen auftreten kann.

Umlaufsprühbefeuchter (s.g. Luftwäscher) sind aus hygienischer Sicht keine geeigneten Befeuchtungseinrichtungen für RLT-Anlagen in Krankenhäusern. Hier ist in jedem Fall die Dampfbefeuchtung vorzuziehen. RLT-Anlagen, die mit Umlaufsprühbefeuchtern betrieben werden, sind im Hinblick auf die Beeinträchtigung der Zuluft durch mikrobielle Verunreinigungen und durch chemische Wasserzusätze besonders gefährdet. Das eingespeiste Wasser sollte über Trinkwasserqualität verfügen.

Zur Verhinderung von Verkeimungen sind entsprechende Maßnahmen vorzusehen (z. B. UV-C Strahler). Bei einer chemischen Behandlung des eingespeisten Wassers muß die toxikologische Unbedenklichkeit des Zusatzmittels nachgewiesen werden können.

Sprüh- oder Dampfbefeuchter sollten aus hygienisch unbedenklichem Material hergestellt sein und sich durch eine leichte Reinigung und Austauschbarkeit auszeichnen. Dampfbefeuchter sollten in Bezug auf den Schadstoffeintrag entweder mit Reindampf beaufschlagt oder als Elektrodampfbefeuchter bei einer entsprechenden Behandlung des Zusatzwassers ausgerüstet sein. Luftbefeuchteranlagen sind so zu gestalten, einzubauen, betreiben und zu warten, daß eine gesundheitliche Gefährdung durch bakteriologische Keime (z.B. Legionellen) ausgeschlossen werden kann. Befeuchteranlagen sind periodisch zu reinigen und zu warten. Über die durchgeführten Arbeiten ist eine Kontrolle zu führen.

Beim Ausschalten der Anlagen ist das stehende Wasser abzulassen, Behälter und Auffangbecken sind zu reinigen und zu trocknen. Gleichrichter oder Tropfenabscheider sind ebenfalls auszubauen, zu reinigen und ggf. zu desinfizieren. Bei der Desinfektion dürfen nur hygienisch unbedenkliche Mittel verwendet werden, die in Verbindung mit Wasser und den verwendeten Werkstoffen der Anlagenkomponenten keine giftigen Rückstände hinterlassen bzw. chemische Reaktionen verursachen.

## 5. Messungen der Partikelkonzentrationen in "Reinen Räumen"

Die Reinraumgüte wird nach internationalem Standard VDI 2083, US Federalstandard 209 b, in denen die Verteilung der Maximalpartikelkonzentration definiert ist, bewertet und in Reinheitsklassen eingeteilt.

Die Partikelmessgrößen für die Überprüfung der Reinheitsklasse sind: 0,1 µm, 0,2 µm, 0,3 µm, 0,5 µm, 5 µm, 10 µm (Abb. 5).

Für endständige Filter in aseptischen OP's oder der Intensivmedizin sollten grundsätzlich Hochleistungs-Schwebstofffilter der Klasse S eingesetzt werden.

### *5.1 Leckprüfung mit Streulichtpartikelzähler*

Bei der Partikelkonzentrationsmessung muß gem. Blatt 3 der VDI Richtlinie 2083 rohluftseitig eine bestimmte Mindestpartikelkonzentration vorhanden sein. Diese beträgt für einen Streulichtpartikelzähler, der ein Prüfvolumenstrom von 28 l/min. fördert, mindestens  $3 \times 10^7$  Partikel/m<sup>3</sup> Luftstrom.

Bei dieser rohluftseitigen Konzentration und einer Sondenvorschubgeschwindigkeit von etwa 5 cm/s läßt sich ein mögliches Leck schon durch die Registrierung eines einzelnen Partikels feststellen.

Dies bedeutet, daß Leckprüfungen mit einem Partikelzähler nur von sorgfältig arbeitenden und entsprechend geschulten Meßtechnikern durchgeführt werden können.

Außerdem muß bei der Messung beachtet werden, daß auch kleine Turbulenzen im Strömungsschatten - z.B. im Bereich der Filterrahmen oder der Filteraufnahmeahmen - kurz nach der Inbetriebnahme noch längere Zeit Partikel aus der Zeit vor dem Einschaltzeitpunkt enthalten.

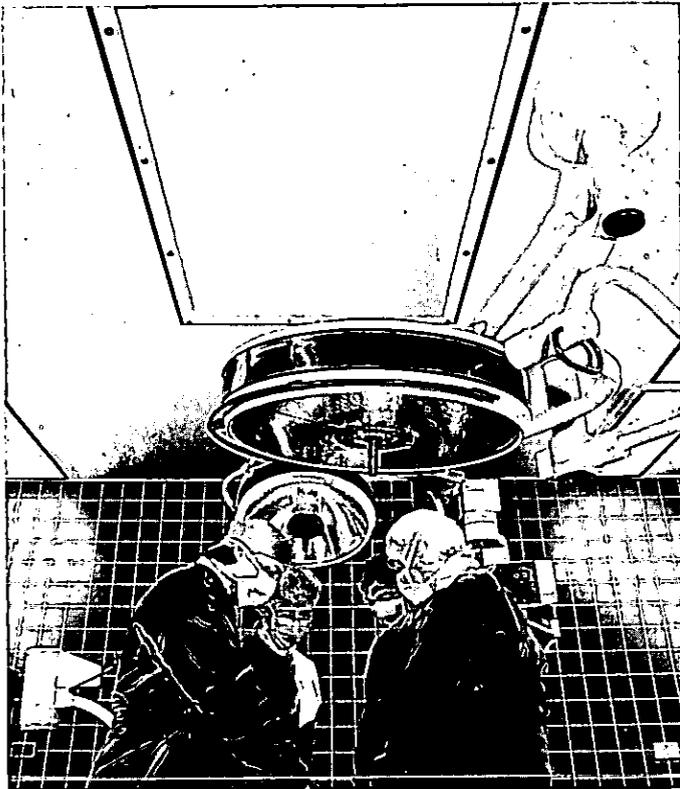
Das bedeutet, daß die Anlagen vor der Leckprüfung etwa 15-30 Minuten im Betrieb sein müssen, damit diese Turbulenzonen sauber gespült sind. Die Prüfung dieser kritischen Zonen mittels Partikelzähler muß sehr sorgfältig erfolgen, damit beim Prüfvorgang vom Prüfer selbst oder vom Prüfgerät abgegebene Partikel nicht zu falschen Messungen führen.

**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.



Technik für  
Mensch & Umwelt

## Dem Patienten zuliebe OP-Decken von ROM



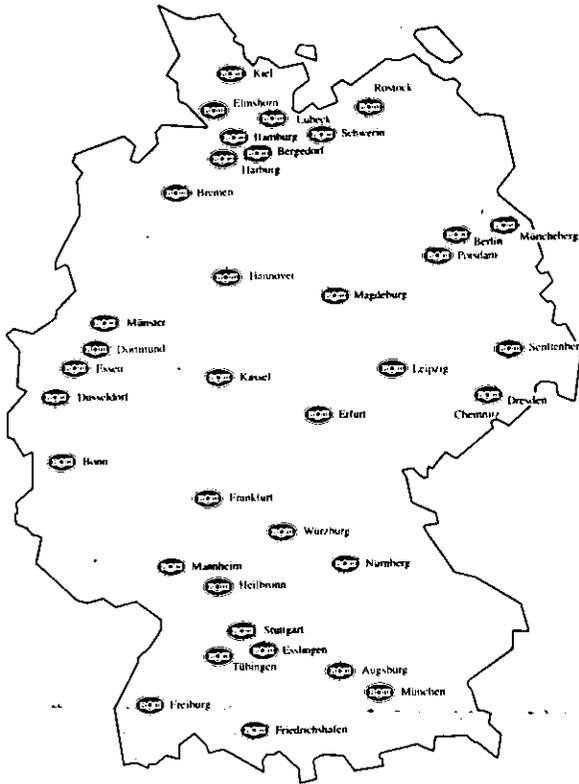
Keimfreie Luft strömt aus der ROM-OP-Decke, schirmt den Patienten ab, schützt vor Infektionen.

**ROM-Zentrale**  
RUD. OTTO MEYER  
Tilsiter Straße 162  
2000 Hamburg 70  
Telefon 040 / 69 49 - 0  
Telefax 040 / 69 49 - 25 90

# Wir sind ganz in Ihrer Nähe



Technik für  
Mensch & Umwelt



## Unser Leistungsspektrum

### Geschäftsbereiche:

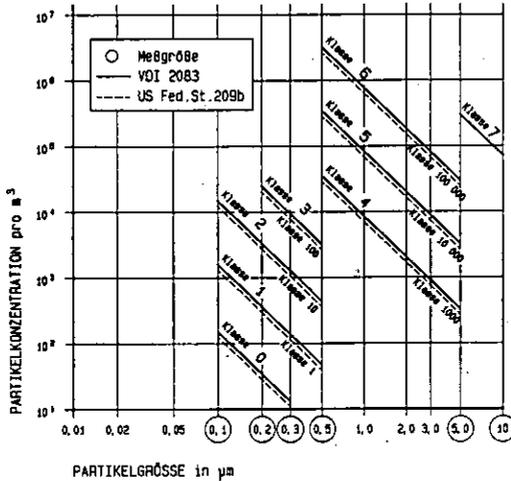
- Energietechnik
- Luft- und Klimatechnik
- MSR- und Elektrotechnik
- Rohrleitungssysteme
- Brandschutz
- Umwelttechnik
- Sanitärtechnik
- Schiff- und Dockbautechnik
- Umweltsimulation/  
Prüfstandtechnik
- Service
- Consulting

### Leistungsumfang:

- Beratung
- Planung
- Ausführung
- Service
- Forschung &  
Entwicklung

**ROM-Zentrale**  
RUD. OTTO MEYER  
Tilsiter Straße 162  
2000 Hamburg 70  
Telefon 040 / 69 49-0  
Telefax 040 / 69 49-25 90

# REINHEITSKLASSEN nach VDI 2083



Luft-Reinheitskl.		Max. Partikelkonzentration $m^{-3}$ (bzw. $ft^{-3}$ ) für Partikel $\geq$				
VDI 2083	US Fed. Std. 209b	0,1 $\mu m$	0,2 $\mu m$	0,3 $\mu m$	0,5 $\mu m$	5,0 $\mu m$
0		150	33	14		
1	1	$150 \times 10^1$ (35)	$33 \times 10^1$ (8)	$14 \times 10^1$ (3)	$4,5 \times 10^1$ (1)	
2	10	$150 \times 10^2$ (350)	$33 \times 10^2$ (75)	$14 \times 10^2$ (30)	$4,5 \times 10^2$ (10)	
3	100		$33 \times 10^3$ (750)	$14 \times 10^3$ (300)	$4,5 \times 10^3$ (100)	
4	1 000				$4,5 \times 10^4$ (1 000)	$0,03 \times 10^4$ (7)
5	10 000				$4,5 \times 10^5$ (10 000)	$0,03 \times 10^5$ (70)
6	100 000				$4,5 \times 10^6$ (100 000)	$0,03 \times 10^6$ (700)

Abb. 5

## 5.2 Arbeiten bis zur Inbetriebnahme

Gem. Abschnitt 3, Blatt 3 der VDI-Richtlinie 2083 ist bei der Abnahmeprüfung an Reinraumtechnischen Anlagen die Leckfreiheit der eingebauten Schwebstofffilter sowie deren Aufnahmerahmen und die Luftgeschwindigkeit einschl. ihrer Verteilung zu prüfen und die erforderlichen Werte sicherzustellen.

Bevor jedoch der Lecktest durchgeführt werden kann, muß die Einstellung und Überprüfung der Luftgeschwindigkeit der Erstluft sowie die Geschwindigkeitsverteilung vorgenommen und überprüft sein. Hierzu sind entsprechend empfindliche Luftgeschwindigkeitsmessgeräte notwendig, da Soll-Luftgeschwindigkeiten in Bereichen turbulenzarmer Verdrängungsströmung von 0,3 bis 0,5 m/s empfohlen werden. Es sind deshalb Messgeräte einzusetzen, die Luftgeschwindigkeitsunterschiede von 0,05 m/s anzeigen und registrieren können.

Für die erforderlichen Arbeiten bis zur Inbetriebnahme einschl. der Abnahmemessungen nach VDI 2083 sind entsprechende hygienische Prüfungen und Kontrollen gem. Abb. 6 durchzuführen.

## RLT-Anlagen nach DIN 1946, Teil 4/Raumklasse I Durchzuführende Arbeiten bis zur Inbetriebnahme

1. **Betrieb der RLT-Anlagen**
2. **Einsetzen der Luftfilter der dritten Filterstufe**
3. **Technische Abnahmeprüfung und technische Freigabe**
  - Begehung der RLT-Anlagen, Überprüfung der Zu- und Abluftvolumenströme für jeden Luftauslaß
  - Filter-Dichtsatz und Leckprüfung
  - Bestimmung der Strömungsrichtung zwischen den Räumen
  - Partikelkonzentrationsmessung der Zuluft für jeden Zuluftauslaß
4. **Grundreinigung der Räume**
5. **Abnahmeprüfung und Kontrollen durch den Hygieniker:**
  - Wischdesinfektion der Zuluftleitungen hinter der Filterstufe, der Zuluftauslässe und der Raumflächen.
  - Begehung der RLT-Anlage
  - Mikrobiologische Untersuchung von Wassereservoirien
  - Luftkeimmessung der Zuluft für jeden Zuluftauslaß

Abb. 6

### 6. Ausblick

Technische Wartung und Hygienewartung gehören bei raumlufittechnischen Anlagen in Krankenhäusern zu den Bereichen, die in Bezug auf die durchzuführenden Instandhaltungsaufgaben mit Rücksicht auf den Patienten in gemeinsamer Verantwortung zu erfolgen haben.

Bei der Einbeziehung und Vergabe von Fremdleistungen für Wartungsarbeiten oder bei der Vergabe für das komplette Betreiben von Anlagen ist eine vorherige sachkundige Beurteilung der betreffenden Anlagensysteme in Bezug auf die Nutzeranforderungen unerlässlich.

Die derzeitige Ausschreibungspraxis für die Vergabe von Fremdwartungen an hochsensiblen Anlagensystemen, die zudem häufig nicht redundant zur Verfügung stehen, muß neben den Standardtätigkeitsbeschreibungen nach AMEV oder VDMA auch andere Bereiche von Serviceleistungen enthalten.

Dies sind bspw. der Einsatz von Meßgeräten, wie z.B. Datenloggersysteme mit Computerauswertung, Videoskopie zur Untersuchung des Verschmutzungsgrades vorhandener Luftverteilsysteme sowie eine detaillierte Beschreibung über Art und Umfang beabsichtigter Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten.

Darüber hinaus sind Ausschreibungen in Bezug auf Vor- und Nachleistungen tangierender Gewerke oder bauseitiger Leistungen, die im Zuge auszuführenden Wartungsarbeiten zu koordinieren sind, zu ergänzen.

Referent: Klaus Below  
Billkoppel 10  
2077 Trittau

#### Schrifttum

- DIN 1946, T. 4 (12/89): RLT-Anlagen in Krankenhäusern  
VDI 2083, Bl. 1-3: Reinheitsklassen/Bau, Betrieb, Wartung/Messtechnik  
Kruppa, Rehork, Rüden: Hygienische Wartung von RLT-Anlagen / Krankenhaustechnik 6/90  
Kröling: Zur Problematik des "sick-building"-Syndroms / Allergologie 12/89  
Kröling: Untersuchungen zum "Building Illness"-Syndrom in klimatisierten Gebäuden / GI, Heft 3/87  
Arbeitsstättenrichtlinien, T. II, ASR 5, Lüftung, 10/79  
Schweizerische Unfallvers./Arbeitssicherheit zur Luftbefeuchtung / Bericht-Nr.: 44021.d (1/91)  
ASHRAE Journal, March 19/92, "CO<sub>2</sub>: An accurate IAQ - indicator ?"  
Healthy Buildings, 1 Jahrg. Nr. 3 / Gassensoren zur Überwachung der Raumluftbelastung  
Wensing, TÜV-Norddeutschland e.V., Institut für Chemie und Umweltschutz: Bericht 128 CC 12 210  
CCI 7/92 und VDI Nachrichten Nr. 23 6/92: Symposium "Schadstoffbelastungen in Innenräumen"  
Tagung in Düsseldorf am 30./31. 03 92.

Umrüstung der RLT-Kälte nach der FCKW-Halon-Verbotsverordnung:  
Turbo- und Kolbenkaltwassersätze

---

FCKW-Problem

Die weltweite Sorge wegen der ozonschädigenden Wirkung von FCKW's (Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe) hat in der BRD nicht nur zu der FCKW-Halon-Verbotsverordnung geführt, sondern auch die Verbraucher zum Umdenken gebracht. Es werden möglichst kurzfristig Ersatzstoffe sowie klimatische Produkte gefordert, die dieser Verbotsverordnung Rechnung tragen.

Die Entwicklung der Ersatzstoffe ist noch nicht abgeschlossen, insbesondere nicht eine Erprobung dieser Ersatzstoffe in klimatechnischen Produkten. Es sind aber kurzfristig Techniken notwendig, um das Entweichen von FCKW aus den bestehenden Kälte- und klimatechnischen Anlagen zu vermeiden, sowohl beim Betrieb als auch bei Reparaturen und Wartung.

Die Industrie hat schnell reagiert und wir sind heute in der Lage, dem Betreiber neue, effiziente Kontrollsysteme anzubieten, die das Entweichen der FCKW's in die Atmosphäre drastisch einschränken und außerdem den Vorschriften und Richtlinien bezüglich Betrieb und Wartung bestehender Klima- und Kältetechnischer Anlagen entsprechen.

Bevor ich im einzelnen auf diese Kontrollsysteme eingehe, möchte ich kurz nochmals die FCKW-Halon-Verbotsverordnung in Erinnerung bringen (siehe Bild 1).

Kälte- mittel	Bezeich- nung	chem Formel	Ozon- Zerstörungs- Potential (OZP)	Neu-Anlage verboten ab	evtl Ersatz für
FCKW	R11	C Cl <sub>2</sub> F	1 = 100%	11.1992 mehr als 5kg	
	R12	C Cl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1 = 100%		
	R13	C <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	0,9 = 90%		
	R14	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	0,7 = 70%		
	R500	73,8% R12	0,7 = 70%		
R502	51,2% R13	0,2 = 20%			
H-FCKW	R22	CH Cl F <sub>2</sub>	0,05 = 5%	11.2000	R11, R12

Übergangsvorschrift: Verbot gilt nur für Neu-Anlagen Die alten Kältemittel FCKW dürfen bis zur Außerbetriebsetzung des Anlagenbestandes hergestellt werden!

Bild 1 | FCKW - Halon-Verbotsverordnung v. 6 Mai 1991  
Verbotstafel

Zusätzlich werden inzwischen außer den OZP's auch die Treibhauspotentiale GWP (global warning potential) der Kältemittel beachtet (siehe Bild 2).

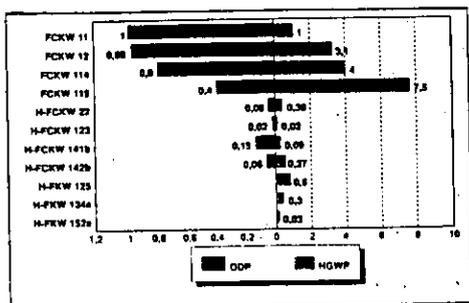


Bild 2 Relative Ozonabbaupotentiale (ODP) und Treibhauspotentiale (HGWP)

Nach dem derzeitigen Stand der Forschung können von den nicht verbotenen Kältemitteln lediglich R 123 als Ersatz für R 11 und R 134a als Ersatz für R 12 in Erwägung gezogen werden, sofern die toxikologischen Untersuchungen erfolgreich abgeschlossen werden können. Beide Kältemittel sind jedoch nicht einfach austauschbar, da kostenträchtige konstruktive Änderungen an bestehenden Maschinen durchzuführen wären. Außerdem verschlechtert sich der Wirkungsgrad der Kältemaschinen beim Einsatz um ca. 5 bis 12 %.

Der Gesetzgeber hat diese Problematik klar erkannt und deshalb eine Übergangsvorschrift erlassen, die den Betrieb von bestehenden Anlagen mit FCKW's bis zur Außerbetriebsetzung des Anlagenbestandes ausdrücklich erlaubt. Die entsprechenden FCKW's werden auch weiterhin erhältlich sein, aber zu drastisch ansteigenden Preisen. Um so wichtiger ist es, Maßnahmen zur FCKW-Verlustreduzierung zu ergreifen.

### 1. Umrüstung an R 11 Turbokältemaschinen

Abgesehen von unvorsichtig durchgeführten Wartungsarbeiten bei geöffnetem Kältekreislauf verlieren Turbokältemaschinen mit dem Kältemittel R 11 besonders durch die Entlüftungseinheit und im Winterstillstand größere Mengen an Kältemittel. Nach einer Statistik der Hersteller liegen diese Verluste in Deutschland bei ca. 200 Tonnen im Jahr (3).

#### a) Hochleistungs-Entlüftungseinheit mit FCKW-Recycling Typ PREVENT

PREVENT (Bild 3) ist eine Hochleistungsentlüftungseinheit. Bei den bisherigen Entlüftungseinheiten an Turbokältemaschinen mit den Kältemitteln R 11 und R 113 wurde mit dem Ausstoß von 1 kg nicht-kondensierbaren Gasen 3 kg Kältemittel in die Atmosphäre emittiert.

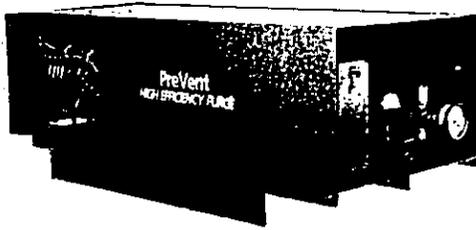


Bild 3 Hochleistungs-Entlüftungseinheit mit Recycling ( Prevent )

PREVENT verringert den Ausstoß von Kältemittel auf weniger als 0,1 kg je kg nicht-kondensierbare Gase.

Sie kann ohne Probleme und mit einfachem Montageaufwand an jeder Niederdruck-Turbokältemaschine nachgerüstet werden. Die komplette Einheit ( L x B x H: 1070 x 460 x 330 mm ) kann direkt auf der Maschine aufgebaut werden und benötigt so keinen zusätzlichen Platz.

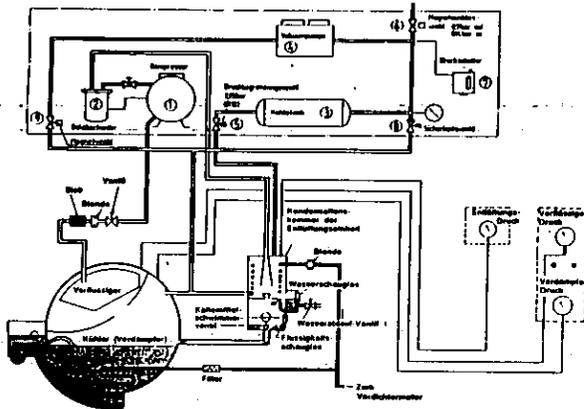


Bild 4 Hochleistungs-Entlüftungseinheit mit Recycling ( Prevent )

PREVENT besteht aus folgenden Komponenten (Bild 4):

- halbhermetischer Kompressor mit Schauglas (1)
- Ölabscheider (2)
- Filterbehälter mit Aktivkohle, kurz Kohletank (3)
- Vakuumpumpe (4)
- Druckbegrenzungsventil (5)
- Ausblasventil (6)
- Druckschalter (7)
- Sicherheitsventil (8)
- Magnetventil (9)

Nachstehend wird die Funktionsweise der Einheit kurz zusammengefaßt:

Der Kompressor saugt das gasförmige Kältemittel und die nicht-kondensierbaren Gase aus dem Verflüssiger und drückt sie in die Kondensationskammer der vorhandenen Entlüftungseinheit. Wird hier ein Druck von ca. 3,15 bar (bei R 11) erreicht, so öffnet das Druckbegrenzungsventil (5) und das Gas strömt in den Kohletank (3), wo das Kältemittel absorbiert wird. Die nicht-kondensierbaren Anteile steigern den Druck im Behälter und beim Erreichen von 0,7 bar öffnet das Ausblasventil (6), sodaß das jetzt nahezu kältemittelfreie Gas abströmen kann. Ist der Druck auf 0,14 bar gefallen, schließt das Ausblasventil. Danach startet die Vakuumpumpe für eine fest eingestellte Zeit von 10 Minuten und pumpt das Kältemittel aus dem Kohletank über das Magnetventil (9) in den Verdampfer zurück. Durch einen Impulszähler wird die Anzahl der Zyklen gezählt. Treten mehr als 3 Zyklen pro Tag auf, ist eine Leckkontrolle erforderlich.

Ein Sicherheitsventil (8) schützt das System bei Störungen am Druckschalter oder Magnetausblasventil. Es ist mit dem Verdampfer verbunden.

Die Vorteile dieses Systems liegen klar auf der Hand. Durch das Zurückgewinnen von Kältemittel aus dem Kohletank wird der FCKW-Ausstoß auf ein Bruchteil gesenkt, ein erheblicher Teil an Betriebskosten gespart und ein wichtiger Beitrag zum Schutz der Ozonschicht geleistet. Mit drastisch steigenden FCKW Preisen wird sich der Einsatz dieses Systems erstaunlich schnell amortisieren.

b) Umpumpsystem mit Lagertank  
Typ RMS

Die RMS-Anlage ist ein in sich geschlossenes Umpumpsystem mit Lagertank, welches die Möglichkeit bietet, in der Stillstandszeit der Maschine sowie bei Service- und Reparaturarbeiten das Kältemittel abzusaugen, zu speichern und zu reinigen.

Gerade die Zwischenlagerung von Kältemittel während der Wartungs- und Reparaturarbeiten von Turbos führt zu größeren Verlusten, die aufgrund der FCKW-Halon-Verbotsverordnung und der damit verbundenen Umweltproblematik nicht mehr akzeptiert werden können.

Das Umpump-System besteht aus folgenden Komponenten:

- A - Speichertank mit Heizung (1000 W)
- B - Montagebohrung
- C - Zubehörkasten für Schläuche, Ventile, etc.
- D - Kondensator
- E - Vakuumpumpe
- F - Niveauanzeige
- G - Flüssigkeitsventil
- H - Schauglas

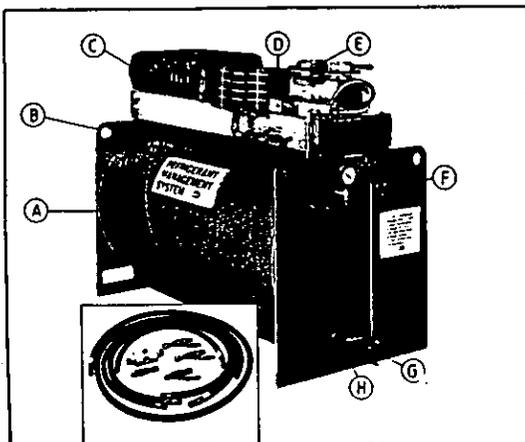


Bild 5 Umpumpsystem mit Speichertank  
(RMS Refrigerant Management System)

Für größere Kältezentralen mit mehreren Turbokältemaschinen ist eine transportable Ausführung mit Rollen erhältlich.

Nachstehend wird die Funktionsweise kurz beschrieben:

Die Verbindungsleitungen zwischen der Maschine und dem Umpump-System bestehend aus kältemittel-beständigen Schläuchen, die an entsprechende Ventile angeschlossen werden.

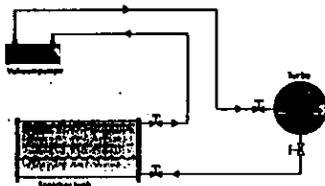


Bild 6 RMS-System  
Einfüllen v flüssigem Kältemittel

Um das Kältemittel aus der Maschine zu entfernen, wird die Vakuumpumpe mit ihrer Saugseite an den Tank angeschlossen und erzeugt dort ein Vakuum, so daß das Kältemittel frei aus der Maschine in den Tank fließt (Bild 6). Um das verbliebene gasförmige Kältemittel von der Maschine in den Tank zu füllen (Bild 7), wird zwischen Vakuumpumpe und Speichertank ein Kondensator geschaltet. Hier wird das Kältemittel verflüssigt und kann so ebenfalls in den Tank fließen. Durch ein Umschließen der Schläuche ist es ohne Probleme möglich, das Kältemittel wieder in die Maschine zurückzuführen.

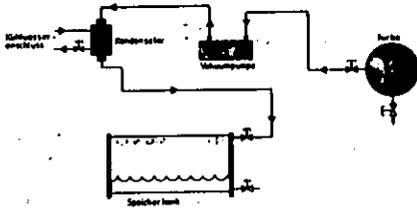


Bild 7 RMS-System  
Einfüllen v. gasförmigem Kältemittel

Ein notwendiger Ölwechsel gestaltet sich sehr einfach (Bild 8). Mittels der am Behälter angebrachten Heizung ist man in der Lage, das Kältemittel vom Öl zu trennen, so daß über die Vakuumpumpe lediglich das gasförmige Kältemittel abgesaugt und über den Kondensator flüssig wieder in die Maschine gefüllt wird. Das alte Öl kann nunmehr ohne Probleme aus dem Tank entsorgt werden.

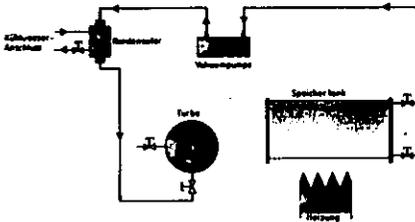


Bild 8 RMS-System Ölabscheidung

Durch Zwischenschalten eines Filtertrockners (Bild 9) ist es weiterhin möglich, das im Inneren befindliche Wasser zu separieren und so getrocknetes Kältemittel in die Maschine zu füllen.

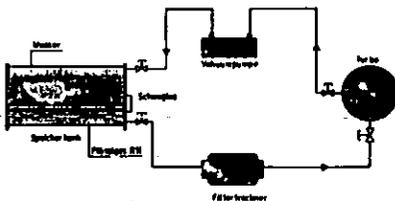


Bild 9 RMS-System Trocknung

## 2. FCKW-Warnanlage

Für den Weiterbetrieb von Kälteanlagen heißt es in § 8 "Es ist verboten, entgegen dem Stand der Technik die in Kälteanlagen enthaltenen Stoffe in die Atmosphäre entweichen zu lassen."

Hierfür ist gemäß den VDMA-Blättern 24 243 Teil 2 in Anlehnung an die DIN 8975 Teil 10 eine regelmäßige Wartung und regelmäßige Dichtheitskontrolle mindestens alle 3 Monate erforderlich. Eine permanente Kontrolle der Dichtheit ist nach dem Stand der Technik durch den Einsatz von Gaswarnanlagen möglich (Bild 10).

Die wesentlichen Bestandteile sind je nach Ausführung: Wandaufbaugehäuse oder Rack für Schaltschrank-Einbau, mit Meßeinschüben und entsprechenden Fühlern. Als Zubehörteile sind ebenfalls Notstromversorgung, Schlüsselschalter, Signalgeräte oder potentialfreie Kontakte zur Weiterleitung an eine DDC oder ZLT erhältlich.

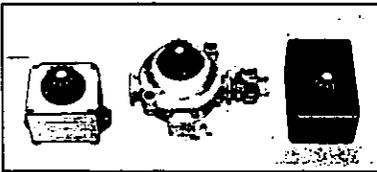
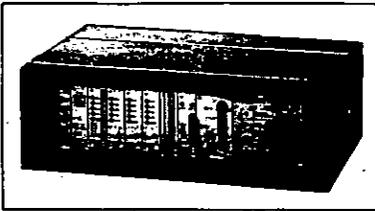
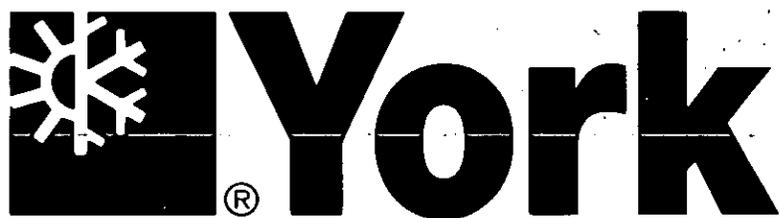


Bild 10 | FCKW Warnanlage

Die Fühler arbeiten in der Regel mit einem halbleitenden Zinn-Dioxid-Material und besitzen eine hohe Zuverlässigkeit. Die Alarmwerte für R 11 liegen bei 0,5 - 1,0 Vol. %, für R 22 bei 0,1 bis 0,2 Vol. %, wobei man hier einen Voralarm und einen Hauptalarm hat. Der Voralarm hebt sich von selbst wieder auf, der Hauptalarm wird weitergeleitet.

Durch geeignete Platzierung der Fühler in der Ausblasleitung, in der Nähe der Abluft oder aber an der Maschine ist eine Überwachung des Maschinenraumes gegeben und Leckagen können frühzeitig erkannt werden.

***Service für die gesamte  
technische Gebäudeausrüstung***



**geht neue Wege!**

bitte blättern Sie um

## **Systemlösungen für**

- \* Industriekälte**
- \* Energietechnik**
- \* Klimakälte**
- \* Umweltsimulationen**
- \* Lebensmittelkälte**
- \* Gewerbekälte**

 **York Deutschland**

**YORK INTERNATIONAL GmbH**

Gottlieb-Daimler-Straße 6 · D-6800 Mannheim 1 · Postfach 100465  
Telefon 06 21/46 81 · Telex 462 438 · Telefax 06 21/46 86 54

Berlin	0 30/60 09 05-0	Köln	02 21/4 98 75-0	Potsdam	00 37/33-8 81 54
Essen	02 01/36 40 00	Leipzig	00 37/41-3 88-23 87	Saarbrücken	06 81/6 74 94
Frankfurt	0 69/4 10 60	Mannheim	06 21/4 68-0	Stuttgart	07 11/7 70 94-0
Hamburg	0 40/4 31 70 10	München	0 89/7 80 48-0	Zürich	01/8 36 70 11
Hannover	05 11/6 78 04-0	Nürnberg	09 11/2 02 21	Wien	02 22/67 36 24-0

### 3. Umrüstung durch Alternative Technologien

Die größte Anzahl der in Deutschland installierten Turbo-Kälteanlagen wurde in den 70er Jahren installiert. In vielen Fällen stellt der Betreiber deshalb Überlegungen an, diese Maschinen zu ersetzen. Im Hinblick auf die noch nicht abgeschlossenen Langzeituntersuchungen von möglichen Ersatzstoffen und deren Verträglichkeit mit Kältemaschinen und Kälteölen bietet der Markt für die nächsten Jahre als beste Alternative Maschinen mit R 22 an.

Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang ein für NRW im September 1991 herausgegebenes Ministerialblatt, welches folgende Empfehlung enthält.

1119

F 4763 A



## MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

44. Jahrgang | Ausgegeben zu Düsseldorf am 18. September 1991 | Nummer 68

### 1 Planung von Neu- und Ersatzmaßnahmen

#### 1.1 Kälteanlagen, Wärmepumpen

- Bei der Planung von Kälteanlagen sind konstruktive Lösungen mit geringer Kältemittelfüllmenge anzustreben.
- Vollhalogenierte Kältemittel (z. B. R 11, R 12) sind ab sofort nicht mehr einzusetzen.
- Solange keine anderen Kältemittel durch das Umweltbundesamt bekanntgegeben werden, ist als Kältemittel R 22 einzusetzen. Dieses ist in Turbo-, Kolben- und Schraubenverdichter anwendbar.
- Das Kältemittel R 717 (Ammoniak, NH<sub>3</sub>) soll bei geeigneten baulichen Voraussetzungen und fachlich gesichertem Betrieb berücksichtigt werden.
- FCKW-freie Absorptionssysteme sind zu bevorzugen.
- Bei Kälteanlagen (Kompressions-Kälteanlagen) sind hermetische bzw. halbhermetische Verdichter bevorzugt zu verwenden.
- Zur Vermeidung hoher Spitzenkühlleistungen ist der Einsatz von Kältespeichern zu untersuchen.

Bild 11

Auszug aus Ministerialblatt

In Anlehnung an dieses Ministerialblatt wurden in den letzten Jahren verstärkt ältere Turbokältemaschinen durch Kolbenkältemaschinen (ca. 50 % der alten Turbo-Leistung) mit Eisspeichern (ca. 50 % der Leistung) ersetzt.

Die Ozongefährdung durch z. B. 450 kg R 11 oder R 12 (FCKW = Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoff) wird hierbei bei gleicher Anlagengröße auf unter 1 % gesenkt; mit Eisspeichern und dem Kältemittel R 22, siehe (1).

### 3.1 Parallelschaltung von Kaltsolesatz und Eisspeicher

Eine zweckmäßige Schaltung wird in Bild 12 angegeben, mit Darstellung des reinen Entladebetriebs in der Spitzenlastzeit. Diese Betriebsart wird vom Maximumwächter oder täglich ab ca. 13.00 Uhr gewählt, um die Eisspeicher möglichst leerzufahren und den billigen Nachtarif zum Nachladen zu nutzen.

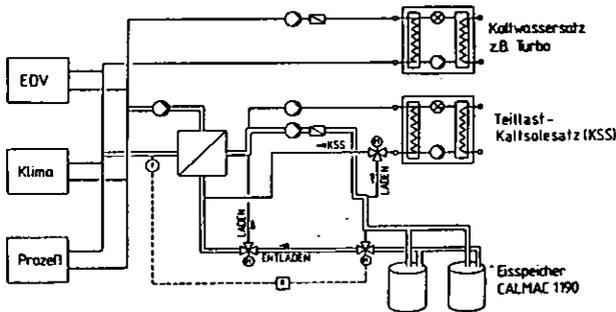


Bild 12 Ersetzen eines Turbokaltwassersatzes (R 11) durch Kolben-Kaltwassersatz (R 22) und Eisspeicher

In den Morgenstunden wird dagegen der Kaltsolesatz mit der Pumpe allein über den Plattentauscher auf das Kaltwassernetz geschaltet und der Eisspeicher geschont.

Die zwei Umschaltmotorklappen fahren nachts in die Stellung "Laden", wobei der Kaltsolesatz mit der dazugehörigen Pumpe Sole -5/-1 grad. C durch die Kunststoffrohre des runden Eisspeichers pumpt und damit das sich um die Rohre befindende Wasser anfriert. Dies erfolgt so lange, bis das stehende Wasser im Eisspeichertopf (aus PE = Polyäthyl) kompakt eingefroren ist; dann schaltet die Kältemaschine beim Unterschreiten der Rücklauftemperatur unter -3 grad. C automatisch ab.

Der Eisspeicher ist ein rein passives Element und benötigt keine Eisdickenmesser oder sonstige elektrische Überwachungsorgane.

### 3.2 Lastspitze im elektr. Netz senken

Fast alle Krankenhäuser haben wegen der hohen inneren Wärmelasten durch EDV und OP-Räume sowie Außenluft-Abkühlung in den letzten Jahren ihre elektrische Leistungsspitze im Sommer, nicht mehr im Winter. Sie kann durch das teilweise Abschalten der Kälteerzeugung am Tag und Versorgung aus Eisspeichern im geschilderten Sinne gesenkt werden.

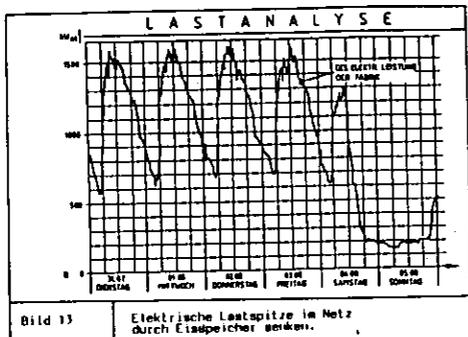


Bild 13 Elektrische Lastspitze im Netz durch Eisspeicher senkern.

Diese elektr. Spitzenlastsenkung ist im Bild 13 noch einmal anschaulich gezeigt. Sie ist ein interessanter Nebeneffekt der FCKW-Reduzierung beim Ersatz des R 11 oder R 12 Turbos. Der Ersatz eines alten R 11/12 Turbos kann daher sogar durch die Eisspeicher wirtschaftlich werden, so daß durch die Einsparung in der jährlichen Stromrechnung diese Investition nicht nur eine Ersatzinvestition sondern eine echte Rationalisierungsinvestition mit Amortisationszeiten von 2 bis 5 Jahren ist. Für Details wird hierbei auf die Literatur (2) verwiesen.

#### Schrifttum

- (1) H.U. Amberg: Die Auswirkungen des FCKW-Problems auf den Praktiker  
Sonderdruck aus "Ki Klima-Kälte-Heizung",  
18 Jahrgang, Heft 10/1990, Seite 422 - 426
- (2) H.U. Amberg: Stromkostensenkung durch Eisspeicher  
Elektrowärme international, 46. Jahrgang,  
Heft A3/1988, Seite A 73 - A 77
- (3) K. Hartmann: Ingenieure müssen umdenken  
Sonderdruck aus CCI, Heft 6/92

#### Verfasser

Dr.-Ing. H. U. Amberg und Ing. grad. D. Bachmann  
GfKK, Gesellschaft für Kältetechnik-Klimatechnik mbH  
Dieselstr. 7, 5000 Köln 40

# Möglichkeiten und Grenzen der Energieeinsparung bei der Klimatisierung von OP-Abteilungen

von Dr.-Ing. Peter Schmidt, Reiskirchen

## 1 Einführung

Fast alle Diskussionen um die Klimatisierung von Krankenhäusern haben den Energieverbrauch der Anlagen und deren Betriebskosten zum Inhalt, überraschend zudem vornehmlich beschränkt auf die OP-Abteilungen, noch mehr auf die OP-Räume selbst. Diese Diskussionen entstanden nach dem Erscheinen der vorletzten Ausgabe der DIN 1946 Teil 4 [1] vom April 1978. Sie setzten sich fort während der gesamten Überarbeitung dieser Norm und verstummten auch nicht nach dem Erscheinen der derzeit gültigen Fassung dieser Norm [2] vom Dezember 1989. Schwerpunkt der Überarbeitung der Norm war daher die Überprüfung aller Anforderungen hinsichtlich möglicher Abminderungen mit dem Ziel, den Energieverbrauch zu senken.

In der öffentlichen Diskussion wie bei der Neubearbeitung der DIN 1946 Teil 4 standen dabei folgende Themen im Mittelpunkt:

- die freie Temperaturwahl in OP-Räumen,
- die Verwendung von Umluft und zu welchem Anteil,
- die Reduzierung des Zuluftvolumenstroms in OP-Räumen und
- die Reduzierung des Anlagenbetriebes in der Außerbetriebszeit bis zur völligen Abschaltung.

	Apr. 1978	Dez. 1989
Raumlufttemperatur [°C]	21...24	22...26
Außenluftanteil [%]	100	50
Zuluft Außerbetriebszeit [m³/h]	1200	400
Energiebedarf [MWh/a]	74,2	30,1
[%]	247	100
Energiekosten [DM/a]	8.250	3.680
[%]	224	100

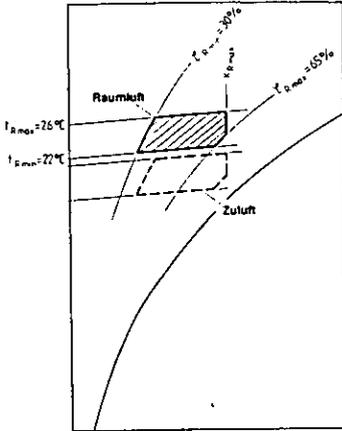
**Tabelle 1:** Einfluß der Normenausgabe DIN 1946 Teil 4

Die in Tabelle 1 gezeigte Gegenüberstellung läßt erkennen, daß mit der Anwendung der Neuausgabe der Norm der Energieverbrauch für die Klimatisierung eines üblichen OP-Raumes drastisch reduziert werden kann, und zwar auf 40 %. Dieses gilt in fast gleicher Weise auch für die Energiekosten. Diese Erkenntnisse stehen im Widerspruch zu dem

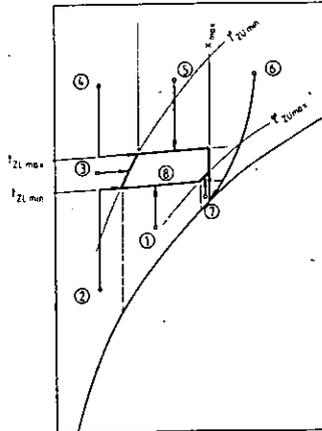
Eindruck der häufig bei der öffentlichen Diskussion über diese Normausgabe erweckt wird.

## 2 Energieverbrauch zur OP-Klimatisierung

**Bild 1** zeigt im bekannten  $h_x$ -Diagramm die in DIN 1946 Teil 4 für OP-Räume geforderten Grenzwerte der Raumluftzustände, wobei bekanntermaßen eine freie Temperaturwahl zwischen 22 und 26°C möglich sein muß, während die jeweilige Feuchte so gewählt werden kann, daß der minimale Energieaufwand ermöglicht wird. Abhängig von der jeweiligen Kühllast des OP-Raumes ergibt sich analog ein Feld der möglichen Zulufttemperaturzustände, welches unterhalb des Raumluftfeldes liegt und welches in **Bild 1** gestrichelt gezeichnet ist. Selbstverständlich kann die Kühllast und damit die Zulufttemperaturdifferenz über die Betriebszeit der Anlagen schwanken. Die in OP-Räumen auftretende Feuchtebelastung ist im allgemeinen so gering, daß sie für eine Abschätzung des Energieverbrauchs vernachlässigt werden kann.



**Bild 1:** Raumluft-Konditionen für OP-Räume



**Bild 2:** Zuluftaufbereitung für OP-Räume

In **Bild 2** sind ebenfalls im  $h_x$ -Diagramm alle möglichen Außenluftzustände und die jeweils erforderlichen Zuluftaufbereitungsmaßnahmen dargestellt. Bei den angegebenen Außenluftzuständen kann es sich auch um die Mischpunkte von Außenluft und Umluft handeln. Diese Darstellung unterstellt eine Dampfbefeuchtung. Sie geht ansonsten davon aus, daß die geforderten Zuluftzustände, das heißt im wesentlichen der Rand des dargestellten Zuluftfeldes mit minimalem Energieaufwand erreicht wird. Bei der gleichzeitigen Kühlung und Entfeuchtung (Feld 6) wird auf den Taupunkt gekühlt und nachgeheizt. Liegen die Luftzustände vor der Luftaufbereitung im Feld 8, so erfolgt selbstverständlich keine thermodynamische Luftbehandlung.

Unter Zuhilfenahme der Häufigkeiten der Außenlufttemperatur und der absoluter Außenluftfeuchte nach DIN 4710 [3] kann der Jahresenergieverbrauch z.B. für Frankfurt am Main und für beliebig zu wählende Maximal- und Minimalwerte für die Raumlufttemperatur und die relative Luftfeuchte mittels geeigneter Programme leicht berechnet werden. Zur Ermittlung der Zulufttemperaturdifferenz wird eine frei wählbare Kühllast und die Temperaturerhöhung des Zuluftventilators berücksichtigt, nicht jedoch eine zusätzlich denkbare Wärmerückgewinnung zwischen Außenluft und Fortluft.

- Betriebszeit (250 d/a, 10 h/d):

Temperatur	22...26°C
Feuchte	30...65%, < 11.5 g/kg
Zuluft	2400 m <sup>3</sup> /h
Außenluft	1200 m <sup>3</sup> /h
Kühllast	3000 W
Druckverlust	500 Pa

- sonst (Rest des Jahres):

Temperatur	> 22°C
Feuchte	ungeregelt
Zuluft	400 m <sup>3</sup> /h
Außenluft	400 m <sup>3</sup> /h
Kühllast	0 W
Druckverlust	500 Pa

keine Kühlung

keine Be- oder Entfeuchtung

- besondere Ausstattung:

elektrische Dampfbefeuchtung  
keine Wärmerückgewinnung

- Wirkungsgrade:

Heizen + Kühlen	70%
Befeuchten	85%
Ventilator	60%

- Energiekosten:

Heizen + Kühlen	0.10 DM/kWh
Strom	0.25 DM/kWh

- Wetterdaten:

Frankfurt/Main nach DIN 4710

**Tabelle 2:** Voraussetzungen zur Untersuchung des Jahres-Energieverbrauchs und der -kosten für die Klimatisierung von OP-Räumen

In **Tabelle 2** sind die Berechnungsgrundlagen für die Ermittlung des Jahresenergieverbrauchs für einen typischen OP-Raum bei Anwendung der gültigen Normenausgabe

DIN 1946 Teil 4 [2] zusammengestellt. Da die geforderte freie Temperaturwahl bei einer solcher Berechnung nicht nachgebildet werden kann, wird unterstellt, daß im statistischen Mittel eine Temperatur von 24°C gewählt wird und daß die willkürlich über das Jahr verteilte Temperaturwahl den gleichen Energieverbrauch nach sich zieht wie die Berechnung für diesen Mittelwert.

### 3 Vergleich alte und neue Norm

Die in **Tabelle 1** angegebenen Energiebedarfs- und Energiekostenunterschiede zwischen der Anwendung der alten und der neuen Norm haben ihre Ursache geringfügig in den geänderten Raumlufttemperaturanforderungen, zum erheblichen Teil allerdings in der Zulassung von 50 % Umluft und in der erheblichen Reduzierung der Zuluftvolumenströme in der Außerbetriebszeit.

Bekanntermaßen läßt die DIN 1946 Teil 4 [2] vom Dezember 1989 bei endständiger Filtrierung, wie sie heute in OP-Abteilungen als Stand der Technik anzusehen ist, eine Reduzierung der Zuluftvolumenströme auf das Maß zu, welches erforderlich ist, um die hygienisch notwendige Überströmung zu den Nachbarräumen aufrecht zu erhalten. Für einen üblichen OP-Raum reichen dazu 400 m<sup>3</sup>/h aus. Die hygienisch notwendige Überströmung ist nur durch Verwendung von Außenluft zu erzielen. Bei diesen geringen Außenluftvolumenströmen in der Außerbetriebszeit empfiehlt sich die anlagenmäßige Trennung der Klimatisierungsaufgabe und der Sicherung der hygienisch notwendigen Überströmung, siehe SCHMIDT [4].

		neue Norm		alte Norm	
		Energiebedarf [MWh/a]	Energiekosten [DM/a]	Energiebedarf [MWh/a]	Energiekosten [DM/a]
		30,1	3.680	74,2	8.250
Heizen	(%)	77	63	88	79
Befeuchten	(%)	8	17	5	11
Kühlen	(%)	8	7	4	4
Fördern	(%)	7	13	2	6
Betriebszeit	(%)	52	62	45	50
Außerbetriebszeit	(%)	48	38	55	50

**Tabelle 3:** Anteile des Jahres-Energieverbrauchs und der -kosten

In **Tabelle 3** ist dieser Vergleich zwischen alter und neuer Norm detaillierter dargestellt. Man erkennt in beiden Fällen den dominierenden Energieaufwand für die Aufheizung der Außenluft. Das Befeuchten, Kühlen und Fördern der Luft hat gemessen daran nur einen geringen Anteil. Die Verhältnisse verschieben sich allerdings geringfügig bei den Energiekosten, soweit elektrische Energie eingesetzt wird (Befeuchten und Fördern). Interessant sind die Anteile des Energiebedarfs und der -kosten zwischen Betriebszeit und Außerbetriebszeit. Man erkennt, daß hier die Neuausgabe der Norm auch eine anteilige Verringerung des Aufwandes für die Außerbetriebszeit ergeben hat. Bei der Wür-

digung dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, daß die Betriebszeit nur 29 % eines Jahres ausmacht. Die dargestellten Anteile für die Außerbetriebszeit lassen allerdings auch erkennen, daß das völlige Abschalten der Anlage in der Außerbetriebszeit noch eine deutliche weitere Reduzierung des Energiebedarfs und der Energiekosten ermöglichte.

#### 4 Einflüsse auf den Energieverbrauch

Im nachfolgenden werden die obengenannten Schwerpunkte der Energiespar-Diskussion im einzelnen analysiert, wieweit diese wirklich geeignet sind, den Energiebedarf oder die Energiekosten nennenswert zu reduzieren.

##### 4.1 Raumsollwerte

Zur Frage der freien Temperaturwahl in OP-Räumen ist in **Tabelle 4**, ausgehend von dem Standardfall in Spalte 3, der Einfluß der Raumsollwerte gezeigt. Man erkennt an Spalte 2, daß eine Einschränkung des Raumfeuchtebereiches, wie es häufig allein durch eine ungenügende regelungstechnische Ausstattung geschieht, eine erhebliche Zunahme des Energiebedarfs und noch mehr der Energiekosten nach sich zieht. Dieses hat seine Ursache vor allem in der zusätzlichen Befeuchtung. Da diese elektrisch vorgenommen wird, erklärt sich auch die größere Zunahme bei den Energiekosten.

Raumlufttemperatur	[°C]	24	24	22...26	22...26
Raumluftfeuchte	[%]	50	30...65	30...65	20...65
Energiebedarf	[MWh/a]	44.2	30.1	26.9	25.4
	[%]	147	100	89	84
Energiekosten	[DM/a]	6.240	3.680	3.250	2.890
	[%]	170	100	88	79

**Tabelle 4:** Einfluß der Raumsollwerte

Wie andererseits die Spalte 4 ausweist, bewirkt die Aufgabe der freien Temperaturwahl, das heißt im wesentlichen, daß im Winter eine Raumtemperatur von 22°C und im Sommer eine solche von 26°C eingehalten wird, nur eine überraschend geringfügige Verringerung des Energiebedarfs und der Energiekosten. Diese Relation ist in einer Größenordnung, daß Ingenieure von sich aus nicht an der freien Temperaturwahl rütteln sollten, die von medizinischer Seite gefordert wird.

Wie die Spalte 5 zusätzlich zeigt, wäre eine weitere Reduzierung des Energiebedarfs und der Energiekosten möglich, wenn der untere Raumfeuchtesollwert auf 20 % reduziert würde, wie es DIN 1948 Teil 2 [5] zumindest vorübergehend zuläßt.

##### 4.2 Zuluftvolumenstrom

**Tabelle 5** zeigt den Einfluß des Zuluftvolumenstroms. Wiederum ist der Bezugsfall in Spalte 3 angegeben. Die von der DIN 1948 Teil 4 eröffnete Möglichkeit, den Zuluftvolu-

menstrom durch den Einsatz von Luftführungssystemen mit Verdrängungscharakteristik entsprechend deren Kontaminationsgrad zu reduzieren, ermöglicht im Extremfall einen Zuluftvolumenstrom von 1.200 m<sup>3</sup>/h. Wie die Spalte 2 ausweist, sind die damit erzielbaren Einsparungen völlig vernachlässigbar. Dieses ist möglicherweise auch eine Erklärung dafür, daß bislang von dieser Möglichkeit der Verringerung des Zuluftvolumenstroms in der Praxis kein Gebrauch gemacht wird.

Zuluftvolumenstrom	[m <sup>3</sup> /h]	1200	2400	7500	10700
Energiebedarf	[MWh/a]	29.6	30.1	33.5	38.2
	[%]	98	100	111	120
Energiekosten	[DM/a]	3.520	3.680	4.460	5.010
	[%]	96	100	120	136

**Tabelle 5:** Einfluß des Zuluftvolumenstromes

Tabelle 5 zeigt vielmehr, daß eine Erhöhung des Zuluftvolumenstroms nur eine unterproportionale Erhöhung des Energiebedarfs und der Energiekosten nach sich zieht. Wollte man ein Zuluftsystem mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung und ausreichend großer Deckenfläche von 3,0 x 3,0 m installieren, so wäre zu dessen Betrieb ein Zuluftvolumenstrom von ca. 7.500 m<sup>3</sup>/h erforderlich. Der in Spalte 5 angegebene Zuluftvolumenstrom von 10.700 m<sup>3</sup>/h bezieht sich auf ein Zuluftsystem, welches vor allem in Großbritannien für hochseptische OP-Räume eingesetzt wird.

Tabelle 5 zeigt insgesamt, daß die in der Vergangenheit feststellbare Bemühung, den Zuluftvolumenstrom in OP-Räumen zu begrenzen oder gar zu reduzieren, zumindest unsinnig ist, soweit der Energiebedarf oder die Energiekosten davon betroffen sind. Vielmehr erscheint es sinnvoll, zur Sicherung wirklich befriedigender hygienischer Verhältnisse vor allem in hochseptischen OP-Räumen den Zuluftvolumenstrom drastisch zu erhöhen, ohne daß dabei der Energiebedarf oder die Energiekosten in vergleichbarer Weise steigen. Entwicklungen im Ausland, z.B. in Großbritannien, in Skandinavien und in der Schweiz, sind hier als Vorbild zu sehen.

Der geringe Einfluß des Zuluftvolumenstroms auf den Energiebedarf ist vor allem darauf zurückzuführen, daß die damit einhergehende höhere Ventilatorleistung im wesentlichen Teil der Betriebszeit wie eine Elektroheizung wirkt. Dieses erklärt auch die höhere Zunahme der Energiekosten.

### 4.3 Außenluft-Umluft-Anteile

In Tabelle 6 soll zur Versachlichung der Diskussion des erforderlichen Außenluftvolumenstroms bei der Verwendung von Umluft dienen. In Spalte 3 ist wiederum der Bezugsfall angegeben, das heißt 50 % Außenluft. Die Spalte 2 entspricht im wesentlichen der Anwendung der alten Norm, also 100 % Außenluft. Erkennbar hat dieses gravierenden Einfluß auf den Energiebedarf und die Energiekosten. Die Spalten 4 und 5 zeigen andererseits, daß eine weitere Reduzierung des Außenluftvolumenstroms, wie sie auch nach dem Erscheinen der DIN 1946 Teil 4 vom Dezember 1989 immer noch

gefordert wird, nur einen vergleichsweise geringen Einfluß auf den Energiebedarf und die Energiekosten hat.

Außenluftvolumenstrom [m <sup>3</sup> /h]	2400	1200	800	400
[%]	100	50	33	17
Energiebedarf [MWh/a]	51.5	30.1	24.5	23.6
[%]	171	100	81	78
Energiekosten [DM/a]	6.190	3.680	2.990	2.780
[%]	168	100	81	76

**Table 6:** Einfluß des Außenluftvolumenstromes

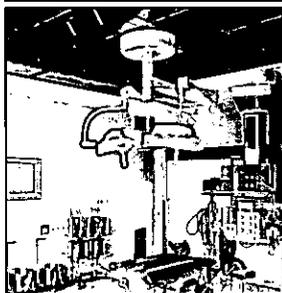
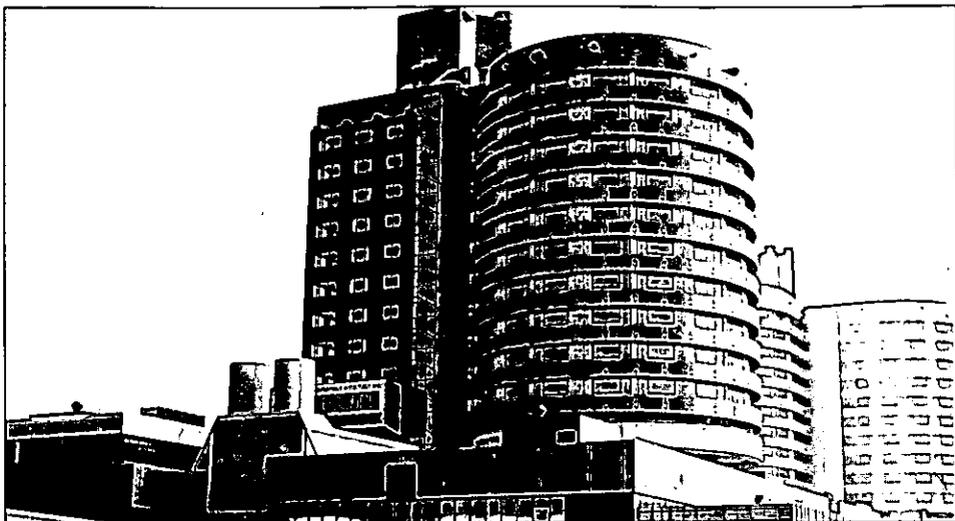
#### 4.4 Außerberlebszeit

Es wurde bereits dargestellt, daß ein erheblicher Anteil des Energiebedarfs und der Energiekosten in der Außerbetriebszeit anfallen. **Table 7** zeigt den Einfluß einer Änderung des Zuluftvolumenstroms in der Außerbetriebszeit. In dieser Tabelle ist der Bezugsfall in Spalte 5 angegeben. Dabei ist wie bei allen bisherigen Rechnungen unterstellt, daß die hygienisch notwendige Überströmung über eine separate Außenluftanlage vorgenommen wird, so daß deren Druckverlust auch in der Außerbetriebszeit den gleichen Wert wie in der Betriebszeit hat. Bei den übrigen Fällen ist eine entsprechende Verringerung des Druckverlustes berücksichtigt, weil unterstellt ist, daß der verminderte Zuluftvolumenstrom in der Außerbetriebszeit von der gleichen Anlage geliefert wird, die für die Betriebszeit vorgesehen ist.

Zuluftvolumenstrom [m <sup>3</sup> /h]	1200	800	400	400
Druckverlust [Pa]	125	55	15	500
Energiebedarf [MWh/a]	59.6	41.9	30.2	30.1
[%]	198	139	100	100
Energiekosten [DM/a]	6.610	5.090	3.600	3.680
[%]	180	139	98	100

**Table 7:** Einfluß des Zuluftvolumenstromes in der Außerbetriebszeit

Die Spalte 2 entspricht der Situation der Normenausgabe [1] vom April 1978, das heißt eine Reduzierung der Zuluftvolumenströme in der Außerbetriebszeit auf 50 %. Ausgehend von dieser Situation erkennt man, daß die neue Norm praktisch eine Halbierung des Energiebedarfs und der Energiekosten für die Außerbetriebszeit ermöglicht. Die Spalte 3 berücksichtigt eine Reduzierung des Zuluftvolumenstroms auf ein Drittel, wie er in der Vergangenheit in einigen Bundesländern gefordert wurde. Die Spalte 4 zeigt letztendlich, daß der in der Außerbetriebszeit auftretende Druckverlust der Anlagen bei Anwendung der neuen Normenausgabe praktisch keinen Einfluß hat.



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-  
Pflegerie, 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 Schaltung - 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-6301 Reiskirchen 3  
(Lindenstruth)  
Telefon: (0 64 08) 84-71  
Telefax: (0 64 08) 84-3 41  
Telex: 4 821 015 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.

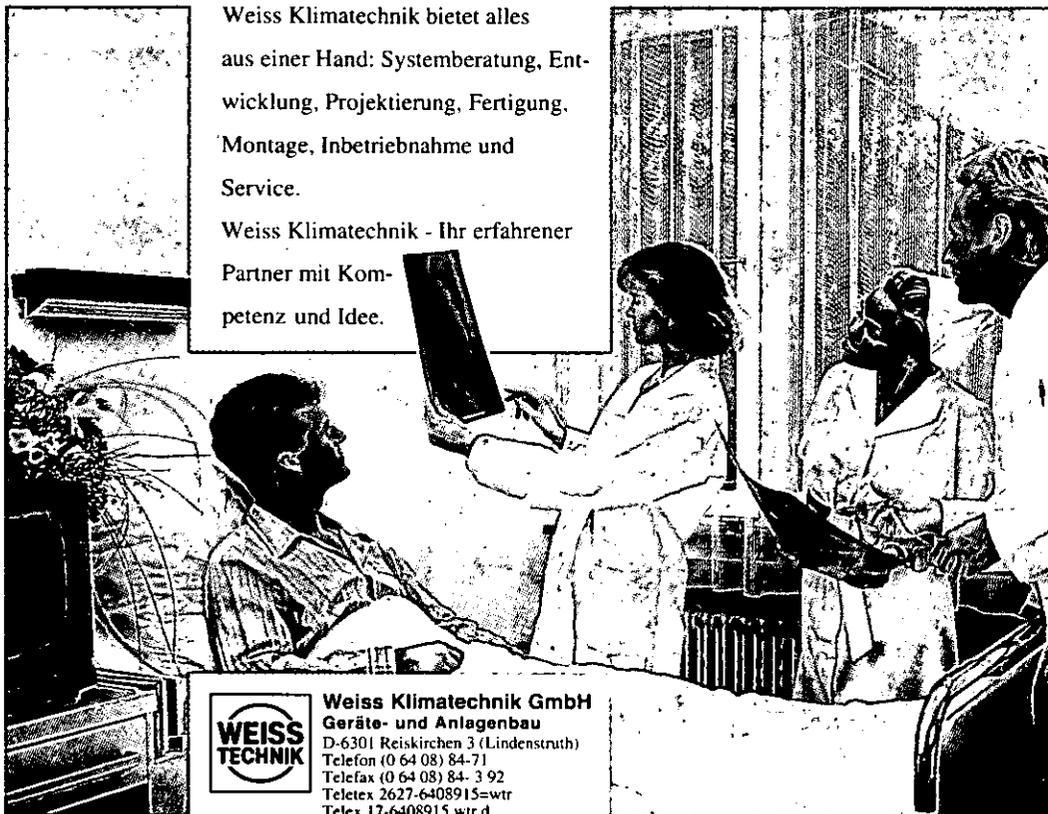
Von OP-Trakten über Intensivstationen bis zu ganzen Krankenhäusern.

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 Klimatechnik GmbH**  
Geräte- und Anlagenbau  
D-6301 Reiskirchen 3 (Lindenstruth)  
Telefon (0 64 08) 84-71  
Telefax (0 64 08) 84-3 92  
Teletex 2627-6408915=wtr  
Telex 17-6408915 wtr d

Ein  Unternehmen

#### 4.5 Druckverlust

In anderen Bereichen der Klimatechnik sind in jüngster Zeit die Energieverbräuche der Anlagen drastisch reduziert worden, und zwar vor allem durch Verringerung der Druckverluste sowohl der Anlagen als auch der Geräte. Der Einfluß des Druckverlustes, besser gesagt der Druckerhöhung am Ventilator, ist in Tabelle 8 dargestellt. Man erkennt, daß die hohen Druckverluste älterer und vor allem zentraler Anlagen, die durchaus weit über 2000 Pa liegen können, einen nicht unerheblichen Einfluß vor allem auf die Energiekosten haben. Der Energiebedarf ist wiederum davon wenig beeinflusst, weil die dann notwendigen leistungsstarken Ventilatoren als Elektroheizung wirken.

Druckverlust	[Pa]	500	1000	1500	2000
Energiebedarf	[MWh/a]	30.1	30.5	31.2	32.1
	[%]	100	101	104	107
Energiekosten	[DM/a]	3.680	4.010	4.380	4.770
	[%]	100	109	119	130

Tabelle 8: Einfluß des Anlagen-Druckverlustes

Bei der Klimatisierung von digitalen Vermittlungseinrichtungen ist es in den zurückliegenden Jahren alleine durch konstruktive Maßnahmen an den Luftaufbereitungsgeräten gelungen, den Jahresenergieverbrauch der dort eingesetzten Geräte praktisch zu halbieren. Bei dieser Anwendung wird der Jahresenergieverbrauch zu ca. 85 % von den Zu- und Fortluftventilatoren verursacht.

Ausgelöst wurde diese Entwicklung alleine durch die Vorgabe der Deutschen Bundespost, daß bei jeder Investitionsentscheidung die Investitionskosten gleichrangig zu den Betriebskosten für 15 Jahre zu betrachten sind. Für den Gerätekonstrukteur ermöglichte dieses eine unmittelbare Abwägung zusätzlicher konstruktiver Maßnahmen zur Energieeinsparung mit den erzielbaren Betriebskosteneinsparungen. Wenn es gelänge, eine ähnliche Denkweise im Krankenhausbereich einzuführen, so müßten ähnliche Reduzierungen des Energiebedarfs und der Energiekosten, beispielsweise für die Klimatisierung von OP-Abteilungen, möglich sein.

#### 5 Zusammenfassung

Bei der Diskussion über die Klimatisierung von Krankenhäusern stehen seit vielen Jahren der Energieverbrauch und die Betriebskosten der Anlagen vor allem für den OP-Bereich im Vordergrund. Die jüngste Neuauflage der einschlägigen Norm DIN 1946 Teil 4 [2] ermöglicht gegenüber der vorherigen Ausgabe erhebliche Einsparungen, ohne daß dieses bislang in der Fachöffentlichkeit wirklich zur Kenntnis genommen wurde. Nach wie vor stattfindende Diskussionen über weitere, angeblich energiebedarfs- und energiecostensenkende Abminderungen der Normanforderungen entbehren bei genauer Untersuchung oftmals der Grundlage.

Die intensiv diskutierte Frage der mit heute üblichen Luftführungssystemen in OP's erzielbaren lufthygienischen Verhältnisse ist in der Vergangenheit leider durch solche

Diskussionen in eine falsche Richtung gelenkt worden. Eine genaue Untersuchung der Auswirkung auf den Energiebedarf und die Energiekosten zeigt, daß es bei Verwendung von Umluft möglich ist, den Zuluftvolumenstrom in OP-Räumen mit dem Ziel einer luft-hygienischen Verbesserung drastisch zu erhöhen, ohne daß der Energiebedarf oder die Energiekosten auch nur annähernd in der gleichen Weise zunehmen. Es ist daher davon auszugehen, daß in Zukunft insbesondere für hochseptische OP-Räume vermehrt Luftführungssysteme mit Zuluftvolumenströmen in der Größenordnung von 7500 m<sup>3</sup>/h eingesetzt werden.

Die Druckverluste der Anlagen und auch die internen Druckverluste der Luftaufbereitungsgeräte haben einen nicht unerheblichen Einfluß, insbesondere auf die Energiekosten. Eine in anderen Bereichen der Klimatechnik bereits erzielte drastische Reduzierung des Energieverbrauchs der Anlagen ist im Krankenhaus sicherlich erst dann möglich, wenn nicht allein die Investitionskosten als Maßstab aller Überlegungen angesehen werden, sondern gleichrangig auch die Betriebskosten.

## 6 Literatur

- [1] DIN 1946 Teil 4: Raumluftechnik - Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern, Ausg. Apr. 1978
- [1] DIN 1946 Teil 4: Raumluftechnik - Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern, Ausg. Dez. 1989
- [3] DIN 4710: Meteorologische Daten, Ausg. Nov. 1982
- [4] SCHMIDT, P.: RLT-Anlagen nach der zukünftigen DIN 1946 Teil 4: anlagentechnische und betriebliche Konsequenzen, Tagungsband HospITech '87, Seite 200/09
- [5] DIN 1946 Teil 2: Raumluftechnik - Gesundheitstechnische Anforderungen, Ausg. Jan. 1983

## 7 Verfasser

Dr.-Ing. Peter Schmidt  
c/o WEISS KLIMATECHNIK GMBH  
Greizer Straße 41 - 49  
D - 6301 Reiskirchen 3

## BLACK - OUT IN BERLIN

### EINLEITUNG

Die Stromversorgung in Berlin ist mit 9 Kraftwerken, die mit 110 kV Leitungen untereinander verbunden sind und eine Gesamtleistung von 2600 MW liefern, gewährleistet.

Die Anstrengungen der Bewag (Berliner Kraft- und Licht-Aktiengesellschaft) diese Stromversorgung im "Inselbetrieb" aufrechtzuerhalten, waren in der Vergangenheit sehr groß. Die Bewag hat für die Bewältigung der Spitzenzeiten und der totalen Ausfälle der Versorgung, Gasturbinen- und Wechselrichterkraftwerke mit einer Leistung von 621 MW installiert. Trotz dieser Maßnahmen reichen die Sicherheiten nicht aus, um eine Großstadt von zweimillionen Einwohnern ( der westliche Teil Berlins) zu versorgen und damit den Standart der Stromversorgung anderer europäischer Länder zu erreichen.

Bereits vor der Wiedervereinigung versuchten die Politiker und die Bewag eine Genehmigung zu bekommen, um das damalige West-Berlin an das westdeutsche Stromnetz anzuschließen. Leider scheiterten diese Bemühungen aus verschiedenen Gründen.

Um die Stromversorgungssicherheit des Klinikums Steglitz und der Freien Univesität Berlin zu erhöhen, haben wir Ende der siebziger Jahre, einen 30kV UNI-Ring, der aus zwei verschiedenen Kraftwerken mit Doppelkabeln eingespeist wird, verlegen lassen. Diese Aktion hat zusätzlich einen wirtschaftlichen Aspekt, weil für die gesamte Universität ein günstigeres Stromlieferungsabkommen mit der Bewag mit nur einer Meßstelle vereinbart werden konnte.

Das Kinikum Steglitz wird mit einer 30 kV Doppelkabel- Stüchleitung aus diesem UNI-Ring versorgt.

Trotz aller Sicherheiten hatten wir leider schon im Jahr 1980 einen längeren Netzausfall, weil beide 30 kV Kabel der Stüchleitung des Klinikums an der Außenwand des UNI-Ring Umspannwerks durch Erdabsenkung beschädigt wurden. Die Notstromanlage hat für ca 10 Stunden die Versorgung des Klinikums übernommen, bis die beschädigten Kabel durch Teilstreckenerneuerung und Muffen repariert worden waren.

### DIE ELEKTROVERSORGUNG IM KLINIKUM STEGLITZ:

Auf dem Grundstück des Klinikums Steglitz werden die 30 kV aus dem UNI-Ring auf 6 kV mit zwei 8MW Transformatoren transformiert und mit einem Doppelschienensystem an 8 Stück 6/0,4kV Umspannstationen verteilt. Die maximale Aufnahmeleistung des Klinikums beträgt 5,7 MW.

Die Notstromanlage besteht aus vier Dieselmotoren mit zwei 1,5 MW 6kV Generatoren in Tandemantriebstechnik. Jeder Dieselmotor hat eine Leistung von 600 kW, so daß die gesamte Anlage eine elektrische Leistung von 2,4 MW erzeugt.

Die Notstromanlage des Klinikums wurde als AEV Anlage gemäß VDE 108 in der 60er Jahren gebaut und entspricht heute der Sicherheitsstromversorgung SV nach DIN VDE 107/11.89.

Sie dient der Teilversorgung, bei der alle Beleuchtungsanlagen, die wichtigen Verbraucher und die zuschaltbaren Verbraucher (die weniger wichtigen Verbraucher) versorgt werden.

Die wichtigen- und die zuschaltbaren Verbraucher des Klinikums haben einen Leistungsbedarf von 1,5 MW, so daß bei Ausfall eines kompletten Aggregats, das andere zumindest die wichtigen

Verbraucher versorgen kann.

Alle Ampeln der Operationsräume des Klinikums werden mit separaten Batterieanlagen versorgt, die über Nullspannungsüberwachung - unabhängig von anderen Systemen- vor Ort bei Spannungsausfall die Operationsleuchten für drei Stunden versorgen.

Im Jahr 1988 haben wir eine zentrale BEV Anlage gebaut, die wir den, damals noch geplanten, Änderungen der VDE 107 BEV zu ZSV-Anlage, angepaßt haben. Die BEV Zentralanlage besteht aus zwei Blöcken mit je 50 kVA, die über ein separates Netz mit getrennten Leitungswegen, die für die lebenserhaltenden Funktionen der Patienten aufgestellten medizinischen Geräte in den Operations- und Intensivräumen versorgen. Die beiden BEV Blöcke können mit Hilfe einer Schaltanlage, durch eine einfache Umschaltung alle BEV-berechtigten Abnehmer vorläufig von dem einen oder dem anderen Block versorgen. Diese Möglichkeit wird bei Wartungen oder Reparaturen genutzt.

Wir sind sehr froh darüber, daß die BEV Anlage so konzipiert wurde, weil die Stromversorgungssicherheit in den Räumen der Klasse 2 nach VDE 107 damit um fast 100% angestiegen ist. Dies ergibt sich, da zu dem alten AEV bzw. SV-Netz das BEV bzw. ZSV-Netz hinzugekommen ist.

#### DER STROMAUSFALL AM 5.2. 92

Am 5.2.92 um 13 Uhr14 ist der Strom im ganzen südlichen Bereich West Berlins ausgefallen. Der Grund des Ausfalls war- nach Pressemitteilungen der Bewag - der Spannungsverlust durch Fehler in der Steuerelektronik im Umspannwerk Lützowstraße. Dadurch wurde das Südnetz vom Nordnetz getrennt. Damit wurden die Kraftwerke Steglitz, Wilmersdorf, Rudow und drei Blöcke in Lichterfelde mit ca. 50% ihrer Leistung schlagartig zusätzlich belastet. Um Schäden an den Turbinen zu vermeiden, mußten die Kraftwerke abgeschaltet werden. Es fehlten auf einmal vom Südnetz 1000 MW .

Der UNI-Ring und damit das Klinikum Steglitz waren ebenfalls spannungslos, da die Einspeisung von den Kraftwerken Steglitz und Wilmersdorf erfolgt.

Im Süden Berlins traten in vielen Bereichen sehr starke Behinderungen auf: S- und U-Bahn-Züge fuhren nicht mehr, Aufzüge blieben stehen, Verkehrsampeln fielen aus, dadurch wurde der gesamte Verkehr stark beeinträchtigt. Zusätzlich traten weitere Störungen auf, die jedoch infolge des relativ günstigen Ausfallszeitpunktes nicht so gravierend waren.

Schwerwiegend war, daß zunächst keine Kommunikationsmöglichkeit und keine Information über den Grund und die Dauer des Spannungsausfalls für die betroffenen Verbraucher möglich waren. Erst später übernahmen die Rundfunksender die Information.

Unmittelbar nach dem Spannungsausfall starteten die BEV-Anlagen und die Notstromanlage in der von VDE 107 und 108 vorgeschriebenen Zeit. Dadurch sind keine großen Probleme zu diesem Zeitpunkt in unserem Haus entstanden. Unsere Bemühungen die entsprechenden Stellen der Bewag sowie der Polizei telefonisch zu erreichen, blieben erfolglos, weil diese Posttelefonnummern infolge von Überlastung besetzt waren. Die hausinterne Nebenstellen-Telefonanlage funktionierte, weil sie mit entsprechenden Batterien gepuffert ist, um einen Weiterbetrieb von drei Stunden bei einem Netzausfall wie diesem zu überbrücken. Nur einige Abteilungen -Time-Set oder Chef-Sekretariat-Telefonanlagen funktionierten nicht, weil sie von dem Netz für unwichtige Verbraucher stromseitig eingespeist werden.

Eine der wesentlichen Aufgaben unserer Schaltwarte war es, die verschiedenen Stellen des

Hauses über der Situation zu informieren.

Da über das öffentliche Telefonnetz keine Information zu erhalten war, haben wir einen Mitarbeiter zu dem benachbarten Bewag-Kraftwerk Steglitz geschickt, um sich an Ort und Stelle über den Spannungsausfall zu erkundigen. Nach seiner Rückkehr haben wir erfahren, daß der gesamte Süden Berlins ohne Spannung sei, und es nicht bekannt wäre, wann der Fehler behoben werden könne.

In Anbetracht dieser Situation war uns klar, daß es sich um einen größeren Fehler in der Stromversorgung handelte, dessen Beseitigung mindestens einige Stunden dauern würde.

Die Leitung des Dezernats hat sofort zwei Mitarbeiter zur Beantwortung der Telefonanfragen, die aus dem Haus kamen und an die Schaltwarte gerichtet waren, eingesetzt, sowie einige Techniker von den Gruppen Medizintechnik und Elektrotechnik in die Intensivstationen, Operationräume, Dialyse, Erste Hilfe, Agiographie und Herzkatheter-Räume geschickt, um festzustellen, ob die Notstromversorgung einwandfrei funktioniert. Bald ergab sich, daß die BEV und die Notstromversorgung in Ordnung waren.

Es wurde angeordnet, die Röntgen-Anlagen nicht mehr zu betreiben und alle unnötigen Geräte auszuschalten, die Aufzüge zu kontrollieren, ob Personen dort eingeschlossen waren und alle Aufzüge- mit Ausnahme eines- auszuschalten, der Küchenbetriebe und die Wäscherei wurden stillgelegt.

Nach ca 20 Minuten Notstrombetrieb fiel ein Dieselmotor aus, 600 kW fehlten uns damit. Eine neue Notsituation entstand. Die Netzfrequenz ist bis zu 48 Hz abgesunken. Wir mußten schnell reagieren, und haben die weniger wichtigen Verbraucher sowie alle Lüftungsanlagen abgeschaltet. Ferner schalteten wir einen Teil der Beleuchtung im Wirtschaftsbereich ab. Mit diesen Handlungen haben wir die Generatoren so weit entlastet, daß die Netzfrequenz wieder die 50 Hz erreicht hat. Durch schnelle Revision, der noch mit der Notstromanlage zu versorgenden Bereiche, konnten wir einige weitere Verbraucher abschalten, so daß eine ca. 300 kW Notstromreserveleistung für unvorhergesehene Fälle erhalten blieb.

Bei dem "Inselbetrieb" der Notstromanlage hatten wir eine um knapp 20 Volt erhöhte Spannung an den Verbrauchern festgestellt, dies war auf das sehr träge Regelverhalten, der vor kurzem sanierten Regler der  $\cos\text{-}\phi$ - Anlage zurückzuführen. Eine Überkompensation des Netzes ist damit entstanden, die zu der Überspannung geführt hat. Schäden wurden durch diese Überspannung nicht festgestellt.

In der Technischen Abteilung waren wir nun darauf eingestellt, diesen Notbetrieb für lange Zeit aufrechtzuerhalten und hatten das technische Personal entsprechend eingeteilt.

Um 16 Uhr 10 des gleichen Tages lieferte das Bewag-Netz wieder Strom. Der normale Versorgungszustand wurde erst ab 18.00 Uhr erreicht, da nach Aussagen der Bewag, noch Unsicherheiten in den Aufbau der Versorgung waren. Diese Unsicherheiten entstanden, weil mit einsetzender Dunkelheit der Stromverbrauch steigte was zu erneuten Engpaßsituationen führte, weil die Kraftwerksblöcke des Südnetzes noch nicht alle voll zur Verfügung standen.

#### SCHLUSSFOLGERUNG

Es ist heute untragbar, wenn die Elektroversorgung von Millionenstädten wie Berlin West nicht an das europäische UCPT-Verbundnetz angeschlossen ist. Das UCPT-Netz umspannt das

westliche Europa, es führt von Spanien bis nach Skandinavien. An diese Schiene ist auch Westdeutschland angeschlossen. Wenn Berlin an dieses Netz angeschlossen wäre, hätte der BLACK-OUT vom 5.2.92 nicht entstehen können. Der Anschluß Berlins an das westdeutsche Netz muß deshalb schnellstens realisiert werden. Nach unseren Informationen wurde nach diesem größten Stromausfall der Nachkriegszeit in Berlin endlich die Genehmigung erteilt für den Bau, der seit langem von der Bewag beantragten unterirdischen Stromtrasse im Bereich der Oberhavel. Diese Teilstrecke soll den Anschluß an das europäische Verbundnetz im Jahr 1994/95 ermöglichen.

Zwischenzeitlich soll als Notmaßnahme eine 110 kV Notleitung vom Ostteil der Stadt helfen, die im Ernstfall von Ost nach West oder umgekehrt Strom liefert. Ein Parallelanschluß beider Netze ist nicht möglich, weil die Spannungs- und Frequenzabweichung des Ost-Netzes zu groß sind.

Von einem Nachsorgegespräch zu den Ereignissen des Stromausfalls in unserem Haus ist folgendes zu berichten:

Eine Notbeleuchtungsanlage ist für die Hauptflure und die angrenzenden Treppenhäuser sowie einige dunkle Gänge zu bauen. Dies ist notwendig, weil unser Haus nur in den Versammlungsstätten (z.B. Hörsäle) eine Not- und Panikbeleuchtung hat. Das Notstromaggregat, das die gesamte Beleuchtungsanlage des Hauses einspeist, gilt als Sicherheitsstromversorgung seit dem Bau des Klinikums Steglitz in den Jahren 1964 bis '69. Die Erfahrung des letzten Spannungsausfalls in Berlin und im Notstrombetrieb der Ausfall einer Dieselmachine bei uns, haben uns gelehrt, daß eine mit Batterien ausgestattete Notbeleuchtung unbedingt für solche Häuser erforderlich ist.

Große und wichtige Rechneranlagen müssen für Stromausfälle batteriegepufferte USV-Anlagen mit mindestens 15 Minuten Betriebsdauer haben. Dazu ist eine Anzeige für das Bedienungspersonal solcher Anlagen zu installieren, die den Ausfall des Netzes signalisiert.

Die modernen HIGHCOM- Time-Set und Chef-Sekretariats-Telefonanlagen sind unbrauchbar, wenn die Stromversorgung ausfällt. Für solche Fälle ist eine der Stationen, mit einem normalen Telefonapparat zusätzlich auszustatten.

Bei Funkanlagen und Personensuchanlagen sind die Zentralen sowie die Sender und Empfänger zumindest auf die Sicherheitsstromversorgung aufzuschalten, besser aber mit einer USV-Anlage zu versorgen.

Durch einen automatischen Mechanismus über die Gebäudeleittechnik sollen bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung alle raumlufttechnischen Anlagen ausfallen und bei Notstrominselbetrieb nicht wieder einschalten. Eine Ausnahme haben wir bei den RLT-Anlagen der Operations- und Intensivräume mit Filterklasse S gemacht. Diese Anlagen dürfen wegen der Bestimmungen der Hygiene nicht länger als drei Stunden ausgeschaltet bleiben.

Die Geschäftsleitung hat angeordnet, daß im Falle eines Stromausfalls, die für die spezifische Aufgabenstellung des Hauses notwendigen Funktionsträger an ihrem Arbeitsplatz erreichbar sind und die notwendige Kommunikation und Information zur Sachlage aufrechterhalten wird. Sie setzen die Mitarbeiter entsprechend den Erfordernissen ein.

Minas Katergiannakis  
Potsdamer Chaussee 33d  
1000 Berlin 38

## **Notstromdiesel- Instandhaltung und Probelauf**

B. Ballüer und F. Tadge; Hannover

### 1. Einleitung

An der Medizinischen Hochschule Hannover gibt es neben zahlreichen Unterbrechungsfreien Stromversorgungen (BEV) eine Allgemeine Ersatzstromversorgung (AEV). Die Anlage besteht aus drei Diesellaggregaten, die in ein separates Netz mit einer Spannung von  $U = 10 \text{ kV}$  einspeisen. Über dieses Netz werden in einem Notstromfall alle wichtigen haustechnischen Einrichtungen versorgt.

Die folgenden Punkte sollen einen Einblick über die Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten der Notstromaggregate vermitteln. Hierbei werden auch die monatlichen Probelläufe beschrieben, die einen wichtigen Bestandteil für einen sicheren Betrieb bilden.

### 2. Bestimmungen und Leistungsmerkmale

Da es sich bei der MHH sowohl um ein Krankenhaus als auch um eine Hochschule mit Hörsälen handelt, treten die beiden VDE-Bestimmungen 0107 (Krankenhäuser) und 0108 (Bauliche Anlagen für Menschenversammlungen) in Kraft. Diese beinhalten, daß nach gesichertem Betrieb der Sicherheitsstromquellen mit Umschaltzeiten von weniger als 0,5 Sekunden und 15 Sekunden, eine weitere Stromversorgung (AEV) die Aufrechterhaltung unerläßlicher Einrichtungen des Krankenhauses übernimmt. Hierbei beträgt die Umschaltzeit mehr als 15 Sekunden. Die jeweilige Zeit richtet sich nach der betrieblichen Notwendigkeit. Zu diesen Anlagen gehören zum Beispiel:

- Kompressoren
- Aufzüge
- Sterilisationseinrichtungen
- Kühlanlagen
- Ladeeinrichtungen für Akkumulatoren  
usw.

Bei ausreichender Versorgung können noch weitere Verbrauchsmittel in der Reihenfolge ihrer Priorität zugeschaltet werden. An der Hochschule laufen die einzelnen Schalthandlungen im Notstromfall nach einem speziellen Programm ab. Spätestens nach 3 Minuten und 40 Sekunden sind alle Einrichtungen, die von der AEV-Anlage versorgt werden, in Betrieb.

Die Steuerung der Anlage kann im Notstromfall auf zwei Arten erfolgen. Im 1. Fall übernimmt diese Aufgabe ein Rechnersystem, das in der zentralen Leitwarte installiert ist. Der Rechneralgorithmus vollführt alle notwendigen Schaltaktionen im Mittelspannungsnetz. Im 2. Fall sind diese Schaltaktionen bei einer Rechnerstörung manuell zu tätigen. Die Regelung der Dieselmotoren erfolgt über eine separate Regelungseinrichtung.

### 3. Technische Daten

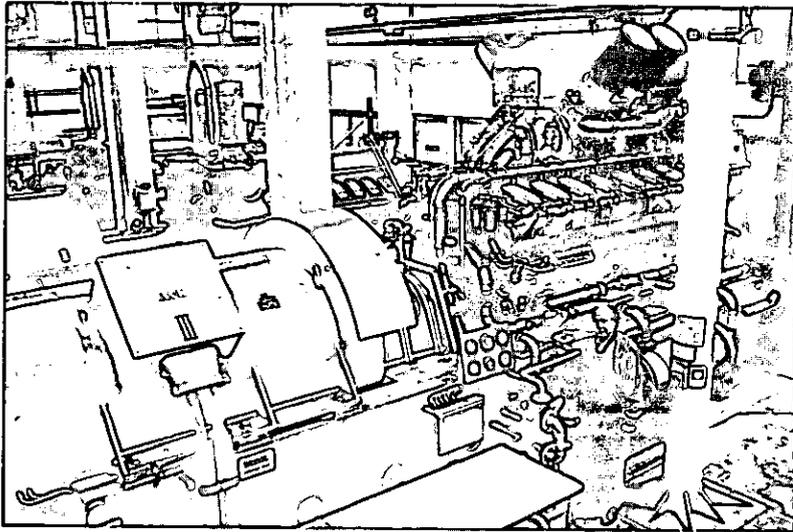


Bild 3.1 Allgemeine Notstromversorgung der MHH

Die drei Drehstromgeneratoren der AEV-Anlage werden von drei Dieselmotoren unterschiedlicher Leistung angetrieben. Zwei der Motore stammen von der Firma MWM aus dem Jahre 1969 und haben je eine Leistung von  $P = 1067 \text{ KW}$ . Der dritte Dieselmotor ist von der Firma MTU im Jahre 1974 hergestellt worden. Er stellt bei einer Drehzahl von  $n = 1500 \text{ U/min}$  eine Leistung von  $2944 \text{ KW}$  zur Verfügung.

Die selbsterregenden Drehstromgeneratoren liefern eine Spannung von  $U = 10 \text{ kV}$ , die in das Mittelspannungsnetz der Medizinischen Hochschule im Notstromfall eingespeist wird. Der hohe Energie-

bedarf der einzelnen Gebäude erfordert, daß diese aus Gründen der Wirtschaftlichkeit über einen 10 kV Anschluß versorgt werden. Es existieren also zwei Mittelspannungsnetze: Einerseits das Normalnetz mit der Bezeichnung NN und andererseits das Dieselnetz (AEV). Das Konzept einer zentralen AEV-Anlage ist gewählt worden, da sonst in jedem Gebäude bzw. jeder größeren Anlage ein dezentrales Notstromaggregat mit einer Spannung von  $U = 400 \text{ V}$  aufgestellt werden muß.

Die Anlaufzeit der Maschinen vom Start bis zur Nenndrehzahl  $U = 1500 \text{ U/min}$  beträgt  $t = 10 \text{ s}$ .

#### 4. Instandhaltung

Bei technisch hochentwickelten Anlagen, von denen Menschenleben abhängen, stellt sich für den Betreiber folgende Frage: wird die Instandhaltung durch Eigenpersonal oder durch Fremdfirmen geleistet? Um diese Frage zu beantworten, ist eine Analyse über die Art der Instandhaltungsarbeiten mit Berücksichtigung der Kosten notwendig. Routineleistungen, wie z.B. Sichtkontrollen und einfache Reparaturen, können durch ausgebildetes Fachpersonal in Eigenleistung erfolgen. Bei Schäden und Wartungen größeren Ausmaßes werden Spezialisten von den Herstellerfirmen beauftragt. Wenn hausinterne Monteure diese Arbeiten erledigen sollen, so muß ein erheblicher Schulungsaufwand betrieben werden, um die Fachkenntnisse zu vermitteln. Ferner fehlt den Mitarbeitern die praktische Erfahrung im Umgang mit den Dieselaggregaten.

Speziell an der MHH wird ein Großteil der Instandhaltung von den Schaltmeistern übernommen. Als erstes zählen hierzu die täglichen Rundgänge mit den Sichtkontrollen und den Inspektionsarbeiten. Der Schaltmeister prüft die Druckluftanlage, die zum Starten der Diesel notwendig ist, den Kühlwasser- und Ölkreislauf und die 24 V Batterien für die Steuerungspannung. Der innere Kühlwasser- und Ölkreislauf wird auf 50 Grad Celsius beheizt, so daß der Dieselmotor nach dem Start in kürzester Zeit seine Betriebstemperatur erreicht und mit seiner Nennlast betrieben werden kann. Durch die langen Standzeiten der Anlage, sind die Lager der Maschine alle 20 min automatisch zu schmieren. Auch diese Einrichtungen werden täglich kontrolliert. Als zweites erledigen die Schaltmeister im Rahmen der Instandhaltung kleine Reparaturen an der Anlage selbst und führen jährliche Analysen des Kühlwassers und des Öls durch. Bei den großen Ölmenigen sind feste Intervalle des Ölwechsels unwirtschaftlich.

Die gesetzlichen Prüfungen der AEV-Anlage werden von TÜV-Ingenieuren durchgeführt. Im 5-jährigen Zyklus kontrolliert

der TÜV die Druckluftflaschen und die Treibstofftanks. Eine Spezialfirma nimmt die Reinigung der Tanks vor, bevor sie vom TÜV auf Schäden untersucht werden.

Um die Anlage betriebsbereit zu halten, muß ein genügender Vorrat an Kraftstoff (66.000 Liter) vorhanden sein, welcher einen hohen Fixkostenanteil produziert.

Die Wartung und Reparatur der Dieselmotore führt die jeweilige Herstellerfirma mit qualifizierten Fachleuten durch. Die Wartungsstufen mit den einzelnen Intervallen werden vorgegeben.

Wartung des MWN-Diesels	E1	einmal jährlich
	E2	zweijähriger Zyklus
	E4	vierjähriger Zyklus

Wartung des MTU-Diesels	W1	einmal jährlich
	W3	zweijähriger Zyklus
	W5	vierjähriger Zyklus

Die Wartungsarbeiten belaufen sich bei der E1 bzw. W2 auf bloße Sichtkontrollen sowie Reinigungen von Maschinenteilen bis hin zur vollständigen Demontage der Maschine (E4 und W5).

Im Punkt 4. Instandhaltung sind nur die Wartungen der AEV-Anlage selbst beschrieben, jedoch nicht die Instandhaltung des kompletten Notstromnetzes und seinen Schalteinrichtungen.

### 5. Probelauf

Der Probelauf eines Notstromaggregats ist ein fester Bestandteil der VDE-Bestimmungen. Die VDE 0107 schreibt im Punkt d.) unter 10.2 Wiederkehrende Prüfungen vor: "Die Funktionsprüfung des Lastverhaltens der Sicherheitsstromversorgung ist monatlich mit mindestens 50 % der Nennlast für eine Betriebsdauer von 60 Minuten bei Sicherheitsstromquellen mit Verbrennungsmotoren vorzunehmen." Hierbei soll besonders eine Funktionsprüfung

- des Start- und Anlaufverhaltens,
- der erforderlichen Lastübernahme,
- der Schalt-, Regel- und Hilfseinrichtungen

vorgenommen werden.

Bei einer Nennlast von  $P = 5080 \text{ kVA}$ , die die Dieselaggregate zur Verfügung stellen können, ist es schwer, einen geeigne-

ten Verbraucher zu finden. Am unwirtschaftlichsten wäre es, wenn man die vom Generator erzeugte Energie beim Probelauf über ohmsche Widerstände in Wärme umwandeln würde. Da der Probelauf nur einmal im Monat stattfindet, ist eine Wärmerückgewinnung, z.B. in einen Heizkreislauf, nicht sinnvoll. Die Kosten für eine dementsprechende Anlage rentieren sich nicht.

An der Medizinischen Hochschule Hannover sieht die Lösung des Problems folgendermaßen aus: Bestimmte Gebäude, in denen keine lebenswichtigen Einrichtungen für Patienten bestehen, werden vom Stadtnetz abgekoppelt und über das Notstromaggregat versorgt. Hierbei sind die Kraftstoffkosten gleich den Stromkosten im Normalbetrieb. Ein Liter Dieselkraftstoff besitzt die Leistung von ca.  $P = 3,2 \text{ kW}$ , wobei der Liter Heizöl 0,48 DM und 1kW 0,18 DM kostet. Bei der AEV-Anlage müssen natürlich die Unterhaltungs- und Betriebskosten bei einer Gegenüberstellung berücksichtigt werden. Als zusätzlichen Kostenfaktor kann man beispielsweise auch die Kühlung der Dieselmotoren erwähnen. Hierbei wird das Kühlwasser in einem Kühlturm geleitet, wobei dort 150 Kubikmeter Wasser am Tag verdunsten, das wieder dem Kreislauf zugeführt werden muß.

Der Probelauf findet in festen Zeitzyklen statt (an der MHH jeden ersten Mittwoch im Monat von 10 bis 12 Uhr). Die betroffenen Nutzer können sich nun auf eventuelle Störungen ihrer Arbeitsabläufe einstellen. Die Kommunikation zwischen Nutzer und Betreiber stellt einen wichtigen Bestandteil zum einwandfreien Betrieb der Anlage dar, denn nur so kann bei einem Störfall der Schaden so gering wie möglich gehalten werden.

Nach Fertigstellung der Sicherheitsstromversorgung oder Änderungen der Anlage ist eine Funktionsprüfung erforderlich. Eine Erstprüfung ist nur dann aussagefähig, wenn ein realistischer Black-Out simuliert wird. Dies bedeutet bei einer konkreten Anwendung, daß das Krankenhaus vom Stadtnetz getrennt und das Notstromprogramm bis in alle Einzelheiten durchlaufen wird. Auf diese Weise kann sich der Betreiber von der Funktion und Qualität der Anlage überzeugen und eventuelle Verbesserungen vornehmen.

Es ist jedoch zu bedenken, daß eine realistische Prüfung der Notstromaggregate mit erheblichen Risiken verbunden ist. In diesem Fall kann z.B. das Leben und die Gesundheit von Patienten gefährdet werden. Weiterhin besteht bei einem Fehlerfall die Gefahr, daß Forschungsarbeiten vernichtet und leicht verderbliche Güter (Blutkonserven und Medikamente) zerstört werden. Von technischer und klinischer Seite, sind also Vorkehrungen für einen reibungslosen Ablauf zu treffen.

Hierbei müssen Anlagen und Geräte (Computer, Beatmungsgeräte, etc.), die nicht ausfallen dürfen, über externe, unabhängige Stromversorgungen (z.B. Batterien) betrieben werden.

Zum technischen Ablauf ist noch folgendes anzumerken: während des Probelaufs ist vom Schaltmeister darauf zu achten, daß alle drei Dieselmotoren prozentual gleich belastet werden. Zum Synchronisieren dürfen die Generatoren nur 3 Sekunden parallel zum Stadtwerkenetz betrieben werden. Die hohe Verantwortung der Bediener liegt darin, bei den Schalthandlungen keine Rückspannungen vom Normalnetz zu bekommen, da sonst die AEV-Anlage zerstört werden könnte.

### Literaturverzeichnis

- DIN VDE 0107/11.89 Starkstromanlagen in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern
- DIN VDE 0108 Teil 1 /10.89 Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen

Verfasser: Medizinische Hochschule Hannover  
Technische Verwaltung  
Herrn  
Dipl.-Ing.(FH) Bernd Ballüer  
Konstanty-Gutschow-Str. 8  
3000 Hannover 61

## **Logistik und Materialfluß im Krankenhaus**

**Dipl.-Ing. D. Berger, Heidelberg**

Die Organisation komplexer betrieblicher Strukturen in der Krankenhauslogistik verlangt immer mehr nach Problemlösungen mit Hilfe moderner Managementmethoden.

In den verantwortlichen Bereichen der Betriebsplanung, -führung und -steuerung müssen einerseits Entscheidungen immer schneller getroffen werden, während andererseits die Komplexität betrieblicher Zusammenhänge ständig zunimmt. Die Tragweite problemorientierter Einzelentscheidungen auf benachbarte Betriebsbereiche wirft neue Schnittstellenprobleme auf und ist mit vertretbarem Aufwand kaum noch nachvollziehbar.

Zur Bewältigung der gestalterisch organisatorischen Aufgaben im Betriebsplanungsprozeß müssen den Verantwortlichen Hilfsmittel bereitgestellt werden, die Zusammenhänge transparent machen und schnelles Reagieren in neuen Situationen ermöglichen.

Die einer Entscheidung zugrundeliegende Planungsmethodik ist dabei weniger auf die Erreichung zuvor definierter Ziele auszurichten, als auf die sofortige Anpassung an sich ständig verändernde Daten der Umwelt.

**Für qualifizierte Entscheidungen braucht man reaktionsfähige Planungsmethoden.**

Unter dieser Prämisse wurde ein im folgenden dargestelltes Transportplanungs-Programm entwickelt. Die in zahlreichen Logistikprojekten in Krankenhäusern und Kliniken gesammelten Erfahrungen bildeten die Grundlage für ein Planungs- und Entscheidungsinstrument,

- das auf einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise der Krankenhauslogistik aufbaut
- das die Zusammenhänge zwischen allen Betriebsbereichen, die an den Ver- und Entsorgungsprozessen im Krankenhaus beteiligt sind, transparent macht
- das ein schnelles Reagieren auf sich verändernde Rahmenbedingungen ermöglicht
- das den Anwender von zeitraubenden Routinearbeiten entlastet und ihn frei macht für kreative Tätigkeiten und intelligente Entscheidungen

Ein dreistufiges Planungskonzept erlaubt es, die Aufgaben der Krankenhauslogistik umfassend und zugleich wirtschaftlich zu bearbeiten. Aufbauend auf den planbaren regelmäßigen Transportaktivitäten werden Aussagen zu Fahrzeug- und Personalbedarf ebenso ermittelt wie Flächendimensionierungen an den Schnittstellen innerhalb der Transportkette.

Die wesentlichen Programm- bzw. Arbeitsschritte, die in ihren Ergebnissen aufeinander aufbauen und somit ein durchgängiges einfach zu bedienendes Planungskonzept darstellen, sind

- eine sogenannte Mengendisposition,  
die eine an allen Tagen gleichmäßige Auslastung der Transportkapazitäten gewährleistet und Spizentage vermeidet
- eine Fahrzeugbedarfs- und einsatzplanung,  
deren Grundlage eine Abstimmung zwischen den Tätigkeiten in den Betriebsstellen (Apotheke, Küche, Wäscherei bzw. Wäschetauschzentrale usw.)- und den Transporttätigkeiten ist
- eine Personalbedarfs- und einsatzplanung  
die eine Organisationshilfe für den Einsatz des hausinternen Hol- und Bringedienstes darstellt

Planungsstufe	Zweck	Ziel
Mengen- Disposition	Ermittlung von Transportmengen pro Tag	Vermeidung von Spizentagen
Fahrzeugeinsatz- und -bedarfs- planung für Geländetransporte	Ermittlung von Fahrzeugbedarf pro Tag	Vermeidung von Tagesspitzen
Personaleinsatz- und -bedarfs- planung für Haustransporte	Ermittlung von Personalbedarf pro Tag	Vermeidung von Tagesspitzen



Da der Transportdienst der einzige Betriebsbereich in einem Krankenhaus ist, der Schnittstellen zu allen anderen Bereichen hat, muß die Suche nach dem gesamtheitlichen wirtschaftlichen Optimum sinnvollerweise beim Fuhrpark beginnen.

Damit wird die Organisation der gesamtbetrieblichen Abläufe zu einem typischen Optimierungsproblem, bei dem die bestmögliche Abstimmung konkurrierender Interessen erreicht werden muß.

In Konkurrenz stehen die Anforderungen der Betriebsstellen in ihrer Gesamtheit zu den Anforderungen des Fuhrpaks.

Für ein wirtschaftliches Arbeiten der Kostenstelle Fuhrpark ist in jedem Fall entscheidend, daß

- keine nötigen Kilometer gefahren werden,
- keine unnötigen Personal- und Fahrzeugwartezeiten entstehen
- keine zusätzlichen Fahrzeuge oder als Ersatz dafür Überstunden benötigt werden

Natürlich können Computer und Mathematik die menschliche Erfahrung nicht ersetzen, aber sie sind für den Disponenten und Planer wertvolle Instrumente zur Erhöhung der Entscheidungssicherheit bei der Suche nach optimalen Betriebsstrategien.

Tourenplanungsprogramme gewährleisten durch Anwendung erprobter Optimierungsstrategien ein Höchstmaß an Versorgungssicherheit bei gleichzeitiger Kostenminimierung.

Sie tragen dazu bei, Betriebs- und Personalkosten in den Griff zu bekommen. Die Anwender von Tourenplanungsprogrammen erzielen

- höhere Fahrzeugauslastungen
- Verringerung von Standzeiten
- Vermeidung von Leerfahrten
- Minimierung der Fahrleistung
- kürzere Fahrwege und Fahrzeiten
- Senkung von Betriebskosten
- höhere Versorgungssicherheit bzw. -zuverlässigkeit
- Entlastung des Disponenten von Routineaufgaben
- Vereinfachung von Verwaltungsarbeiten (Erstellen von Fahrplanweisungen, Einsatzplänen)
- höhere Planungssicherheit (keine Fehlplanung durch Schreib- und Rechenfehler oder Zettelwirtschaft)

usw.

Im Vergleich zu den außer- und innerbetrieblichen Tourenplanungsaufgaben von Industriebetrieben sind an die Transportorganisation im Krankenhaus höhere Anforderungen gestellt.

Auf dem Wegenetz innerhalb eines Klinikgeländes verkehren neben den zu optimierenden Gütertransporten beispielsweise auch

- Besuchertransporte (Taxi, privater PKW, Zweirrad)
- Patiententransporte (Notfalltransport, Normaltransport).

Hier muß bei einer Tourenplanung also darauf geachtet werden, daß sowohl die Belastung einzelner Strecken und Kreuzungen des Wegenetzes als auch die Belastung der Schnittstellen zwischen Straße und Gebäude nicht so hoch wird, daß sich die verschiedenen Transporte gegenseitig behindern.

Die **Streckenbelastungsanalyse** ist damit wesentlicher Bestandteil der innerbetrieblichen Transportplanung für das Krankenhaus.

Weiterhin muß bei der Planung der Fahrzeugbelegung die **Transportverträglichkeit** der Güterarten untereinander - vor allem unter hygienischen Gesichtspunkten - berücksichtigt werden.

Beispielsweise dürfen i.d.R. Müllwagen mit keiner anderen Güterart zusammen transportiert werden. Ebenso ist zu entscheiden, ob Apotheken-, Speisen-, Wäsche- und Lager-Transportbehältnisse in bestimmten Kombinationen zu Ladeeinheiten zusammengestellt werden dürfen.

Auch die Belastung der Schnittstellen zwischen Straße und Gebäude spielt bei der alleinigen Betrachtung der Gütertransporte oft eine nicht zu unterschätzende Rolle. Ein die Gesamtfahrtstrecke minimierender Tourenplan darf nicht dazu führen, daß die Transportwagen vom Klinikpersonal nicht mehr abgearbeitet werden können und im wahrsten Sinne des Wortes auf der Straße stehen.

In diesem Zusammenhang müssen auch die technischen Bedingungen für das Be- und Entladen der Fahrzeuge an den Lieferorten berücksichtigt werden. Die Nutzung von Rampen, Überladebrücken, Hubtischen und ähnlichen Einrichtungen beeinflußt den Zeitbedarf, der für die Ladevorgänge aufzuwenden ist, also die Verweilzeiten an den Lieferorten.

In einem eigens für die Analyse und Konzeptionierung des Transportgeschehens im Krankenhaus konzipierten Planungsprogramm wurden diese und andere Problemstellungen berücksichtigt.

Das Programm ist in der Lage, bei gleichzeitiger Berücksichtigung der verschiedensten sich aus dem Krankenhausbetrieb ergebenden Einschränkungen und Nebenbedingungen, die gesamte täglich zurückzulegende Wegstrecke und damit die Fahrzeug- und Personaleinsatzzeit zu optimieren. Es wird ein Tourenplan berechnet, der das Betriebsgeschehen transparent macht und die Versorgungssicherheit gewährleistet.

Damit ist es möglich, verschiedene Varianten der Krankenhausbetriebsgestaltung im Ver- und Entsorgungsbereich durchzuspielen und ihre Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Aufgabenerfüllung zu analysieren.

## **METHODIK UND PROGRAMMBESCHREIBUNG**

Der Ablauf einer gesamtheitlichen Transportplanung erfolgt in den Stufen

- Datenerfassung
- Mengendisposition
- Fahrzeugeinsatz- und -bedarfsplanung für horizontale Geländetransporte
- Personaleinsatz- und -bedarfsplanung für vertikale Haustransporte
- Ergebnisanalyse

Die Planungsstufen bauen logisch aufeinander auf, können aber auch unabhängig voneinander eingesetzt werden.

Die Programmstruktur trägt gleichzeitig zu einer klaren Gliederung des Planungsumfelds bei und unterstützt eine methodische, nachvollziehbare Vorgehensweise.

Die Datenerfassung ist ein einmalig durchzuführender Vorgang, um die für den Programmeinsatz notwendigen Stammdaten anzulegen.

Die Stammdaten enthalten alle notwendigen Informationen

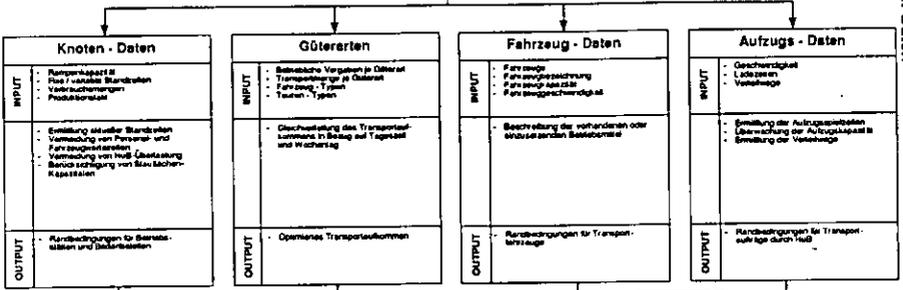
- zum Wegenetz außerhalb und innerhalb von Gebäuden (WEGENETZ-DATEN)
- zu den Bedingungen, die das Be- und Entladen der Fahrzeuge determinieren (KNOTEN-DATEN)
- zu den zeitlichen Rahmenbedingungen, die für die Abwicklung der Transporte gelten (RAHMENFAHRPLAN)
- zu den technischen Eigenschaften der zum Einsatz kommenden Fahrzeuge (FAHRZEUG-DATEN)

**DIE MÖGLICHKEIT JEDERZEITIGER GEZIELTER VERÄNDERBARKEIT/KORREKTUR EINZELNER STAMMDATEN ERMÖGLICHT DIE SOFORTIGE ANPASSUNG AN GEÄNDERTE BETRIEBSSITUATIONEN.**

Auf der Grundlage der in den Stammdaten abgelegten Beschreibung der Einsatzumgebung von Fahrzeugen und Personen, wird die Transportplanung durchgeführt.

Ziel ist die durchgängige Planung des Transportgeschehens zwischen den zentralen Betriebsstellen und den peripheren Bedarfsstellen.

Wage - Netz	
INPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Topografie des horizontalen und vertikalen Versorgungssystems (Wage-Netz)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfassung von:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Depots (Quellort)</li> <li>• Knoten (Anfahrpunkte LKW)</li> <li>• Stationen (Verkehrsknoten)</li> <li>• Wege und Wegelängen</li> </ul> </li> <li>- Berechnung von:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kürzeste Wege</li> <li>• Optimale Versorgungspläne</li> </ul> </li> </ul>
OUTPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehrwertige Abbildung des Wage-Netzes</li> </ul>

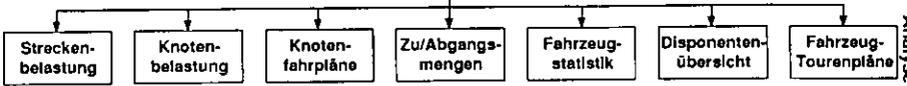


Fahrzeug-Planung Berechnen	
INPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wege und Erlösformalste</li> <li>- Optimale Verteilungsmuster</li> <li>- Vertriebspläne</li> <li>- (Macke/Rest / Reparatur)</li> <li>- Fahrzeugplanung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnung optimaler, d.h. zeit- und mengenmäßiger Touren unter Berücksichtigung aller Randbedingungen</li> <li>- Zuweisung der Touren zu geeigneten Fahrzeugen</li> </ul>
OUTPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimierter Fahrzeug-Tourplan</li> </ul>

Fahrzeug - Planung Anzeigen	
INPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimierter Fahrzeug-Tourplan</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Graphische Darstellung des Fahrzeug-Tourplans</li> <li>- Fahrzeug-Stationen</li> </ul>
OUTPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ..</li> </ul>

Hub - Planung Berechnen	
INPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wege und Erlösformalste</li> <li>- Versorgungspläne</li> <li>- Fahrzeug-Tourpläne</li> <li>- Netz / Güterschwerpunkt des Hub</li> <li>- Fahrzeugplanung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnung optimaler, d.h. zeit- und mengenmäßiger Touren unter Berücksichtigung aller Randbedingungen</li> <li>- Zuweisung der Touren zu geeigneten Knoten</li> <li>- Überwachung der LKW-Kapazitäten</li> </ul>
OUTPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimierter Hub-Tourplan</li> </ul>

Hub - Planung Anzeigen	
INPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimierter Hub-Tourplan</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Graphische Darstellung des Hub-Tourplans</li> <li>- Hub-Stationen</li> </ul>
OUTPUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ..</li> </ul>



Stamm-Daten

Fahrzeug-Planung

Hub-Planung

Analyse

### Erster Planungsschritt - Mengendisposition

Der Grundgedanke der sogenannten Mengendisposition ist, daß die tatsächlichen täglichen Bedarfsmengen eines Verbrauchers nicht zwangsläufig mit den täglich angelieferten Mengen identisch sein müssen.

Diese Überlegung greift vor allem dann, wenn die entsprechenden täglichen Verbrauchsmenge einer Station geringer ist als das Fassungsvermögen der zum Einsatz kommende Transporteinheit (z.B. eines Wäschewagen).

Benötigt eine Station beispielsweise pro Tag 1/3 Wäschewagen, dann lassen sich bei der Organisationsentwicklung der Wäscheversorgung folgende Alternativen unterscheiden:

- die Station wird täglich mit einem Wäschewagen versorgt, der die exakte Bedarfsmenge enthält
- die Station wird täglich zusammen mit anderen benachbarten Stationen mit einem vollen Wäschewagen versorgt
- die Station erhält jeden dritten Tag einen vollen Wäschewagen

Jede der drei Alternativen hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Abläufe in der Wäscherei bzw. der Wäschetauschzentrale, auf den Bedarf an Wäschetransportwagen, auf die Betriebsgestaltung des Fuhrparks und des hausinternen (vertikalen) Hol- und Bringendienstes sowie auf die Situation beim Verbraucher selbst.

Zweck der Mengendisposition ist die auf Verbrauchsdaten basierende Ermittlung der Transportmengen, die täglich von Fuhrpark und vertikalem Hol- und Bringendienst zu bewegen sind.

Ziel der Mengendisposition ist es, Spitzentage zu vermeiden, d.h. überdurchschnittliche Transportmengen und damit auch überdurchschnittlichen Bedarf an Transportkapazitäten zu vermeiden.

Der EDV-Einsatz erlaubt nicht nur, die Mengendisposition als Grundlage effektiver Transportorganisationskonzepte zeitsparend durchzuführen. Es werden auch unmittelbar die Auswirkungen alternativer Versorgungsstrategien auf Fuhrpark und vertikalen Hol- und Bringendienst aufgezeigt.

Die im ersten Programm- und Planungsschritt ermittelten Transportmengen werden neben anderen Parametern als Eingangsdaten für die sich anschließende Fahrzeugeinsatzplanung übernommen und sofort weiterverarbeitet.

## Zweiter Planungsschritt - Fahrzeugbedarfs- und -einsatzplanung für Geländetransporte

Die eigentliche Tourenplanung ist der äußerst rechenintensive Teil, der vom Programm unter Beachtung aller sich aus den Stammdaten ergebenden Randbedingungen stufenweise durchgeführt wird.

Die Ergebnisse der EDV-gestützten Transportplanung gewährleisten

- gleichmäßige Auslastung des einzusetzenden Personals und der Betriebsmittel
- zügige Beförderung der einzelnen Transporteinheit (insbesondere bei Speisen)
- verlässliche Aussagen über Belieferungs- und Abholzeiten für die zu ver- und entsorgenden Verbaucher

Ohne näher auf die mathematischen Grundlagen der Planungsmethodik einzugehen seien hier einige Ergebnisse genannt, die von dem beschriebenen Management-Instrumentarium für die Transportplanung angeboten werden.

Die optimale, vom Rechner vorgeschlagene Fahrzeug- und Personal-disposition wird mit folgenden Ergebnissen dokumentiert:

- Streckenbelastungen
- Knotenbelastung mit Fahrzeugen
- Knotenbelastung mit Transporteinheiten
- Knotenfahrpläne
- Fahrzeugeinsatzpläne
- Fahrzeugstatistik
- Disponentenübersicht

Neben detaillierten Fahrzeugeinsatzplänen, die als Dienstanweisungen an die Fahrer ausgegeben werden, erhält der Benutzer eine zusammenfassende Fahrzeugstatistik mit folgenden Informationen

- Anzahl geplanter Touren je Fahrzeug und Tag
- geplante effektive Einsatzzeit je Fahrzeug und Tag
- geplante Kilometerleistung je Fahrzeug und Tag
- geplanter Zeitverbrauch für Fahren
- geplanter Zeitverbrauch für Be- und Entladevorgänge

### **Dritter Planungsschritt - Personalbedarfs- und -einsatzplanung für hausinterne Transporte**

Die Erweiterung der Gelände-Transportplanung auf die Abläufe innerhalb der ver- und entsorgten Gebäude ist die konsequente methodische Fortführung der Fahrzeugeinsatzplanung.

Die Durchgängigkeit des Planungsprogramms erlaubt die Organisation der Schnittstellen zwischen Gelände-Transportdienst und vertikalem Hol- und Bringedienst.

Ähnliche Informationen wie zu den verplanten Fahrzeugen liefert das Programm auch für jede Person, die für die hausinternen Transporte im vertikalen Hol- und Bringedienst eingesetzt wird.

Die rechnergestützte Personaleinsatzplanung innerhalb der Gebäude erlaubt es, für jede Verbrauchsstelle eine Liste zu erstellen, aus der das Stationspersonal entnehmen kann, wann welche Güterart in welcher Menge angeliefert wird und abgeholt werden soll. Diese Stationslisten regeln das Zusammenspiel an den Schnittstellen der Transportkreisläufe und tragen zu gegenseitiger verantwortlicher Zusammenarbeit der beteiligten Personen bei.

Darüberhinaus liefert die schnittstellenübergreifende EDV-gestützte Transportplanung Ergebnisse

- zur Dimensionierung bzw. Feststellung von Belastungen aller Transportwege
- zur Dimensionierung von Stauflächen, beispielsweise in den Wareneingangs- und -ausgangsbereichen der Betriebsstellen, vor Liften oder an den Gebäudefußpunkten
- zur Dimensionierung von Liftkapazitäten und Feststellung von Liftauslastungen

## Zusammenfassung

Im Rahmen des Einsatzes des beschriebenen Management-Instrumentariums ist es wesentlich, daß zur Gesamtstruktur der Transportdienste Alternativen und Vorschläge schnell erarbeitet werden können, die aus der Situation des IST-Zustandes heraus tragbar sind und trotzdem wirksame Verbesserungen mit sich bringen.

So erscheint es aus der Kenntnis der bisherigen Anwendungen heraus für machbar, innerhalb der schnittstellenübergreifenden Abläufe ein gemeinsame Abstimmung der Ver- und Entsorgungstätigkeiten zu erreichen, so daß Spitzenbelastungen in den logistischen Bereichen wenn nicht vermieden, so doch abgebaut werden können.

Darüberhinaus erwies es sich oft als notwendig, eine Taktabstimmung zwischen den Bereitstellungsrythmen auf der Angebotsseite und den Verbrauchsrythmen auf der Nachfrageseite herzustellen. Das heißt, daß die Ablauforganisation in der Küche, der Wäscherei usw. auf die Bedürfnisse der Bedarfsstellen abgestimmt und durch den Transportdienst verknüpft wird und daß diese Taktabstimmung möglicherweise zu veränderten Formen der Versorgungsstrategie führt bis hin zu der Möglichkeit, Regeltransporte für bestimmte Güterarten einzuführen.

Mit der computerunterstützten Transportplanung für Krankenhäuser und Kliniken steht ein Werkzeug zur Verfügung

- das bei der Erarbeitung gesamtheitlicher Logistikkonzepte detaillierte Ergebnisse in kürzester Zeit liefert und
- das den Disponenten im praktischen Betrieb in die Lage versetzt, auf veränderte Betriebssituationen schnell und unkompliziert zu reagieren

Dabei liefert das Programm alle Informationen, die notwendig sind, um das Zusammenspiel sämtlicher an den Ver- und Entsorgungsprozessen beteiligter Betriebsbereiche zu gewährleisten.

Die integrierte Fuhrpark- und H&B-Einsatzplanung unter Berücksichtigung aller Schnittstellen im Transportkreislauf eröffnet zahlreiche Freiheitsgrade hinsichtlich der Untersuchung grundsätzlicher globaler Transportorganisationskonzepte und deren qualitative und quantitative Auswirkungen auf den gesamtbetrieblichen Ablauf.

Industrieplanung + Organisation GmbH, Kußmaulstraße 10, D-6900 Heidelberg 1, Telefon 06221/46051, Telex 461686 indpl, Telefax 06221/410057

## Rohrpostanlagen - nachträglicher Einbau, Betrieb und Hygiene, Service und Kosten

von Jens Ewertowski, Langenhagen

### 1. Vorbemerkungen

#### Rückblick

Die älteren Teilnehmer dieser Tagung werden sich erinnern, daß in den fünfziger und sechziger Jahren kaum ein Groß-Krankenhaus oder Klinikum gebaut wurde ohne Rohrpost. Die Investitionskosten allein für Rohrpost-Anlagen überstiegen nicht selten die Millionen-DM-Grenze. Doch in Zeiten knappster Personal-Kalkulation gehörte die Rohrpost als Instrument für einen rationellen Betriebsablauf einfach dazu und wurde bei der Planung selbstverständlich gleich mit einbezogen.

Bei späteren Neubauten und Umbauten alter Krankenhäuser wurde die Rohrpost dann immer weniger berücksichtigt - obwohl oftmals die Strukturen dieser Häuser den Einbau einer Rohrpost-Anlage geradezu erfordern hätten. Die einzelnen Abteilungen waren in verschiedenen Gebäuden untergebracht; weite Wege zum Zentral-Labor; zentraler Bettenhaus-Neubau mit mehreren Geschossen.

In Zeiten, da man aus einem größeren Personal-Fundus schöpfen konnte - wie Ende der siebziger Jahre und im letzten Jahrzehnt -, war das Kostenbewußtsein auf diesem Sektor dann nicht mehr so ausgeprägt.

#### Und wie ist die Situation heute?

Die Personal-Kosten sind in einem nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten geführten Betrieb - und dazu gehört auch das Krankenhaus - ein wesentlicher Faktor. Man ist bestrebt, die Mitarbeiter ihren Qualifikationen entsprechend einzusetzen. Ferner wird die tarifliche Arbeitszeit kürzer. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, während dieser Zeit qualifizierte Arbeit zu leisten und die immer teurer werdenden Arbeits-Minuten nicht mit Tätigkeiten zu belasten, die technische Anlagen preiswerter erledigen können.

Das Schlagwort vom "papierlosen Büro" hält wohl auch in der Krankenhaus-Verwaltung Einzug.

Aber bis es soweit ist, hat sich die gute, alte Rohrpost längst amortisiert und leistet ihren Beitrag zur Kostendämpfung im Gesundheitswesen.

Schließlich bleibt zu fragen:

- Wer trägt die Proben zum Labor?
- Wer holt nachts Medikamente aus der Apotheke im Nebenhaus?
- Wie kommt das Blutplasma schnell aus dem 2.UG in den OP-Bereich im 3.OG?

## 2. Einsatzgebiete der Rohrpost

In den o.a. Punkten sind neben dem Beleg-Transport bereits die wichtigen Einsatzgebiete für Rohrpost-Anlagen genannt. In Krankenhäusern werden mittels Rohrpost versandt:

- Labor-Proben aller Art wie Blutproben, Gewebeproben, Urinproben etc.
- Blutplasma
- Rezepte und Medikamente
- Röntgenaufnahmen
- Befunde, Berichte, EDV- Listen
- Küchenbelege
- Patientenpost und Zeitungen
- usw.; d. h., alles was in die Rohrpost-Büchsen hineinpaßt

So vielfältig das Transport-Gut so vielfältig sind auch die Anwendungsmöglichkeiten einer Rohrpost-Anlage im Krankenhaus.

Neben den **Groß-Anlagen**, die quasi alle Bereiche einer Klinik miteinander verbinden, gibt es **Spezial-Anlagen**, z. B., zum **Zentral-Labor**; sowie **Zweipunkt-Verbindungen** zwischen **Patienten-Aufnahme** und **Verwaltungs-Trakt**.

Drei Beispiele aus der Praxis mögen einen Überblick vermitteln:

1. Ein Krankenhaus mietet freiwerdende Räume in der Nachbarschaft an, um dort die allgemeine Verwaltung unterzubringen. Um nun nicht für jeden Zettel bzw. Vorgang einen Fußmarsch zu unternehmen, wird das Nachbarhaus mittels Rohrpost an die Patienten-Aufnahme und die Verwaltungs-Leitung angebunden.

2. Im Zuge der schrittweisen Sanierung einer alten Krankenhaus-Anlage werden alle Abteilungen, die sich z. T. in verschiedenen Gebäuden befinden, über verschiedene Leitungen mit dem Zentral-Labor verbunden. So wird der sonst übliche Hol- und Bringedienst eingespart, und vor allem nachts ist für eine erhebliche Entlastung des Personals gesorgt.

3. Die zentrale Blutbank wird mit verschiedenen OP-Bereichen nachträglich verbunden.

### 3. Nachträglicher Einbau

Komponenten einer Rohrpost-Anlage:

#### Die Transport-Behälter (Büchsen)

Die Größe einer Rohrpost-Anlage, sprich: welcher Rohrdurchmesser zu wählen ist und welche Abteilungen angeschlossen werden, wird durch das Transport-Gut bestimmt. Dieses wiederum entscheidet über die Büchsen-Größe. Denn nur das, was in die Büchse hineinpaßt, kann mit der Rohrpost versendet werden. Neben Norm-Büchsen für den Beleg-Transport stehen zahlreiche Spezial-Büchsen für die verschiedensten Zwecke zur Verfügung:

- extra-lange Büchsen zum Transport von Röntgenbildern
- Büchsen mit Spezial-Einsatz zum Labor-Proben-Transport
- extra-große Büchsen, um die Pakete für Blut-Transfusionen aufzunehmen.

#### Die Rohrleitung

Von 60 bis 160 mm stehen die verschiedensten Rohr-Durchmesser zur Verfügung. Als Norm hat sich die Rohrgröße 110 (nach DIN 6660 ff) herauskristallisiert. Die Materialien sind je nach Erfordernis Stahl, Edelstahl, Alu oder Kunststoff.

Neben dem geraden Rohr ist vor allem der Rohr-Bogen ein wichtiger Faktor für die Installation einer Anlage. Mußte man früher nicht selten Radien von 1,5 bis 3 m einbauen, so kann man heute für dieselbe Rohr- und Büchsengröße auf Radlen von 65 cm zurückgreifen. Ein Umstand, der besonders für den nachträglichen Einbau in bestehende, fertige Gebäude von Vorteil ist.

Zur Rohrleitung gehört im Rohrpost-Bau auch die Schwachstrom-Verkabelung. Die Steuer-Kabel werden parallel zum Fahrrohr mitgeführt und mit Spezial-Bändern befestigt.

Beim Durchtritt durch Brandwände werden spezielle Brandschutz-Manschetten verwendet. Diese bestehen aus z.B., Palusol im Blechmantel und schäumen im Brandfalle auf. Dadurch wird die Rohr-/Mauer-Öffnung verschlossen. Die Materialien sind bausichtlich geprüft und zugelassen.

# AIRCOTRONIC GmbH

## Rohrpostanlagen entlasten das Krankenhauspersonal

Transportgüter: Dokumente, Berichte, Befunde,  
EDV-Listen, Medikamente,  
Laborproben, Blutproben,  
Blutplasma, Röntgenfilme . . . .

Lieferumfang: Ø 65 mm — 160 mm  
(Rohrdurchmesser) in PVC,  
Aluminium oder Stahlrohr

Leistungs-  
umfang: 2-Punkt-Verbindungen oder:  
Verbindungen von 999 Stellen  
bis 5 km Entfernung

**Gut Ding  
will Eile haben!**

Fordern Sie ein kostenloses und  
unverbindliches Angebot an!

**Beratung · Planung · Montage · Service**  
**Alles aus einer Hand!**

**AIRCOTRONIC GmbH**

Hanseatenstraße 42    Telefon (05 11) 9 73 63 - 0  
3012 Langenhagen    Telefax (05 11) 9 73 63 - 33

## Die Aggregate (Steuer-Zentrale, Stationen, Weichen, Gebläse)

Kernstück einer Rohrpost-Anlage ist die Steuerzentrale. Besteht diese bei einfachen Zweipunkt-Verbindungen lediglich aus einer Relais-Platine, so findet in größeren Anlagen der Mikro-Computer Anwendung. Hier laufen alle Signale der Anlage zusammen.

Fast jeder hat in seiner Jugend mit einer Spielzeug-Eisenbahn gespielt. Ähnlich kann man sich die Funktion moderner Rohrpost-Anlagen vorstellen:

Auf einer Strecke ist nur ein Zug unterwegs, der auf einer bestimmten Route über Weichen seinen Zielbahnhof erreicht. Es gibt Zentral-Bahnhöfe, wo die Büchse von einer Linie in die andere wechseln kann, bzw. wo Gegenverkehr abgewartet wird.

Das jeweilige Ziel wird an der Aufgabe-Station ins Programm eingegeben. Die Ziel-Adresse besteht aus 2-,3-, oder 4-stelligen Nummern, die durchaus mit den Telefon-Nummern identisch sein können. Die Bedienung selbst ist relativ einfach - nach Ziel-Eingabe per normaler Telefon-Tastatur braucht man nur die Büchse in einen Speicher zu stellen. Der weitere Sendeablauf wird vollautomatisch abgewickelt. Ankommende Büchsen werden ebenso automatisch an den Stationen in separate Auffangbehälter ausgeschleust.

Die Stationen ebenso wie die Rohrleitung können in untergeordneten Räumen auf der Wand installiert werden. Ansonsten sind sie in vorhandenes Mobiliar - Schränke, Regale o.ä. - einzubauen. Die kompakten Abmessungen, i. d. R. wird ein Bereich von ca. 50 cm Breite, 2 m Höhe und der Regal-Tiefe von 40 cm ausreichen, lassen eine nachträgliche, saubere Integration zu.

Abzweigungen werden mit Weichen ausgeführt. Diese sind in den abgehängten Decken oder in Schächten unterzubringen.

Das ganze System wird durch ein oder mehrere Gebläse angetrieben. Je nach Fahrtrichtung wird gesaugt oder gedrückt. Von regelrechter Druckluft zu sprechen, wäre übertrieben; denn der Förderdruck erreicht max. 300 mbar bei einer Luftmenge von 3-4 m<sup>3</sup> pro min. Nun sind diese Motore auch keine 30-KW-Turbinen-oder Drehkolben-Verdichter mehr sondern Seitenkanal-Verdichter mit einer Leistung von 2-4 KW und einer Lautstärke von 72-76 dB(A). Sie werden auf Schwingmetallen schalldämpft installiert und finden mit ihrem relativ geringem Raumbedarf (50x50x1000 cm) fast überall Platz; z.B., auf Konsolen unter einer Decke im Technik-Raum.

## **Kriterien für den nachträglichen Einbau einer Rohrpost-Anlage**

Für den nachträglichen Einbau ist die Rohrgröße ein wesentliches Kriterium. Von ihr hängen weitere Baumaßnahmen ab. Neben der reinen Rohrgröße ist der erforderliche Bogenradius wichtig. Denn dieses Maß bestimmt entscheidend die Rohrführung.

Die engen Bogen-Radien erlauben es, Rohrleitungen auch dort unterzubringen, wo die abgehängten Decken oder die Steige-Schächte praktisch "voll" von Installations-Leitungen sind. Die Praxis des nachträglichen Einbaues einer Rohrpost-Anlage in bestehende Gebäude mit ausgeprägter Technik hat gezeigt, daß es für jedes Ziel immer einen Weg gibt. Nicht zuletzt wegen der kleinen Radien. Bei der Installation ist es nämlich möglich, aus 90-Grad-Bögen kleinere Einheiten zu schneiden. Bis hinunter zu Viertel-Bögen werden die Segmente vor Ort angepaßt. So kann sich dann die Rohrpost-Leitung an vorhandenen Armaturen und Lüftungskanälen quasi "entlangschlängeln", diese kreuzen, queren, umfahren.

Brandabschnitte sind durch den Einbau der Brandschutzmanschetten zu überbrücken. Für die Verlegung im Erdreich oder als Freileitung stehen besonders isolierte Fahrrohre zur Verfügung, wie man sie aus dem Fernheizungs-Leitungsbau kennt.

## **4. Betrieb und Hygiene**

Bei Projekten, die im Zuge von Umbau-, Sanierungs- und Erweiterungs-Maßnahmen realisiert werden, muß man auf die Rohrpost-Arbeiten nicht besonders eingehen.

Anders sieht es aus, wenn auf den laufenden Krankenhaus-Betrieb Rücksicht genommen werden muß. Hier sind die Probleme in der Praxis weitaus geringer als von Außenstehenden angenommen. Wie erwähnt werden die Leitungen in abgehängten Decken und Schächten verlegt. Wände und Decken werden dabei sauber mittels Kern-Bohrungen durchfahren. Bei diesen Arbeiten entstehen bei richtiger Koordinierung relativ geringe Schmutz-Belastungen. Beim Einbau in das jeweilige Mobiliar tritt Staub von Tischlerarbeiten auf. Aber zu Beeinträchtigungen, wie man sie von Umbau-, Heizungs-u. Installationsarbeiten her kennt, kommt es nicht.

Der Betrieb einer laufenden Anlage erfolgt bei neueren Anlagen sehr diskret. Obwohl die Büchsen mit 5-6 m pro sec. Geschwindigkeit unterwegs sind, treten i.d.R. keine störenden Fahrgeräusche auf; denn die Büchsen fahren mit besonderen Ringen im Rohr auf einem Luft-Polster. An den Stationen werden sie pneumatisch abgebremst und erst dann ausgeschleust. Die Förderluft selbst bleibt im Rohr-System, so daß auch hier die Hygiene nicht beeinträchtigt wird. Als Beispiel: In kritischen OP-Bereichen, wo ein gewisser Überdruck herrscht, kann die Rohrpost auf Saug-Basis betrieben werden. In einem Vorraum installiert ist die Rohrpost hier ein zuverlässiger Bote für Blut-Plasma-Säckchen!

Um den Labor-Proben-Transport optimal durchführen zu können, greift man auf Anlagen zurück, bei denen man je nach Transport-Gut die Förder-Geschwindigkeit regulieren kann.

Untersuchungen haben gezeigt, daß die Proben durch einen Rohrpost-Transport nicht anders beeinträchtigt werden als durch den Hol- und Bringedienst zu Fuß; treppauf, treppab, mit Fahrstuhl und Bohnerwachs.

## 5. Service und Kosten

Der Instandhaltungsaufwand einer Anlage hängt von der Größe und der Nutzung ab. Heute werden regelrechte Wartungs-Verträge für Rohrpostanlagen nicht mehr vorgeschrieben. Zu empfehlen sind aber halbjährliche Inspektions-Arbeiten zur Vorbeugung.

Auftretende Fehler in dem System werden erst einmal von der Anlage selbst behoben: Erst wenn dieses nicht gelingt, wird die Störung als solche gemeldet. Von der Steuerzentrale aus kann dann in das System hineingegangen, die Schwachstelle lokalisiert und der Fehler gezielt behoben werden. Wie bei anderen Techniken auch hat hier der Mikro-Computer wesentlich zur Verbesserung beigetragen.

Die Qualifikation des Service-Personals ist mit einem Satz gesagt: Ein Techniker, der mit einem Computer umgehen kann, kann auch die Rohrpost reparieren. In 1 bis 2 Tages-Kursen werden Schulungen durchgeführt. Darüber hinaus steht von den leistungsfähigen Anbietern bundesweiter Service zur Verfügung, der tagfertig arbeitet.

Last but not least die Frage: Was kostet eine Rohrpost-Anlage?

Die gängige Antwort: Das kommt darauf an. Darauf nämlich, was die Anlage leisten soll.

Zahlen lassen sich am besten aufgrund konkreter Beispiele nennen. Die oben erwähnte Klein-Anlage, die die Verwaltung im Nachbarhaus mit der Patienten-Aufnahme im Haupt-Gebäude verbindet, kostet bei einer Leitungslänge von ca. 200 m 30-40 TDM an reinen Rohrpost-Teilen und weitere 20 TDM für Erdarbeiten zwischen den Gebäuden, wie Graben, Straßenquerung etc..

Man hat ermittelt, daß täglich mind. 50x zwischen den Punkten korrespondiert werden muß und daß man für die Strecke etwa 15 Minuten Fuß-Weg benötigt.

Nach folgender Formel läßt sich der ROI-Faktor (ROI= return on investment, d.h., in welcher Zeit sich die Investition bezahlt macht) berechnen:

1. Investitions-Kosten: DM 60.000,-; wie o.a.

2. Wirtschaftlicher Nutzen:

$$\frac{W \times Z \times 250}{60}$$

W = Anzahl der Botengänge: hier = 50

Z = Zeitaufwand je Botengang: hier = 15 min.

60 = Umrechnungsfaktor min. in Std.

250 = Arbeitstage im Jahr

Rechnung: (50 x 15 x 250) : 60 = 3125 Std.

Die Zeitersparnis von 3125 Stunden entspricht knapp dem Stunden-Durchschnitt von zwei Arbeitsjahren in Deutschland.

Je nach Mitarbeiter-Qualifikation im Krankenhaus ist das eine Summe um TDM 80 bis 100.

Wirtschaftl. Nutzen ca.: DM 90.000,-

3. ROI-Faktor = Investitionskosten : Wirtschaftlichen Nutzen  
= 60.000,- : 90.000,- = 0,66.

**Fazit:** Die Investition hat sich nach 8 Monaten amortisiert.

Andere, auch wesentlich höhere Investitionen kommen zu Ergebnissen mit ähnlichen ROI-Faktoren. Liegt der Faktor wie in diesem Beispiel unter dem Wert 1, so wird das in einem kostenbewußt geführten Betrieb als zwingendes Kriterium für eine Investitions-Entscheidung angesehen. Und dazu zählt auch und gerade das Krankenhaus.

## **6. Schlußbetrachtung**

Der Weg zum nachträglichen Einbau einer Rohrpost-Anlage in ein bestehendes Krankenhaus führt über die Wirtschaftlichkeits-Berechnung zur Investitions-Entscheidung.

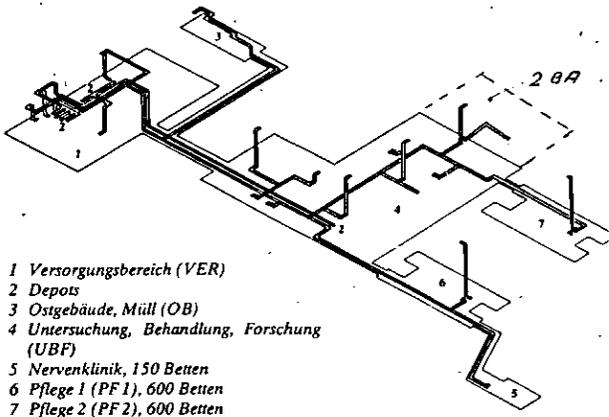
Der Einbau selbst läßt sich im Rahmen von geplanten Umbau- bzw. Sanierungs-Maßnahmen problemlos und bei laufendem Betrieb mit gewissen Beeinträchtigungen, die vielfach geringer sind als angenommen, bewerkstelligen.

Jens Ewertowski  
Hanseatenstr. 42  
3012 Langenhagen 1

**Die automatische Warentransportanlage (AWT)  
im Universitätsklinikum Göttingen  
Aufbau - Funktion - Instandhaltung  
von Jörg Becker, Göttingen**

**1. Beschreibung der Gesamtanlage**

Die AWT-Anlage versorgt, ausgehend vom Versorgungsgebäude (VER) die Bereiche: Untersuchung, Behandlung, Forschung und Theorie (UBFT), Bettenhaus 1 (Pfl.1) mit Anschluß an die Nervenkl. (UBFT), Bettenhaus 2 (Pfl.2), sowie Versorgungsgebäude-Ost (VER-Ost) mit der Müllstation. (Abb. 1)



- 1 Versorgungsbereich (VER)
- 2 Depos
- 3 Ostgebäude, Müll (OB)
- 4 Untersuchung, Behandlung, Forschung (UBFT)
- 5 Nervenkl. 150 Betten
- 6 Pflege 1 (PF1), 600 Betten
- 7 Pflege 2 (PF2), 600 Betten

Abb.1

1.1. Es handelt sich hierbei um eine Einschienenhängebahn nach dem System Von Roll 3 D-Bahn, die im Jahr 1977 in Betrieb genommen wurde.

**1.2. Der Gesamtumfang der AWT-Anlage**

- 4300 m Schienenstrecke
- 63 Empfangs- und Sendestationen
- 26 elektronisch gesteuerte Weichengruppen
- 26 Weichenrechner
- 90 elektr. angetriebene Fahrwerke
- 1 Zentralrechner
- 16 Unterverteilungen zur Einspeisung mit 380 V
- 225 Speisecontainer
- 240 Müllcontainer
- 460 Universalcontainer
- 5 Container-Wasch- und Desinfektionsanlagen

### 1.3. Das Schienennetz

Das VER-Gebäude wird in jeder Ebene an verschiedenen Stellen angefahren. Das Gleiche gilt für das UBFT-Gebäude, wobei für die Zentral-OP's 4 Anfahrten vorhanden sind. Die beiden Bettenhäuser (Pfl.1 und Pfl.2) werden pro Ebene einmal angefahren. In der Nervenklinik befindet sich ebenfalls je 1 Empfangs- und Sendestation. Das gilt auch für das Gebäude VER-Ost, wo außerdem eine Müllentladestation mit nachgeschalteter Containerwaschanlage installiert ist.

Das horizontale Schienennetz ist im UBFT-Gebäude, in den beiden Bettenhäusern und in der Zufahrtstrasse zur Nervenklinik in der untersten Ebene untergebracht. Im VER-Gebäude jedoch aus grundwassertechnischen Gründen im Dachgeschoß. Im Gegensatz zu den anderen Gebäuden ist dieses nicht auf wasserdruckhaltenden Stahlbetonwannen, sondern lediglich mit Flächendränge gegründet worden.

Bei dem horizontalen Schienennetz in den untersten Ebenen handelt es sich um räumlich abgeschlossene Trassen. Dieses ist aus sicherheitstechnischen Gründen - kein Zutritt für Unbefugte - sowie aus hygienischen Gründen unbedingt erforderlich.

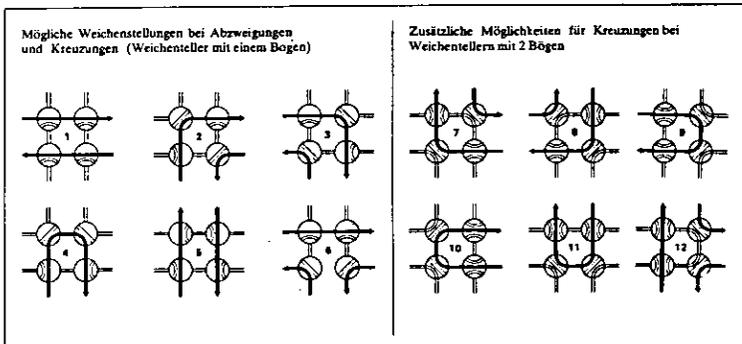
Die Schienen sind die Führungs- und Trageelemente der Bahn. Das komplette Schienennetz setzt sich zusammen aus gradlinigen Schienen, Schienenbögen (jeweils vertikal und horizontal), sowie aus Weichen zur Überleitung von einem Schienenstrang in einen anderen.

Die Schienen verbinden die einzelnen Stationen untereinander. Sie bestehen aus einem Doppel-T-Profil und sind stranggepreßt aus einer Alu-Legierung hergestellt. Zum Antrieb der Fahrwerke ist an der Schiene eine Zahnstange befestigt.

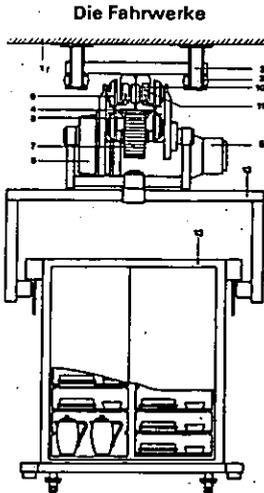
In bestimmten Abständen befinden sich auf Gummikissen gelagerte Aufhängungen.

Jeder Schienenstrang ist mit eigenen Weichen ausgerüstet. Diese werden mittels Elektroantrieb in die richtige Stellung gebracht und entsprechend zentriert. Eine elektrische Überwachung verhindert, daß ein Fahrwerk über die Weiche fährt, wenn diese noch nicht korrekt zentriert und mechanisch blockiert ist.

Eine Vierer-Weiche ist jeweils so eingestellt, daß Fahrwerke gleichzeitig in beiden Richtungen verkehren können, ohne sich gegenseitig zu behindern. (Abb. 2)



### 1.4. Fahrwerke



- 1 Decke
- 2 Konsole für Schienenaufhängung
- 3 Dämpfungselement
- 4 Führungsschiene
- 5 Elektromotor
- 6 Zahnradgetriebe
- 7 Antriebszahnrad
- 8 Zahnstange
- 9 Laufräder
- 10 Stromschienen
- 11 Stromabnehmer
- 12 Tragrahmen mit Aufhängevorrichtung
- 13 Behälter für Speisen und Getränke

Abb. 3

Die Kraftübertragung zwischen Fahrwerk und Schiene erfolgt mittels Zahnrad und Zahnstange. Jedes Fahrwerk wird über ein Zahnradgetriebe durch einen Elektromotor (2,2 KW) angetrieben. Der Motor läßt zwei verschiedene Geschwindigkeiten zu. In der horizontalen Fahrt 1m/sek. Vor Weichen und Schienenbögen sowie in der vertikalen Fahrt 0,5m/sek.

Er ist mit 2 Bremsen (elektromechanisch) ausgestattet, die voneinander unabhängig wirken und so ein weiches Bremsen in in der Horizontalen und ein genaues Anhalten in der Vertikalen ermöglichen.

Der Fahrstrom und der Strom für die Steuersignale werden den seitlich an den Fahrschienen montierten Stromschienen über Kohlebürsten entnommen.

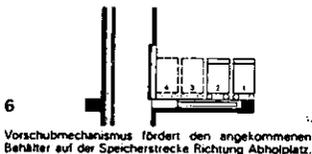
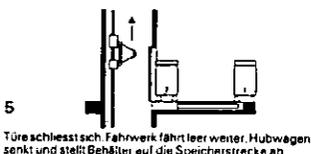
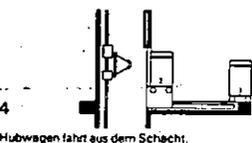
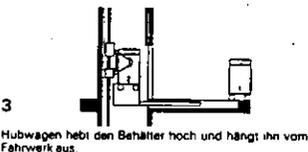
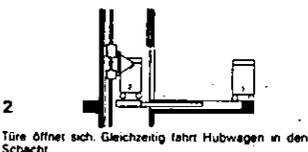
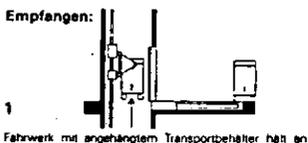
Die Tragscheiben am Tragrahmen des Fahrwerkes sind mit einer Pendelbremse (mechanisch) ausgerüstet, die das Pendeln des Containers verhindert. (Abb.3)

### 1.5. Stationen

Die Stationen empfangen beladene oder leere Container (Empfangsstation) oder senden sie ab (Sendestation).

Ein an einem Fahrwerk hängender Container ist in dem Schacht der Empfangsstation in Wartestellung. Dann öffnet sich eine zweigeteilte Schiebetür.

Der Hubtisch fährt in den Schacht, hebt den Container vom Fahrwerk und befördert ihn in die Station. Dort senkt sich der Hubtisch, bis der Container auf einer Rollenbahn aufsetzt und zum Ausgang der Station gerollt wird.



Vorher hat sich die Schiebetür wieder geschlossen, und das freigewordene Fahrwerk wird dem nächsten Bestimmungsort zugeführt. (Abb. 4) Das Absenden eines Containers erfolgt in der umgekehrten Reihenfolge.

### 1.6. Transportcontainer

Es gibt 3 verschiedene Arten von Containern, nämlich

- Speisecontainer
- Allgemeine Versorgungscontainer (Universalcontainer)
- Müllcontainer

An den Stirnseiten dieser Container sind Aufhängelaschen angebracht, in welche die Tragscheiben des Fahrwerkes gleiten und somit den Container sicher aufhängen, der dann unabhängig von der jeweiligen Lage des Fahrwerkes stets in der lotrechten Lage bleibt.

Die Innenabmessungen der Container sind ca. 1200 x 930 x 600 mm, d.h., es können 24 beladene Euronorm-Speisetablets (in einen Speisecontainer) eingeschoben werden.

Containergewicht: 120-135 kg ,  
max. Transportgewicht: 300 kg  
(einschließlich Container)

Die beiden Flügeltüren der Speise- und Allgemeinen-Versorgungscontainer geben die gesamte Frontseite des Containers zum Be- und Entladen frei.

Abb. 4

Die Müllcontainer bestehen aus einer flüssigkeitsdichten Wanne und sind oben mit zwei Deckeln abgeschlossen, die sich beim Kippen automatisch öffnen.

Unterhalb der Container befinden sich 4 Laufrollen. Die Drehgabel dieser Rollen besteht aus V2A-Stahl, die Felge aus Kunststoff und die Lauffläche aus Gummi (80 Shorehärte), sowie Käfigrollenlager aus Kunststoff/VA-Stahl. An diese Rollen werden durch das Waschverfahren sowie durch die Desinfektionsmittel höchste Ansprüche gestellt. Der Container ist aus V2A-Stahl hergestellt.

### 1.7. Die Zielsteuerung

Für die Anlage in Göttingen wurde eine zentrale Prozeßrechnersteuerung gewählt. Die Zielsteuerung regelt den automatischen Verkehr zwischen den einzelnen Stationen.

Die Fahrwerke sind numeriert. Erfolgt nun ein Ruf nach einem leeren Fahrwerk von einer Sendestation durch Eintippen der Zielstations-Nr. in das Eingabetableau, ermittelt der Prozeßrechner anhand interner Tabellen den Standort des dem Rufort am nächsten befindlichen Fahrwerkes und dirigiert dieses auf dem kürzesten Weg zum Rufort.

Leere Fahrwerke können jederzeit unterwegs umdirigiert oder in ein Fahrwerkdepot geschickt werden.

Vor einer Weiche wird das ankommende Fahrwerk anhand seiner Nummer identifiziert (Lesung erfolgt über elektronische Lesestellen), und vom Prozeßrechner werden aufgrund der anstehenden Anforderungen bzw. der vorgegebenen Ziele über den Weichenrechner die Weichen entsprechend verstellt.

Der Prozeßrechner steht in der AWT-Zentrale, in welcher sich ebenfalls ein Steuerpult mit einem Mosaik-Schaltbild befindet.

### 3. Instandhaltung

Um eine hohe Verfügbarkeit der AWT-Anlage zu gewährleisten, bedarf es einer sorgfältigen Wartung, sowie einer sofortigen Reparatur bzw. Entstörung.

Hierfür stehen eine Anzahl qualifizierter Mitarbeiter zur Verfügung und zwar

- 1 Vorarbeiter (Elektriker)
- 1 Elektroniker
- 2 Handwerker für die Stationswartung (Elektriker/Mechaniker)
- 1 Handwerker für die Fahrwerkswartung (Elektriker/Mechaniker)
- 2 Handwerker für d. Container-Wartung (Elektriker/Mechaniker)
- 1 Handwerker für Entstörung/Reparatur (Elektriker/Mechaniker)

Da die AWT-Anlage täglich von 6.00 bis 19.00 Uhr betriebsbereit sein muß, wurde für den durch die normale Dienstzeit nicht abgedeckten Zeitraum eine Rufbereitschaft mit 2 Handwerkern eingerichtet.

Diese beiden Mitarbeiter sind natürlich nicht nur für die AWT-Anlage zuständig, sondern auch für die übrigen förder-technischen Anlagen - z. B. Telelift - nicht jedoch für die Aufzüge.

Die Störungen werden in der AWT-Leitwarte angezeigt, von dort der zentralen Leitwarte gemeldet, die dann die Rufbereitschaft über Telefon oder Eurofunk verständigt und den Einsatz einleitet.

### 3.1. Wartung

Wie für sämtliche technische Gewerke der Betriebstechnischen Dienste, besteht auch für die AWT-Anlage eine EDV-gestützte Wartungsplanung.

Grundlage für diese Wartungsplanung ist eine Gliederung der Gesamtanlage in Einzelanlagen bzw. Anlagenteile, die jeweils durch einen Nummerncode/alpha-nummerisch gekennzeichnet sind. Dieser Nummerncode ist auf dem Wartungsauftrag angegeben und identifiziert die jeweilige Anlage bzw. das Anlagenteil.

Der Wartungsauftrag beinhaltet u. a. die einzelnen Wartungstätigkeiten sowie die Wartungsintervalle. Beide Angaben beruhen auf den Vorgaben der Lieferfirma in Verbindung mit den eigenen Erfahrungen.

Sollte der Text für das Formular des Wartungsauftrages zu umfangreich sein, erfolgt lediglich ein Hinweis auf einen bestimmten AWT-Ordner, in welchem die durchzuführenden Wartungstätigkeiten detailliert aufgeführt sind.

Sämtliche, jeden Montag für die darauffolgende Woche ausgedruckten Wartungsaufträge werden dem Meister ausgehändigt, der dann die entsprechenden Handwerker für die anstehenden Arbeiten einsetzen kann.

Am Freitag müssen die erledigten Aufträge der EDV-Eingabestelle zurückgemeldet werden. Sollte keine Rückmeldung erfolgen, wird der jeweilige Auftrag bei Beginn der nächsten Woche in Form von Listen angemahnt und zwar so oft, bis die Erledigung angezeigt wird.

### 3.2. Reparatur

Durch unsachgemäßes Verhalten des Bedienungspersonals treten Schäden auf, die Reparaturen erforderlich machen. Das trifft in sehr hohem Maße auf die Container zu.

Nicht korrekt geschlossene Türen z. B. gehen während der Transportphase weit auf und stoßen in dem zum Teil engen Schacht auf Hindernisse. Dadurch hebelt sich der Container aus den Tragscheiben des Fahrwerks, stürzt den Schacht hinunter und beschädigt dann ein evtl. direkt darunter fahrendes weiteres Fahrwerk. Der Container erleidet meist Totalschaden, während das Fahrwerk noch repariert werden kann. Jedoch häufig mit großem Aufwand.

Weitere Schäden treten auf, wenn beim manuellen Verschieben mit dem Container gegen Wände o.ä. gefahren wird. Sehr reparaturanfällig waren auch die Gleitbuchsen der Rollen an den Rollenbahnen der Stationen und Schachttüren. Durch einen Umtausch gegen Kugellager wurde ein ruhiger, geräuschloser Transport der Container erreicht. Ferner wurde durch die geringere Reibung der Antriebsmotor entlastet und ein Verschleiß der Wellen verhindert.

### 3.3. Entstörung

Störungen treten in erster Linie durch den Ausfall elektrischer Bauteile in den Weichenrechnern bzw. Steuereinheiten der Fahrwerke auf. Hier wird durch schnelles Auswechseln der mit diesen Bauteilen bestückten Platinen eine sofortige Entstörung eingeleitet.

Durch einen immer häufiger auftretenden Ausfall in Verbindung mit Lieferschwierigkeiten dieser Platinen, ist ein Umtausch der alten Weichenrechner gegen eine neue Generation inzwischen in die Wege geleitet worden. Im laufenden Jahr wurden 5 neue Weichenrechner in Auftrag gegeben.

Die Bauelemente der dadurch frei werdenden Rechner werden zunächst als Ersatzteile für die weiterhin vorhandenen verwendet. Somit besteht die Möglichkeit, diese alten Rechner für einen gewissen Zeitraum funktionsfähig zu halten.

Abschließend sollte noch festgehalten werden, daß die wirkungsvollen Instandhaltungsarbeiten dazu beigetragen haben, daß die nachweisliche Verfügbarkeit der AWT-Anlage bisher bei über 99 % lag.

#### Literaturhinweis:

Div. Veröffentlichungen der Fa. von Roll

Dipl.Ing. Jörg Becker  
Universitätskliniken Göttingen  
Betriebstechnische Dienste  
Robert-Koch-Str. 40  
3400 Göttingen

## TECHNIK UND HYGIENE IM KRANKENHAUS UND DIE DARAUS ABZULEITENDEN KONTROLLMÖGLICHKEITEN

Z. Douvlis

Das Krankenhaus als das Umfeld des Patienten beinhaltet eine Reihe von Risikofaktoren, die bei der Untersuchung, Behandlung und Versorgung die Entstehung von exogen-bedingten Infektionen ermöglichen.

Die verschiedenen Faktoren führen mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit zu einer Infektion, wobei zu berücksichtigen ist, daß Patienten - bedingt durch die Grunderkrankung - in unterschiedlichem Maße gefährdet sind. Unter diesem Aspekt ist das Umfeld des Patienten so zu gestalten, daß die erwähnten Faktoren im prophylaktischen Sinne beherrschbar werden.

Zur prophylaktisch wirkenden Gestaltung des Patientenumfeldes gehört zum Beispiel die Raumeingliederung und Raumdimensionierung sowie die technischen Vorrichtungen in stationärer und mobiler Form, die aus hygienischer Sicht bei der Planung und im Betrieb zu überprüfen sind, wobei eine bereichsgebundene Variabilität der hygienischen Forderungen berücksichtigt werden muß.

Die hygienischen Anforderungen wurden für die Bundesrepublik Deutschland u.a. in der "Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention" des Bundesgesundheitsamtes formuliert.

Im folgenden wird auf hygienisch-technische Aspekte einiger besonders wichtiger Bereiche eingegangen.

### OPERATIVER BEREICH

Es gilt heute als zwingend geboten, den Op-Raum innerhalb der Op-Abteilung und diese innerhalb des Krankenhauses so einzugliedern, daß die Einschleppung von Keimen so gering wie möglich gehalten wird.

Die erste Barriere stellen die Schleusen zur Op-Abteilung dar, die diese Abteilung vom angrenzenden Krankenhausbereich trennen. Die dem Op-Raum vorgeschalteten

Räume, wie Ein-Ausleitungsraum und Waschraum, sind ebenfalls als Schleuse zu werten und bilden die zweite Barriere.

Ein Op-Raum bildet mit den dazugehörigen Nebenräumen eine Funktionseinheit. Für die maximale Anzahl an Funktionseinheiten einer Operationsabteilung muß für die vorgesehenen Operationstätigkeiten ein ausreichendes Flächenangebot unter Berücksichtigung der für Hygienemaßnahmen erforderlichen Zeit zur Verfügung stehen.

Im Hinblick auf die anzunehmende Infektionsgefährdung eines zu operierenden Patienten durch die mögliche Kontamination von Flächen des Op-Raumes - bedingt durch die vorangegangene Operation - sind nach BGA-Empfehlung die Patienten nach dem Grad der Gefährdung in getrennten Funktionseinheiten zu operieren; d.h. in einer Op-Abteilung sollen Funktionseinheiten für aseptische Operationen (= das zu operierende Gewebe oder Organ ist aseptisch), bedingt aseptische (= das zu operierende Gewebe oder Organ ist naturgemäß kontaminiert) und septische (= das zu operierende Gewebe oder Organ ist infiziert) vorhanden sein.

Weil aber das Infektionsrisiko auch von dem Durchblutungszustand des zu operierenden Gewebes (z.B. Knochengewebe) bzw. Organes abhängt, ist zur Diskussion zu stellen, ob eine Trennung innerhalb der aseptischen Gruppe nicht empfehlenswert wäre, z.B. aseptische Operationen, bezogen auf den Durchblutungszustand des Gewebes, in getrennten aseptischen Funktionseinheiten durchzuführen.

Für den Op-Raum selbst soll die Dimensionierung, bezogen auf die vorgesehenen Operationen, ausreichenden Platz für Personal und Geräte bieten. In diesem Zusammenhang ist auch zu bedenken, welchen Einfluß die Höhe eines Op-Raumes auf die Keimkonzentration im Bereich des Op-Feldes haben kann.

Der sensibelste Bereich in einem Operationsraum ist das Operationsfeld. Für die Objekte, die sich in diesem Bereich befinden, ist die Sterilität eine unabdingbare Forderung. Die Sterilisation dieser Objekte (z.B. Instrumente) muß nach anerkannten Verfahren durchgeführt werden, wobei das Sterilisationsverfahren in Abhängigkeit vom Material gewählt werden soll. Der Funktionszustand der Sterilisationsgeräte ist durch laufende Registrierung der einzelnen Funktionen und durch chemische Indikatoren so zu kontrollieren, daß sich eine fehlerhafte Veränderung sofort bemerkbar macht. Dies wird durch eine Prüfung mit

Bioindikatoren ergänzt, die in 3- bzw. 6- monatigen Abständen durchgeführt werden muß.

Das Op-Feld kann durch die in der Raumluft vorhandenen Keime mit einer Wahrscheinlichkeit, die von der Konzentration abhängig ist, kontaminiert werden. Da die meisten der in der Raumluft nachgewiesenen Keime von in diesem Raum befindlichen Personen abgegeben werden, dürfte die höchste Luftkeimkonzentration in der unmittelbaren Umgebung der höchsten Personenkonzentration zu finden sein, was in unmittelbarer Nähe des Op-Feldes der Fall ist.

Aus diesem Bereich müssen die in der Luft schwebenden Keime entfernt bzw. zahlenmäßig reduziert werden. Das erfolgt durch Zuführung keimfreier Luft, die durch eine RLT-Anlage in den Op-Raum geleitet wird. Theoretisch wäre ein optimaler Effekt zu erwarten, wenn die Reinluftquelle innerhalb des Op-Teams zu lokalisieren wäre, wodurch die von dem Op-Team abgegebenen Keime in zentrifugaler Richtung verdrängt werden könnten.

Bei den üblichen RLT-Anlagen befindet sich das Op-Team - wenn auch teilweise - zwischen Luftauslaß und Op-Feld (Operateur und Assistenten befinden sich mit der Kopf- und Schulterpartie zwischen Reinluftquelle und Op-Feld). Meßergebnisse haben gezeigt, daß damit auch eine zahlenmäßig erhebliche Reduktion von Luftkeimen möglich ist.

Die während einer Operation erreichte Reduktion der Luftkeime stellt einen Gleichgewichtszustand zwischen der eingeführten Menge keimfreier Luft pro Zeiteinheit in den Op-Raum und der von den Personen abgegebenen Keime pro Zeiteinheit dar.

Wenn man eine bestimmte Luftkeimkonzentration als Grenzwert akzeptieren würde, oberhalb derer eine Korrelation zwischen Luftkeimen und mikrobiellen Komplikationen zu erwarten wäre - dies wurde z.B. für Endoprothesenoperationen nachgewiesen - könnte die Überprüfung der Effektivität der entsprechenden RLT-Anlage unter Belastung, d.h. während einer Operation, an Bedeutung gewinnen.

Nicht nur die Keimfreiheit der Zuluft einer RLT-Anlage, sondern auch die zugeführte Luftmenge pro Zeiteinheit ist von Bedeutung, sowohl für die zahlenmäßige Reduktion der Luftkeime und die Aufrechterhaltung einer entsprechend niedrigen Konzentration unter Belastung, als auch für den Aufbau

eines relativen Überdruckes bei geschlossenen Op-Raum-Türen, der das Eindringen von Keimen aus den Nebenräumen verhindern soll.

Die raumlufttechnische Ausrüstung eines Op-Raumes ist durch die DIN 1946 Teil 4 geregelt. Danach ist u.a. eine 3-Stufen Filterung und eine in bestimmtem Rahmen regulierbare Temperatur und Feuchtigkeit für Op-Räume mit hohen Ansprüchen, vorgeschrieben.

Nach DIN 1946 Teil 4, Fassung Mai 1987, ist für Op-Räume mit "besonders hohen" und "hohen" Anforderungen an die Keimarmut ein "erforderlicher Mindest-Zuluftvolumenstrom" definiert worden, dessen Größe u.a. von dem im Schutzbereich (d.h. Operationsfeld) in Abhängigkeit von der Luftführung zu erwartenden Kontaminationsgrad der Luft abhängt. Daraus ergeben sich Sollwerte des Luftwechsels pro Stunde zwischen 10 und 15.

Eine RLT-Anlage kann aber, unter bestimmten Bedingungen und in Zusammenhang mit der Lokalisation, Installation, Zustand und Qualität der Filter zu einem Herd mikrobieller Streuung mit unter Umständen schwerwiegenden Folgen werden. Das Eintreten einer solchen Situation kann vermieden werden durch:

Endständigen Filter. Dieser schließt das Risiko einer mikrobiellen Streuung durch Undichtigkeiten des Kanalsystems aus.

Bypassfreie Installation des Filters.

Leckfreier Zustand des Filters.

Filterqualität, die die Zufuhr keimfreier Luft sicherstellt.

Auch für die Druckluft ist aus hygienischer Sicht die Forderung nach einer 3-Stufen Filtrierung und Kältetrocknung der komprimierten Luft zu stellen unter Berücksichtigung der in diesem Bereich herrschenden Besonderheiten. Denn diese kann beim Antrieb von mechanischen Systemen (z.B. Turbinen) das Op-Feld kontaminieren.

Eine weitere Infektionsquelle können Warmwasserbäder zum Aufwärmen von Blut- bzw. Plasmakonserven in Plastikbeuteln darstellen. Bei diesen Warmwasserbädern

spielt nicht nur die Verkeimung, sondern auch die daraus resultierende Endotoxinkonzentration eine Rolle. An der Sollabrißstelle der Plastikbeutel bildet sich eine Kapillarspalte, die das endotoxinhaltige Wasser aufnimmt. Beim Anschließen des Infusionsbestecks kann das endotoxinhaltige Wasser in die zu transfundierende Flüssigkeit gelangen. Um dieses Risiko auszuschließen, ist die Anwendung trockener Wärme erforderlich.

## INTENSIVMEDIZIN-BEREICH

Besonders bei der Neuplanung soll eine Intensivmedizin-Station so eingegliedert werden, daß andere Abteilungen im Krankenhaus auf unkomplizierte Weise erreicht werden können. Für Patienten und Personal ist es sehr vorteilhaft, wenn sich zum Beispiel die Intensivmedizin-Station und die Op-Abteilung auf derselben Ebene befinden und Einrichtungen, wie Diagnostik und die Notaufnahme, ohne relativ großen Zeitverlust zu erreichen sind.

Die Forderung, Patientenräume auf der Intensivmedizin-Station als Einbettzimmer einzurichten, ergibt sich aus der Überlegung, daß Mehrbettzimmer die Übertragung von Infektionen begünstigen, aus der Notwendigkeit, Patienten mit einer Infektionskrankheit als zweite Erkrankung zu isolieren und der Forderung nach Einzelraumdesinfektion nach Verlegung des Patienten mit einer auszuschließenden Geruchbelästigung für andere Patienten und Personal. Wenn Mehrbettzimmer nicht zu vermeiden sind, soll für eine genügende Distanz zwischen den Patientenbetten gesorgt werden.

Die Klimatisierung der Räume ist nach DIN 1946 Teil 4 geregelt. Sie sieht - aus bakteriologischer Sicht - eine hohe Qualität der Zuluft vor, die durch drei Filterstufen und eine mindestens 10-fache Luftumwälzung erreicht werden soll, wobei die Bestückung der 3. Filterstufe mit einem S-Filter vorgesehen ist. Die Klimaanlage ist mit einer Feuchtigkeits- und Raumtemperaturregelung ausgestattet.

Würde man davon ausgehen, daß die exogen-bedingte mikrobielle Gefährdung der Patienten im operativen Bereich mit einem meistens ausgedehnten Invasionsareal (= Operationswunde) und einer relativ kurzen Invasionszeit zusammenhängt, dürfte die entsprechende Gefährdung der Patienten auf der Intensivmedizinstation von mehreren kleinen Invasionsarealen - wie z.B. um den Venenkatheter, Urinkatheter, Drainage, Endotrachealtubus - und einer relativ langen Invasionszeit abhängig sein.

Um unter diesem Aspekt mögliche exogen-bedingte Infektionen zu vermeiden, müßte die Invasionszeit (= die Zeit, in der eine mikrobielle Invasion stattfinden kann) verkürzt werden, die Kontamination der Invasionsareale verhindert bzw. hinausgezögert werden und Systemteile der apparativen Behandlung, die durch Kontamination zu einem Infektionsweg werden können, in entsprechenden Zeitabständen durch sterile Teile ersetzt werden.

Das setzt die hygienisch einwandfreie Aufbereitung von wiederverwendbaren Systemteilen - wie z.B. die der Beatmungsgeräte - voraus, was durch Kontrollen der Aufbereitungssysteme und durch Sterilitätskontrollen gesichert wird.

Eine weitere Infektionsquelle stellen die kontaminierten Wasserentnahmestellen dar, aus denen das Wasser für die Pflege der Patienten entnommen wird. Um das zu vermeiden, müssen die entsprechenden Wasserentnahmestellen mit Bakterienfiltern versehen werden, die aber in bestimmten Abständen aufbereitet und überprüft werden müssen. Parallel dazu sind Untersuchungen von Wasserproben unter Betriebsbedingungen notwendig, um die Möglichkeit der Leckbildung oder retrograden Kontamination der Filter innerhalb eines Zeitintervalls auszuschließen.

## FUNKTIONSEINHEIT FÜR PATIENTEN MIT BRANDVERLETZUNGEN

Bei einem brandverletzten Patienten handelt es sich - abhängig von dem Grad und der Ausdehnung der Verbrennungen - um einen Patienten der Intensivtherapie (z. B. mit künstlicher Beatmung, venösen Zugängen usw.). Die mikrobielle Gefährdung wird durch das ausgedehnte Invasionsareal der brandverletzten Haut in erheblichem Maße zusätzlich erhöht, wobei nicht nur die Kontamination der brandverletzten Haut, sondern die Bakteriendichte der kontaminierten Stellen für den Verlauf der Erkrankung von Bedeutung ist. Daraus ergeben sich die Überlegungen für hygienische Forderungen.

Diese Funktionseinheit soll baumäßig so eingegliedert werden, daß sie bei der Aufnahme eines brandverletzten Patienten auf dem kürzesten Weg zu erreichen ist.

Die Patientenräume sollen als Einzelzimmer eingerichtet werden mit für jeden Raum separat zu regulierender Temperatur und Feuchtigkeit - je nach Erfordernissen der klinischen Situation des einzelnen Patienten.

Bei der Dimensionierung des Patientenzimmers ist zu berücksichtigen, daß ein zweites Bett für die Umlagerung des Patienten Platz haben muß.

Die Wände, der Fußboden, die Zimmerdecke und andere Flächen sollen abwaschbar sein. Die Zimmerdecke darf nicht durch undichte Stellen mit dem Zwischendeckenraum kommunizieren. Die Gesamtfläche als Besiedlungsfeld von Mikroorganismen soll nicht unnötig durch überflüssige Gegenstände vergrößert werden. Müssen Patienten durch Vorhänge abgeschirmt werden, sollen diese in keimfreiem Zustand aufgehängt und in kurzen Abständen gewechselt werden.

Die durch die RLT-Anlage zugeführte Luft soll keimfrei sein und von der Zahl der Luftumwälzungen her einen relativen Überdruck aufbauen können.

Es ist zu prüfen, inwieweit eine intervallweise starke Senkung der Feuchtigkeit mit dem Ziel, die Flächen auszutrocknen, Einfluß auf die Reduktion der Konzentration der Naßkeime hat - z.B. zwischen Verlegung und neuer Belegung eines Patientenzimmers.

Für eine mikrobielle Gefährdung kommen auch die Wasserentnahmestellen in Betracht. Diejenigen, aus denen Wasser für die Pflege des Patienten entnommen wird, müssen mit Bakterienfiltern versehen werden. Daraus sind die notwendigen Kontrollen abzuleiten, wie z.B. die Keimfreiheit der Zuluft, die Keimarmut der Raumluft und Flächen, die Keimfreiheit des zur Pflege entnommenen Wassers usw.

## DIALYSEBEREICH

Im Vordergrund stehen in diesem Bereich bei der Gefährdung der Patienten Dialysesysteme, die bei der Behandlung von infektiösen Patienten (z.B. HBV, HCV) zu einer Infektionsquelle werden können, sowie Wasseraufbereitungsgeräte, z.B. Gegenosmosegeräte.

Als unabdingbare Forderung gilt die Realisierung einer strengen Trennung von infektiösen und nichtinfektiösen Dialysepatienten; d.h. eine räumliche, gerätemäßige und personelle Trennung.

Sowohl für die Infektions- als auch für die Nichtinfektionseinheit sollen Isolierräume für Dialysepatienten mit einer zweiten Erkrankung - wie z.B. offener Lungen-Tb - vorhanden sein.

Bei der Dialyseeinheit für nicht infektiöse Patienten ist für die Durchführung einer Hämodialyse bei einem Patienten mit noch nicht völlig geklärtem Infektiösitätsstatus das Vorhandensein von mindestens einem Isoliergerät notwendig.

Nach jeder Dialyse müssen die wiederverwendbaren Systemteile hygienisch einwandfrei aufbereitet werden, wenn eine Sterilisation - die anzustreben ist - nicht möglich ist. So ist die Desinfektion nach Angaben des Herstellers nicht nur im Hinblick auf die Materialverträglichkeit, sondern auch hinsichtlich der Effektivität aus infektiologischer Sicht durchzuführen. In diesem Zusammenhang, aber auch bei der Aufbereitung von Endoskopen, ist die inaktivierende Wirkung einer im Fluß befindlichen Desinfektionsmittellösung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit zu überprüfen.

Eine weitere Gefährdung der Dialysepatienten ist in Zusammenhang mit der Wasseraufbereitung durch die Gegenosmosegeräte zu sehen. Eine mögliche bakterielle Kontamination des Wassers mit den o.g. Naßkeimen ist in erster Linie im Hinblick auf pyrogene Substanzen von Bedeutung, denn diese können die Dialysemembran passieren.

Fließendes Wasser stellt eine ungünstige Situation für das Wachstum von Bakterien dar und somit dürfte es indirekt zu einer mehr oder weniger starken Reduktion der Pyrogene beitragen. Unter diesem Aspekt ist als Ergänzung der Desinfektionsmaßnahmen für diese Geräte - nach Beendigung der Dialyse - eine diskontinuierliche Wasserzirkulation - wenn eine kontinuierliche nicht möglich ist - in mehreren Stundenintervallen bei entsprechenden bakteriologischen Wasseruntersuchungen routinemäßig durchzuführen.

## ENDOSKOPIE

Das Endoskop ist die fototechnische Realisierung der optischen Inspektion innerer Organe.

Das flexible (bei Fiberglasendoskopen) feintlumige System in Erweiterung seiner Funktionen (z.B. für die Gewebeentnahme, Spülung usw.) beinhaltet - aus infektiologischer Sicht - Risikofaktoren, die mit der Aufbereitung des Systems in Zusammenhang stehen und am Beispiel der Bronchoskopie erläutert werden:

Bronchoskopiert werden Patienten mit unterschiedlichen Grunderkrankungen, immunsuppressive und infektiöse Patienten eingeschlossen, so daß bei einer hygienisch nicht einwandfreien Aufbereitung von Bronchoskopen ein breites Spektrum von Kreuzinfektionen zu erwarten ist.

Um eine optimale Desinfektion zu erreichen, müssen die Bronchoskope nach Beendigung der Untersuchung vor der Desinfektion innerhalb von 20 - 30 Minuten zuerst desinfizierend gereinigt werden. Nach längerer Wartezeit kann die Desinfektion durch Mikroverkrustungen bzw. Umhüllung der Bakterien durch Absonderungen eigener Substanzen mehr oder weniger beeinträchtigt werden.

Daraus ergeben sich Forderungen aus hygienischer Sicht. Die personelle Besetzung soll so berechnet sein, daß eine sofortige Aufbereitung der Bronchoskope gewährleistet ist. Um eine Verkürzung der Desinfektionszeit zu vermeiden, muß eine genügende Anzahl von Bronchoskopen vorhanden sein.

In Anlehnung an die Notwendigkeit der Gerätentrennung bei Dialysepatienten ist auch eine Trennung der Bronchoskope für eine ausschließliche Behandlung von infektiösen und nichtinfektiösen Patienten anzustreben. Entsprechend soll eine Trennung der Untersuchungs-, Aufbereitungs- und Aufbewahrungsräume realisiert werden.

Da eine manuelle Vorreinigung (= desinfizierende Reinigung), die auch bei einer maschinellen Desinfektion notwendig ist, mit nicht unerheblichen Desinfektionsmitteldämpfen verbunden ist, soll die Belüftungsvorrichtung in diesen Räumen entsprechend reguliert werden.

Die hygienische Überwachung bezieht sich u. a. auf die Einhaltung des Hygieneplanes hinsichtlich der Aufbereitung, Sterilitätskontrollen - bezogen auf eine effektive Desinfektion und eine mögliche Rekontamination - sowie der Raumlufbelastung durch Desinfektionsmitteldämpfe.

## KRANKENHAUSWÄSCHEREI

Für die Krankenhauswäsche und besonders für jene, die bei chirurgischen Eingriffen Verwendung findet, ist der geforderte hygienisch einwandfreie Zustand nicht nur hinsichtlich einer mikrobiellen Kontamination, sondern auch einer solchen mit Tensiden von Bedeutung, was im Rahmen der hygienischen Überwachung mit einzubeziehen ist.

Die Krankenhauswäsche gilt als potentiell infektiös und muß nach BGA-Empfehlung behandelt werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Überprüfung der Einhaltung dieser Empfehlung. Dies beinhaltet die Überprüfung der angewendeten Mittel und Konzentrationen, der Stammlösungsmenge pro Takt sowie die Relation von Wäschemenge und Waschmittelverbrauch.

## SCHLUSSWORT

Bei vielen der zahlreichen Beispiele aus dem Technik-Hygiene-Komplex, die das Ziel haben, Krankenhausinfektionen zu verhüten, bleibt die Frage unbeantwortet, inwieweit manche Maßnahmen nachvollziehbar sind und wie der angenommene Einfluß auf die Verhütung von Krankenhausinfektionen nachzuweisen ist.

Wie ist z. B. der geforderte Verschuß von Fußbodenabflüssen in Op-Räumen - ebenfalls eine hygienische Forderung - zu rechtfertigen bei der Behauptung von Experten, die Naßkeime in den Abflußsystemen seien so miteinander verflochten, daß der Übergang in die Raumluf nicht möglich ist?

Wenn in einem Op-Raum die vorgeschriebene Luftumwälzung plötzlich abfällt, wie hoch steigt die infektiöse Gefährdung, welches sind die zu ergreifenden Maßnahmen, ist eine Schließung des Op-Raumes notwendig wie im Falle eines Autoklaven, der die vorgeschriebene Temperatur nicht erreicht hat?

Solche offenen Fragen können das Hygieneverständnis erschweren und dem technologischen Fortschritt - zumindest in einigen Fällen - die überzeugende Wirkung nehmen, daß nämlich die Notwendigkeit seiner Anwendung eine nachweislich erkennbare Wirkung bei der Verhütung von nosokomialen Infektionen gehabt hätte.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Z. Douvliis

Institut für Virologie und Seuchenhygiene

der Medizinischen Hochschule Hannover

Konstanty-Gutschow-Str. 8

W - 3000 Hannover

## Hygieneservice - Reinigung, Desinfektion, Sterilisation

H. Schaefer, Hannover

---

Aufbereitung von Materialien in hygienisch einwandfreier Form ist erforderlich, um diese bestimmungsgemäß verwenden zu können, d.h., es muß Keimfreiheit oder Keimarmut bei benutztem Material herbeigeführt werden, um z.B. in der Klinik Instrumente und Utensilien für Diagnostik und Therapie einsetzen zu können, bei Implantaten, Verbandstoffen etc.

In anderen Fällen muß Keimfreiheit vorhanden sein, um bestimmte Produkte herstellen zu können, die bei Anwendung am Menschen diesen durch eine eventuelle Keimbelastung gefährden würden (Medikamente, andere Medical-Produkte), mithin muß die für den Klinikbereich produzierende und liefernde Industrie durchaus zum Hygieneservice gerechnet werden.

Bei der industriellen Herstellung ist es möglich und üblich, bereits die Rohstoffe auf ihre Keimbelastung zu überprüfen und alle Schritte der Produktion so zu gestalten, daß eine Keimvermehrung nicht stattfindet (Good Manufacturing Practice [GMP-Regeln], Prozevalidierung).

Alle für den oben genannten Zweck erforderlichen Maßnahmen kann man unter dem Begriff Hygieneservice zusammenfassen. Es gehören aber auch dazu alle Maßnahmen der Desinfektion bei der Bettenaufbereitung, bei der Raumdesinfektion, bei der Raumreinigung, das Aufzeigen von Schwachstellen beim hygienischen Verhalten von Personal, die entsprechende Unterweisung von Personal, die Zusammenstellung von Hygieneplänen, deren Überwachung und so weiter, und so weiter.

Vor gar nicht so langer Zeit oblagen fast alle diese Aufgaben allein dem Krankenpflegepersonal und den Ärzten. Heute gibt es eine Reihe von Berufsgruppen in den Kliniken, die sich mit der Wahrnehmung des Hygieneservice befassen.

Da wären zu nennen die Hygieniker, die Hygienefachkräfte, das Aufbereitungspersonal in Sterilisations- oder Desinfektionsbereichen, die Desinfektoren, die speziellen Reinigungskräfte usw.

Für eine Reihe dieser Gruppen gibt es inzwischen spezielle Ausbildungsgänge, aber eben leider noch nicht für alle. Um eine Akzeptanz dieser neben Krankenpflegekräften und neben den Ärzten arbeitenden Gruppen ohne Abstriche zu erreichen, ist noch viel Überzeugungsarbeit notwendig, abgesehen von der tariflichen Situation, wo sich die Veränderungen in den Berufs- und Arbeitsfeldern noch lange nicht niedergeschlagen haben.

Auch auf dem Ausbildungssektor ist noch sehr viel zu tun. So gibt es z.B. für Desinfektoren einen Lehrgang, für Sterilisationspersonal aber sind erst zaghafte Anfänge von Ausbildung zu beobachten (Landkreis Hannover). In unserem Haus ist eine solche Ausbildung derzeit in vorbereitender Planung.

Am Beispiel aufzubereitender Instrumente und Utensilien (wiederverwendbare Artikel) möchte ich die Arbeitsschritte darstellen, die zur Entlastung von hochspezialisiertem Fachpersonal im Rahmen des Hygieneservice durch angelerntes Personal durchgeführt werden müssen.

Zuerst zur Erinnerung die Definitionen der Methoden zur Erreichung von Keimarmut oder Keimfreiheit:

**DESINFEKTION** oder **ENTSEUCHUNG**  
Abtötung aller krankmachenden Keime

**STERILISATION**  
Abtötung aller Keime einschließlich ihrer Dauerformen (Sporen)

Für die Durchführung gibt es folgende Möglichkeiten:

- a). physikalische Verfahren  
(z.B. Wärme oder Strahlen)
- b) chemische Verfahren  
(z.B. mit Flüssigkeiten wie Aldehyden)
- c) chemisch-physikalische Verfahren  
(z.B. Begasungen)

Zu erwähnen ist ausserdem die

**DESINSEKTION** oder **ENTWESUNG**  
Bekämpfung bzw. Vernichtung von Insekten und Gesundheitsschädlingen mit Vernichtungsmittel zum gezielten Versprühen, mit Ködern oder durch Raumbegasung

Die **AUFBEREITUNG** wiederverwendbaren Materials erfordert folgende Einzelschritte:

1. Entsorgen
2. Waschen oder Reinigen
3. Kontrollieren
4. Sortieren
5. Verpacken
6. Sterilisieren bzw. Desinfizieren
7. Versorgen

#### **ENTSORGEN**

Das Material wird beim Nutzer abgeholt oder von diesem zum Aufbereitungsbereich gebracht.

Es gibt die

#### **Naßentsorgung**

d.h., das Material wird direkt nach Gebrauch in eine Desinfektionsmittellösung abgeworfen (zum Schutz vor Hospitalismus bei langen Transportwegen) und die

#### **Trockenentsorgung**

d.h., das Material wird ohne Vorbehandlung der Aufbereitung zugeführt (angewendet dort, wo die Aufbereitungsbereiche nutzernah angesiedelt sind, mithin keine langen Wege mit benutztem Material zurückgelegt werden müssen).

### WASCHEN bzw. REINIGEN

Es kommen drei Verfahren zur Anwendung:

1. Waschmaschine (auch Takt- oder Band-Waschanlagen)  
(die verwendeten Typen sollten die Zulassung des Bundesgesundheitsamtes [BGA] als Desinfektionsverfahren haben)
2. Ultraschall-Reinigungsbecken
3. manuelles Waschen

### KONTROLLIEREN

Beim Trocknen der gewaschenen Teile mit Warmluft oder per Druckluft wird kontrolliert auf

1. Sauberkeit
2. Funktionsfähigkeit (soweit möglich bzw. erforderlich)

Beachte:

Die Kontrolle auf Sauberkeit ist äußerst wichtig, weil anhaftende Restverschmutzungen den Sterilisationserfolg beeinträchtigen können.

### SORTIEREN

Das Material wird nach Vorgabe sortiert. Die Grundlage hierzu sind die Packlisten.

Beispiel:

### GRUNDSIEB Seite 1

#### von rechts nach links

- 1 Knochenredon
- 1 Redonspieß Char. 12
- 1 Kunststoffrinne kurz
- B 93 L.....1 Skalpellsgriff lang
- 2 Skalpellsgriffe Nr. 4
- 1 Skalpellsgriff Nr. 3
- B 1880/BM 66.....1 Myrtenblattsonde 16 cm
- B 20024/BT 129....2 Wundhaken 4-zinkig stumpf
- B 19315.....je 1 scharfer Löffel Fig. 1, 3, 5
- B 19875.....2 Haken nach Langenbeck (Griffe nach unten, Spitzen rechts)
- B 19828/2 ;BT 458.2 Haken nach Kocher Fig. 2 ) Griffe nach oben,
- B 19830/BT 459....2 Haken nach Kocher ) Spitzen nach links
- B 19856/BT 256....2 Wundhaken 6-zinkig stumpf
- B 19688/BT 32.....2 Haken nach Roux Fig. 2
- B 19991/BV 75.....1 Wundspreizer
- CV 2981.....3 atraumat. Pinzetten 20 cm (2mm breit) ) ineinander
- B 1339/BD 539.....2 chir. Pinzetten fein ) ander
- B 1359/559;BD 559.3 chir. Pinzetten (ineinander)
- B 1218/BD 29.....1 anat. Pinzette
- B 17481/BH 111....10 Klemmen nach Halstead
- F 3024/BH 443....20 Klemmen nach Pean

#### linke Seite von oben nach unten

- B 20248/BT 758.....1 Bauchspatel
- BM 35/Fehl40414018.2 Nadelhalter
- BM 67.....2 Nadelhalter
- BM 77/KAL 6.....2 Nadelhalter
- B 17292/BF 76.....4 Kornzangen gerade
- B 17294/BF 77.....2 Kornzangen gebogen
- B 18250/BJ 313.....4 Klemmen nach Mikulicz
- B 18155/BH 206.....4 Klemmen nach Heiss
- B 21177.....je 2 Klemmen nach Overholt Fig. 1, 2, 5

SB 14725.....2 Klemmen nach Overholt Fig. 0  
SB 14726.....2 Klemmen nach Pean lang  
B 18031/BH 643.....2 Klemmen nach Kocher

**obere Schicht links**

B 1091.....1	Schere	)	alle
B 1055/BC 207.....3	Scheren 20,5 cm	)	Scheren
B 24415/BC 630.....1	Schere 18,5 cm	)	auf
F 3876/BC 591.....3	Präp.-Scheren	)	der
B 327/BC 324.....1	Schere gerade sp/st	)	1091
B 5054/SB 14863.....1	Schere	)	aufge-
DP 552.....1	Drahtschere	)	zogen

**obere Schicht rechts**

30 Tuchklemmen

**VERPACKEN**

Instrumentensets bzw. -siebe, Verbandstoffe und Textilien werden (je nach Größe, Form oder Verwendungszweck) in eine **Tuch-/Papier-Verpackung** oder **Papier-/Papier-Verpackung** eingeschlagen. Einzelinstrumente und einzelne Utensilien werden in eine **Folien-/Papier-Kombination** eingeschweißt. Für Instrumente, Textilien und Verbandstoffe werden auch **Metallbehälter** verwendet (Container, Trays und Trommeln).

**Beachte:**

Die Verpackungsart muß auf die Sterilisationsmethode abgestimmt sein!

Die Auswahl der ordnungsgemäßen Verpackung setzt die Kenntnis der einschlägigen DIN-Normen und der anderen Richtlinien voraus. Dies gilt ebenso für die Auswahl des anzuwendenden Sterilisationsverfahrens etc.

**STERILISIEREN**

In der Klinik kommen üblicherweise folgende Verfahren zur Anwendung:

**Dampfsterilisation**

gespannter, gesättigter Wasserdampf von 2,4 bar bei 134° C oder 1,2 bar bei 120° C

**Heißluftsterilisation**

umgewälzte Heißluft bei 160 - 180° C

**Gassterilisation**

(Nach TRGS 513 ist unter Gassterilisation auch die Desinfektion in Begasungsanlagen zu verstehen!)

a) mit Ethylenoxid im

Überdruckverfahren oder Unterdruckverfahren

b) mit Formaldehyd

Sterilisation mit verdampftem, gasförmigem Formaldehyd

Als weitere Sterilisationsmethode wird immer wieder die **Sterilisation mit Flüssigkeiten** genannt, jedoch ist diese lediglich ein Behelf in Ausnahmefällen - normalerweise ist diese Methode als Desinfektion anzusehen!

Der letzte Arbeitsschritt ist das

**VERSORGEN**

Hierbei werden den Nutzern die aufbereiteten Gütern wieder zur Verfügung gestellt; entweder sofort (bei Umlaufgütern) oder aus einem Sterillager.

Aus all diesem folgert, daß der Hygieneservice in der Klinik auf den Gebieten der Reinigung, der Sterilisation und der Desinfektion ein sehr komplexes Arbeitsfeld geworden ist. Dieses Arbeitsfeld kann nicht mehr mal so eben nebenbei betrieben werden. Eine fundierte Ausbildung für alle hier Tätigen und eine vertrauens-volle Zusammenarbeit sichern die Einhaltung aller Notwendigkeiten unter der Überschrift Hygiene. Nicht vergessen werden sollte allerdings, daß in einer Klinik die Hygiene ganz allgemein die Sache aller Beschäftigten ist und bleibt und die Verantwortung nicht einfach an die oben genannten Berufsgruppen abgeschoben werden kann. Alle diese Gruppen können nur entlastend und unterstützend arbeiten, aber immer nur im Rahmen des Gesamtgeschehens.

**Literatur:.**

Bundesgesundheitsamt Berlin (BGA)  
Richtlinie für die Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von  
Krankenhausinfektionen

Grundregeln der Weltgesundheitsorganisation für die Herstellung  
von Arzneimittel und die Sicherung ihrer Qualität  
(revidierte GMP-Richtlinie)

Arzneimittelgesetz (AMG)

DIN-Taschenbuch 169 (1988)  
Sterilisation, Desinfektion, Sterilgutversorgung  
Beuth-Verlag, Berlin

Technische Regel Gefahrstoffe (TRGS) 513

Helmut Schaefer  
Medizinische Hochschule Hannover  
Zentralsterilisation  
Postfach 61 01 80  
3000 Hannover 61

# **Administrative Instandhaltung**

## Finanzierung der Instandhaltung - Hinweise und Kniffe im Dschungel der Paragraphen

---

von H. Freymann, Düsseldorf

### 1. Einleitung

Bei der Frage nach der Finanzierung der Instandhaltung muß zunächst einmal definiert werden, was unter Instandhaltung zu verstehen ist. Wichtig ist dabei die Abgrenzung zwischen Erhaltungs- und Herstellungsaufwand (werterhöhende Maßnahme). Hierbei treten bei allen Buchführungspflichtigen Abgrenzungsprobleme auf. Im Krankenhausbereich kommt dazu noch die Erschwernis durch das duale Finanzierungssystem.

### 2. Die verschiedenen Instandhaltungsbegriffe

Um das Problem zu verdeutlichen, werden die drei entscheidenden Definitionen kurz dargestellt.

#### 2.1 Steuerrecht

Das Steuerrecht grenzt ab zwischen Erhaltungs- und Herstellungsaufwand. Realer Hintergrund dieser Abgrenzung ist die Festsetzung der richtigen Steuerhöhe, wobei es nicht möglich ist, durch Behandlung von aktivierungspflichtigem Herstellungsaufwand als Erhaltungsaufwand endgültig Steuern zu sparen; es kann vielmehr nur eine Steuerstundung erreicht werden. Das ist jedoch insbesondere, wenn der Herstellungsaufwand mit niedrigen Sätzen abgeschrieben werden muß, durchaus interessant.

Adler/Düring/Schmaltz (1) haben klar definiert, wann Erhaltungsaufwand bzw. Herstellungsaufwand vorliegt:

- Erhaltungsaufwand liegt vor, wenn die Aufwendungen dazu dienen, einen Anlagegegenstand
  1. in ordnungsgemäßigem Zustand zu erhalten, sofern
  2. es sich um regelmäßig in gewissen Zeitabständen notwendige Ausbesserungen handelt, durch die
  3. die Wesensart des Vermögensgegenstandes nicht verändert wird.

Herstellungsaufwand ist dagegen dann anzunehmen, wenn eine der folgenden Voraussetzungen erfüllt ist (vgl. Adler/Düring/Schmaltz, (1), S. 316):

1. ein Vermögensgegenstand ist durch die Aufwendungen in seiner Substanz vermehrt worden (z.B. Anbau oder Erweiterung von Gebäuden);
2. der Zustand des Vermögensgegenstandes, d.h. seine Verbrauchs- und Verwertungsmöglichkeit ist dadurch wesentlich verändert worden;
3. die Lebensdauer des Vermögensgegenstandes (nicht nur eines ggfs. reparierten Teils) ist durch die Aufwendungen nicht nur unerheblich verlängert worden.

Diese Abgrenzungen befinden sich in Übereinstimmung mit der Rechtsprechung des BfH und können als grundlegende Regeln angesehen werden. Trotzdem ist die Grenze zwischen Erhaltungs- und Herstellungsaufwand fließend und kann nicht bis ins Letzte durch allgemeingültige Regeln ohne Unterscheidungskriterien festgelegt werden (BfH-Urteil vom 23.07.1961, VI 179/60 U, BfH E Bd. 73, S. 375). Auch der BfH sagt, daß im Zweifel darauf abgestellt werden muß, wie im Einzelfall der Sachverhalt nach der Verkehrsanschauung zu beurteilen ist (BfH-Urteil vom 09.07.1953, IV 8/53 U, BStBl. 1953, III, S. 246).

## 2.2 DIN-Norm

Die DIN-Norm (vgl. DIN-Norm 31051, Bl. 1, sowie Vornorm DIN 31051, Teil 10, Stand Oktober 1977) beinhaltet eine für den technischen Bereich abgestimmte Definition der Instandhaltung. Darunter wird die "Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes verstanden (2). Unter diesem Begriff werden drei Unterbegriffe subsumiert:

- a) **Wartung: Maßnahmen zur Bewahrung des Soll-Zustandes.**  
Dazu gehört im einzelnen:

- Reinigen: Entfernen von Fremd- und Hilfsstoffen,
  - Schmieren: Zuführung von Schmierstoffen zur Schmierstelle bzw. zur Reibstelle zwecks Erhaltung der Gleitfähigkeit,
  - Ergänzen: Nach- und Auffüllen von Hilfsstoffen,
  - Auswechseln: Ersetzen von Hilfsstoffen und kleinen Teilen,
  - Nachstellen: Beseitigung einer Abweichung mit Hilfe der dafür vorgesehenen Einrichtung.
- b) Inspektionen: Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes, die dem Zweck dienen, notwendig werdende Instandhaltungsmaßnahmen frühzeitig zu erkennen. Die Feststellung und Beurteilung eines bereits eingetretenen und bekannten Schadens ist keine Inspektion.
- c) Instandsetzung: Maßnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes.
- Ausbessern: Instandsetzen durch Bearbeitung,
  - Austauschen: Instandsetzen durch Ersetzen.

Diese Ausführungen zeigen, daß der Instandhaltungsbegriff der DIN-Norm im großen und ganzen der KHBV entspricht.

### 2.3 Abgrenzungsverordnung

Die novellierte Abgrenzungsverordnung vom 12.12.85 definiert die Instandhaltung in § 4 wie folgt:

Instandhaltungskosten sind die Kosten der Erhaltung oder Wiederherstellung von Anlagegütern des Krankenhauses, wenn dadurch

1. das Anlagegut in seiner Substanz nicht wesentlich vermehrt, in seinem Wesen nicht erheblich verändert, seine Nutzungsdauer nicht wesentlich verlängert oder über seinen bisherigen Zustand hinaus nicht deutlich verbessert wird,
2. a) in baulichen Einheiten  
Gebäudeteile, betriebstechnische Anlagen und Einbauten oder

b) Außenanlagen

nicht vollständig oder nicht überwiegend ersetzt werden (Verzeichnis 3 der Anlage); für die Beurteilung des überwiegenden Ersetzens sind Maßnahmen, die im Rahmen eines einheitlichen Vorhabens in einem Zeitraum bis zu drei Jahren durchgeführt werden, zusammenzurechnen.

Das Verhältnis zwischen Abgrenzungsverordnung und KHBV ist bei der weiteren Behandlung der Abgrenzungsverordnung nicht unwichtig. Die Abgrenzungsverordnung gibt die Finanzierungsregeln und die KHBV die Bilanzierungsregeln. Daraus resultiert, daß die KHBV zwei Arten von Instandhaltung enthält:

1. Erfolgswirksame Instandhaltung, finanziert aus dem Budget bzw. aus Eigenmitteln
2. Instandhaltung, finanziert mit Fördermitteln (Aufwendungen für nach dem KHG geförderte, nicht aktivierungsfähige Maßnahmen).

Innerhalb des Krankenhausfinanzierungsrechts gibt es also zwei unterschiedlich weit gefaßte Instandhaltungsbegriffe, nämlich den Begriff der KHBV, der dem Handelsrecht entspricht, und den Begriff der Abgrenzungsverordnung.

Während § 4 Nr. 1 AbgrV im Großen und Ganzen mit dem Handelsrecht und damit auch der KHBV übereinstimmt, ist bei Nr. 2 diese Übereinstimmung nicht gegeben. Letztlich wird durch Nr. 2 der Geltungsbereich für Nr. 1 auf bewegliche Anlagegüter beschränkt (3).

Für die unbeweglichen Anlagegüter wurde aus rein fiskalischen Gründen, um die Pflegesätze und damit die Kostenträger nicht zu sehr zu belasten, die alte auslegungsbedürftige Bestimmung von § 5 Abs. 4 Nr. 4 AbgrV a.F. teilweise wieder übernommen. Allerdings ist aus "weit überwiegend" "überwiegend" geworden. Dabei sind planmäßige einheitliche Vorhaben, die in einem Zeitraum von drei Jahren durchgeführt werden, zusammenzurechnen.

Was im einzelnen unter baulichen Einheiten, Gebäudeteilen, betriebstechnischen Anlagen und Einbauten sowie Außenanlagen zu verstehen ist, wird im Verzeichnis III zur Abgrenzungsverordnung beispielhaft dargestellt. Die Verordnung enthält also keine Definition der Begriffe "Bauliche Einheit" und "Gebäudeteile", sondern nur Beispiele.

Die für den Begriff "Bauliche Einheit" genannten Beispiele sind bindend. Sie erfassen mit dem Geschoß die horizontale Ebene, mit dem Treppenhaus die vertikale, mit der Fassade und dem Dach den äußeren Abschluß (4).

Die Größe der baulichen Einheit ist dabei ohne Bedeutung. Es kann also durchaus sein, daß bei einem Komplexbau mit Geschoßflächen von über 2 000 qm 1 000 qm Bodenbelagerneuerung als Instandhaltung in das Budget eingehen, während bei einem gleichgroßen aber in Pavillonbauweise errichteten Krankenhaus bei Geschoßgrößen von z.B. 300 qm Bodenbelagerneuerungen von 200 qm bereits nicht mehr budgetfähig sind. Dabei ist das in pavillonbauweise errichtete Krankenhaus letztlich nicht schlechter gestellt als das andere, da es zwar kleinere aber dafür auch vielmehr Geschosse besitzt und somit mehr Maßnahmen durchführen kann.

Wichtig für die Festlegung der Größe der jeweiligen baulichen Einheit ist die Entscheidung über die Gebäudeeinheit, die ja die Bezugsgröße für die bauliche Einheit darstellt. Hier treten in der Praxis Probleme z.B. dadurch auf, daß gegliederte Baukörper der unterschiedlichsten Art im Laufe der Jahre erstellt werden. Ist hier auf das Gesamtbauwerk oder auf die einzelnen Baukörper abzustellen? Da in der Abgrenzungsverordnung jeder Hinweis fehlt, bietet sich der steuerrechtliche Gebäudebegriff als Lösung an (4).

Die Entscheidung über die bauliche Einheit hat für die einzelne Maßnahme beachtliche Auswirkungen auf die Frage der Finanzierung. Je größer die bauliche Einheit, je mehr Aufwendungen werden, auf die einzelne Maßnahme bezogen, dem Budget belastet und umgekehrt. Daraus folgt, daß die Förderbehörden vom Grundsatz her mehr zu größeren und die Kostenträger mehr zu kleineren baulichen Einheiten tendieren.

Durch die Vorschrift, daß einheitliche Maßnahmen in einem Zeitraum bis zu drei Jahren zusammenzurechnen sind, sollen Umgehungsmöglichkeiten durch Aufteilen einer an sich einheitlichen Maßnahme in Teilabschnitte verhindert werden. Entscheidend ist dabei, daß bereits bei Beginn der Maßnahme ein Gesamtkonzept vorliegt. Wenn sich erst im Laufe der Durchführung der ersten Maßnahme herausstellt, daß weitere Maßnahmen notwendig sind, liegt keine einheitliche Maßnahme vor. Gerade in diesem Bereich sind in der Praxis Manipulationen leicht möglich.

### 3. Die Finanzierungsquellen

Folgende Finanzierungsquellen für Instandhaltungen stehen den Krankenhäusern zur Verfügung:

- (1) Instandhaltung finanziert über das Budget
- (2) Instandhaltung, finanziert mit Fördermitteln nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 KHG
- (3) Instandhaltung, finanziert mit Fördermitteln nach § 9 Abs. 1 Nr. 2 KHG (Pauschalmittel)
- (4) Instandhaltung, finanziert mit Eigenmitteln.

Vor jeder Maßnahme müssen zunächst im Hinblick auf die Finanzierung einige Fragen beantwortet werden:

- (1) Liegt eine Investition im Sinne der KHBV also des Handelsrechts vor und ist sie förderungsfähig? Wenn ja, ist sie kurz oder langfristig? Auf jeden Fall ist sie mit Fördermitteln oder falls diese nicht zu erlangen sind bzw. nicht zur Verfügung stehen, mit Eigenmitteln zu finanzieren.
- (2) Wenn keine Investition, sondern eine Instandhaltung vorliegt, betrifft sie bewegliche Anlagegüter? Wenn ja, ist sie budgetfähig. Diese Aussage ist formal richtig, trifft aber nicht die ganze Wahrheit. Das Budget muß heute im

voraus vereinbart werden, d.h. in vielen Fällen können größere Instandhaltungen nicht vorher abgesehen und im Budget berücksichtigt werden. Eine ungeplante größere budgetfähige Instandhaltungsmaßnahme ist dann zwar budgetfähig aber nicht in diesem enthalten. Wenn nicht andere Instandhaltungsmaßnahmen auf das Folgejahr verschoben werden können - insoweit also eine Umschichtung vorgenommen werden kann -, geht die an sich budgetfähige Maßnahme letztlich doch zu Lasten des Krankenhauses.

- (3) Betrifft die Instandhaltung unbewegliche Anlagegüter, muß geprüft werden, ob ein überwiegendes Ersetzen vorliegt. Wenn nein, ist die Instandhaltung budgetfähig. Im übrigen gelten hier die Ausführungen zu (2) analog
- (4) Liegt ein überwiegendes Ersetzen vor, ist zu klären, ob es sich noch um eine sogenannte kleinere Baumaßnahme handelt - die Wertgrenzen sind in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich hoch festgesetzt -, die mit Pauschalmitteln zu finanzieren wäre.
- (5) Liegen die Kosten für die Maßnahme über der Wertgrenze für den kleinen Baubedarf, muß ein Antrag auf Fördermittel gestellt werden. Das Ergebnis ist allerdings ungewiß.

#### 4. Schlußbemerkung

Die Ausführungen haben gezeigt, daß durch die unterschiedlichen Finanzierungsquellen die Entscheidung über die Durchführung einer Instandhaltungsmaßnahme nicht erleichtert wird. Die vielen in der Abgrenzungsverordnung offengelassenen Zweifelsfragen machen die Verhandlungen mit den Kostenträgern auch nicht einfacher, da diese zudem oft befürchten, daß wegen der knappen Fördermittel fällige Ersatzbeschaffungen durch Instandhaltungsmaßnahmen zu Lasten der Kostenträger hinausgeschoben werden.

Literaturverzeichnis

- (1) Adler/Düring/Schmaltz                      Rechnungslegung und Prüfung der Aktiengesellschaft, 4. Aufl., Stuttgart 1968, Bd. 1, § 152 T 223, S. 288 ff
- (2) Theo Thiemeyer et al                      Analyse und Neugestaltung der Pauschalen für Instandhaltung und Instandsetzung nach § 18 Abs. 4 BpflV, Forschungsbericht, Herausgeber: Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, Bonn 1979, S. 5
- (3) Freymann, H.                                      Instandhaltungs-/Instandsetzungsaufwendungen - Beurteilung der Notwendigkeit und Angemessenheit nach Änderung des § 18 Abs. 4 BpflV, in: Die Ortskrankenkasse 1980, S. 281 f
- (4) Brandecker/Dietz/  
Bofinger    Krankenhausfinanzierungsgesetz, Bundespflegegesetzverordnung und Folgerecht, Kommentare, Abgrenzungsverordnung S. 35 f

Dipl.-Volksw. Heinz Freymann  
Wirtschaftsprüfer und Steuerberater  
WIBERA Wirtschaftsberatung AG  
Achenbachstr. 43  
4000 Düsseldorf 1

# Instandhaltungsorganisation und -betrieb in einer öffentlich geförderten Privatklinik

von N. Adler, München

## 1. Grundsätzliches

Die Instandhaltungsorganisation und damit der Betrieb sind in erster Linie abhängig von der Größe des Krankenhauses und mithin also von der Anzahl der geförderten und aufgestellten Betten. Der damit verbundene Umsatz bestimmt in aller Regel die Verteilung von Eigeninstandhaltungsarbeiten und Fremdinstandhaltungsarbeiten. In den vergangenen Jahren ist festzustellen, daß der Technisierungsgrad unter Einsatz hochkomplizierter Modultechniken sowohl in der Haus-Betriebstechnik als auch in der Medizintechnik Einzug gehalten hat. So verfügen wir derzeit in unseren Krankenhäusern über ein beträchtliches kapitalintensives Anlagevermögen, dessen Betriebsbereitschaft zur medizinischen Versorgung unserer Patienten stündlich und "rund um die Uhr" sicher zu stellen ist. Durch eine gezielte Instandhaltung ist eine optimale Anlagenverfügbarkeit zu gewährleisten, deren wirtschaftlicher Betrieb dem Klinikträger durch die Krankenhausfinanzierungsgesetzgebung auferlegt wird. Die Kosten für den Personal- und Instandhaltungsaufwand werden gemäß Bundespflegesatzverordnung über den Pflegesatz finanziert. Hinsichtlich der Instandhaltungsaufwendungen ist zusätzlich die Abgrenzungsverordnung hinzuzuziehen, die versucht vorzuschreiben, inwiefern Aufwendungen dem investiven Bereich oder dem Benutzerbereich zuzuordnen sind. Durch das im Jahre 1985 novellierte Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) werden die Modalitäten zur Investitionsfinanzierung festgelegt und zwar bei kurzfristigem Anlagever-

mögen mittels Pauschalförderung, bei mittel- und langfristigen Investitionen mittels Einzelantragsverfahren.

Erfahrungen zeigen jedoch, daß der Mechanismus dieses dualen Finanzierungssystems aufgrund der Finanzmittelknappheit der Landesregierung, bedingt durch den zunehmenden Investitionsstau in den deutschen Kliniken bei gleichzeitiger Kostendämpfung der GKV bei den Pflegesatzrunden eine wirtschaftliche Instandhaltungs- bzw. Erneuerungspolitik nicht mehr gewährleistet. Aus diesem Grunde ist der Krankenhausträger gezwungen, die Finanzierungsgesetze budgetmäßig zu interpretieren. In diesem Zusammenhang ist insbesondere auf den Interpretationsspielraum der verabschiedeten Abgrenzungsverordnung hinzuweisen. Die Defizite in deutschen Kliniken werden zunehmend durch Unterdeckungen im Instandhaltungsbudget verursacht. Budgetüberschreitungen sind auf der Grundlage der Bundespflegegesetzverordnungen im nächstfolgenden Pflegesatzzeitraum nicht ausgleichsfähig. Aus diesem Grunde müssen die Krankenhausträger mit dem bei der Pflegesatzverhandlung verabschiedeten Budget in der Regel für 1 Jahr betriebswirtschaftlich handeln. Die Abbildung 1 zeigt in Form einer Gruppenübersicht die Anteile in DM/BT am Pflegesatz für die Kostenbereiche Personalkosten - Technischer Dienst und den Instandhaltungskosten. Das Zahlen-Material wurde aus den Auswertungen der Kosten- und Leistungsnachweise für das Rechnungsjahr 1990 der BKG abgeleitet. Diese Zahlen zeigen einen überproportionalen Anstieg der DM/BT-Beträge von den kleinen Kreiskrankenhäusern (Gruppe 5) zu den Unikliniken (Gruppe 1.1). Auf der Basis dieser Parameter aus dem Jahre 1990 standen dem Kreiskrankenhaus der Gruppe 5 nur DM 178.407,- für Personalkosten und DM 705.298,- für Instandhaltungskosten zur Verfügung. Unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Jahresaufwandes pro Vollkraft in Höhe von DM 55.752,- resultiert ein Stellenplankontingent von insgesamt 3,2 Vollkräften. Demgegenüber konnte eine Uniklinik der Gruppe 1.1. ein Personalkostenbudget in Höhe von DM 6.819.824,- für insgesamt 124 Vollkräften und zusätzlichen Instandhaltungskosten in Höhe

Teilbudget in DM/BT in 1990 der bayerischen Kliniken Gruppe 1.1. - 5

		Personalkosten (TD)	Instandhaltungskosten	Gesamtkosten
Gr. 1.1.	- Unikliniken	13,09	42,92	56,01
Gr. 1.2.	- Unikliniken mit $\geq 12$ Fachabt.	7,53	16,47	24,00
Gr. 2/3	- Krankenhäuser mit $\geq 7$ Fachabt.	4,66	13,10	7,76
Gr. 4	- Krankenhäuser mit $\geq 5$ Fachabt.	4,15	9,00	13,15
Gr. 5	- Krankenhäuser mit $\geq 4$ Fachabt.	3,22	7,76	10,98

Zahlenbeispiel im Vergleich

Gr. 1.1.	- Uniklinik	6.819.824,00	22.361.105,00	29.180.929,00
		124 Vollkräfte		
Gr. 5	- Krankenhaus	178.407,00	705.298,00	883.705,00
		3,2 Vollkräfte		

Abbildung 1

von DM 22.361.105,- verabschieden. Diese Zahlen zeigen, daß das Kreiskrankenhaus mit 3 Vollkräften das gesamte Spektrum der Haus- und Betriebstechnik und Medizintechnik nicht abdecken kann. Zu erwähnen ist weiterhin, daß aufgrund der Betriebsgröße die Vorhaltung von Betriebsmitteln und Werkzeugen aufgrund der geringen Inanspruchnahme über das Jahr gesehen ebenfalls unwirtschaftlich ist. Aus diesem Blickwinkel ist daher abzuleiten, daß mit zunehmender Betriebsgröße der Eigeninstandhaltungsanteil gegenüber dem Fremdinstandhaltungsanteil überproportional zunimmt.

## 2. Organisation der Haus-und Betriebstechnik

Im nachfolgenden darf ich Ihnen die Instandhaltungsorganisation und den Betrieb in einer Chirurgischen Fachklinik mit insgesamt 264 geförderten Planbetten unter privater Krankenhausträgerschaft aufzeigen.

### 2.1. Aufbauorganisation

Die Zuordnung bzw. Einordnung der Abteilungen in einen betrieblichen Organisationsplan ist sicherlich das wichtigste Grundelement jeder Organisation. Die Haus-und Betriebstechnik ist dem kaufmännisch-technischen Betriebsleiter unmittelbar unterstellt. Durch die weitergehende Unterstellung der übrigen Funktionsbereiche ist eine wirksame Durchsetzung betriebstechnischer Belange gewährleistet.

Zielsetzungen des Krankenhausträgers können somit direkt mit den Abteilungsverantwortlichen besprochen und umgehend umge-

setzt werden. Zeitraubende und kostenintensive "Verwaltungsakte", die in vielen Fällen eine Projektrealisierung verzögern, sind bei dieser Organisationsform nicht anzutreffen. Notwendig ist jedoch, daß sämtlichen Mitarbeitern der Klinik die aufbau- und ablauforganisatorischen Hintergründe mit den dazugehörigen Zuständigkeitsbereichen aufgezeigt werden.

In unserem Fall ist die Einbindung jeder Abteilung und die daraus abgeleiteten Verantwortungs- und Zuständigkeitsbereiche eindeutig aus den Stellenbeschreibungen erkennbar. Die Stellenbeschreibung als organisatorisches Hilfsmittel, die jedem neuen Mitarbeiter zur Durchsicht und Gegenzeichnung bei Stellenantritt in die Hand gegeben wird, ist die Grundlage der innerbetrieblichen Abläufe. Durch die zusätzliche Kopplung kaufmännischer und technischer Belange in einer Verantwortungsperson ist eine Abwägung sämtlicher Teilziele im Rahmen einer Gesamtzielsetzung möglich. Dies ist um so wichtiger und notwendiger, wenn es gilt, konkurrende Teilziele verschiedener Abteilungen "unter einen Hut" zu bringen.

Die Haus- und Betriebstechnik wird durch einen sachkundigen und erfahrenen Elektromeister geleitet. Ihm zur Seite stehen insgesamt 4 weitere Mitarbeiter, die sich aus den Berufsgruppen Fernmeldeelektroniker, Elektrogerätemechaniker, Heizungs- und Lüftungsbauer und einem Maler zusammensetzen. Diese Auswahl ist das Ergebnis einer festgelegten Instandhaltungsstrategie, die die Maßnahmen und Arbeiten, die von eigenem Personal durchgeführt werden sollen, bzw. was man "nach aussen" vergibt, also an Kundendienste, Spezialfirmen oder Handwerksbetriebe, festlegt. Durch dieses Mitarbeiterpektrum sind die nachfolgenden betriebstechnischen Bereiche abgedeckt:

- Elektrotechnik
- Klima-, Heizungs- und Sanitärtechnik

- Kommunikationstechnik
- Medizintechnik
- Malerei.

Durch die interdisziplinäre Verflechtung vielfältiger technischer Arbeitsgebiete im Gesundheitswesen - Maschinenbau, Elektrotechnik, Nachrichtentechnik, Klimatechnik, Heizungstechnik, Bautechnik, Verfahrenstechnik, Sanitärtechnik - wird heute vom betriebstechnischen Personal ein umfassendes, breites, fachliches Wissen abverlangt. Aufgrund der zahlreichen Gesetzesvorschriften und der damit verbundenen verantwortungsrechtlichen Situation des Krankenhausträgers, der Unfallgefahr von technischen Anlagen und der Betriebsstörung, die oft auf elektro-technischer Ursache beruhen, ist ein Übergewicht elektro-technischer Handwerksberufe in Kliniken bis zu 300 Betten anzuraten. Des weiteren ist darauf hinzuweisen, daß bei besonderen fachtechnischen Fragestellungen die ingenieurmäßige Fachkompetenz hinzugezogen werden sollte. Dies sollte durch eine zusätzlich externe Beauftragung geschehen.

## 2.2. Ablauforganisation

Durch die Stellenbeschreibung wird die aufbauorganisatorische Einbindung der Stelle, deren Zielsetzung, die Arbeitszeit und die Aufgaben- und Verantwortungsbereiche beschrieben. Die Zielsetzung der HT-Stellen besteht darin, daß der jeweilige Stelleninhaber durch laufende Überwachung gemäß Inspektionsplan, Wartungs- und Reinigungsarbeiten, sowie Reparaturarbeiten dafür zu sorgen hat, daß der Soll-Zustand der gebäudetechnischen Einrichtung und Ausstattung eingehalten wird. Zu diesem Zweck existieren Inspektionspläne, die nach zeitlichem Raster (werktäglich, wöchentlich, monatlich, quartalsmäßig, halbjährlich) aufbereitet sind. Die Überwa-

...chung der termingebundenen Arbeiten obliegt, grundsätzlich dem Leiter der betriebstechnischen Werkstätten.

Bei notwendigen Reparaturen, die nicht durch den haustechnischen Dienst zu erledigen sind, ist unverzüglich der Abteilungsleiter bzw. Betriebsleiter in schriftlicher Form unter Angabe der Anlage, des Standortes, der Schadensbeschreibung, des Namens des Herstellers und des jeweiligen Tagesdatums zu unterrichten. Aufgrund der Dringlichkeitsstufe wird die Entscheidung umgehend über die Betriebsleitung herbeigeführt.

Die Arbeitszeit ist derart geregelt, daß mindestens 1 Stelleninhaber in der Zeit von Montag bis Freitag von 5.30 bis 20.00 Uhr, am Samstag von 5.30 bis 10.00 Uhr und von 19.00 bis 20.00 Uhr, an Sonn- und Feiertagen von 7.00 bis 9.00 Uhr und von 19.00 bis 20.00 Uhr in der Klinik tätig ist (Abbildung 2). Die Stelleninhaber arbeiten im Schichtdienst nach dem jeweils gültigen Dienstplan. Außerhalb der Dienstzeit ist immer ein Stelleninhaber in telefonischer Rufbereitschaft, so daß er jederzeit in Notfällen telefonisch herbeigerufen werden kann.

Des Weiteren ist jedem HT-Stelleninhaber ein umfassender Verantwortungsbereich zugeordnet, der sich aus einer Zusammenfassung von geschößbezogenen Funktionsabteilungen ergibt. Innerhalb dieser Verantwortungsdarstellung sind die Geräte bzw. Anlagen mit den durchzuführenden Inspektions- und Wartungsarbeiten beschrieben. Bei umfangreichen Wartungsarbeiten wird weiterhin auf das Gerätewartungsbuch verwiesen, in dem die periodischen Arbeiten aufgeschlüsselt sind. Auf der Basis dieser Stellenbeschreibung sind die Anlagengruppen jeweils täglich, wöchentlich und monatlich zu inspizieren bzw. zu warten. Am Erledigungstag sind Tagesdatum, HT-Name und der jeweilige Ordnungsmäßigkeitsvermerk in Form einer anhängenden Geräte-Anlagenkarteikarte zu vermerken.

Arbeitszeitregelung - Haustechnik

Stelleninhaber	I	5.30	7.30	11.30	14.00	16.00	20.00	
A (Leiter)	I		-----					
B	I	-----						
C	I		-----					
D	I			-----				(R)
E (Maler)	I	-----						

(R) = Rufbereitschaft  
Dienstzeiten: Montag - Freitag

Stelleninhaber	I	5.30	10:00	19.00	20.00	
D	I	-----		-----		(R)

(R) = Rufbereitschaft  
Dienstzeiten: Samstag

Stelleninhaber	I	7.00	9.00	19.00	20.00	
D	I	-----		-----		(R)

(R) = Rufbereitschaft  
Dienstzeiten: Sonntag/Feiertag

Abbildung 2

Zusätzlich zu diesen Inspektions- und Wartungsarbeiten werden EDV-mäßige Ausdrucke erzeugt, die die Wartungstermine externer Firmen anmahnen (z.B. Wartung der Klimanlagen, Heizungs-brenner, Dampferzeuger, Fahrstühle, ect.).

Darüber hinaus werden durch den Betriebsleiter in wöchentlichen Abständen Inspektionen durchgeführt. Die entsprechenden Mängel werden am Mängelprotokoll festgehalten und sind spätestens innerhalb eines Wochenabstandes von der HT zu beheben.

Um auch die sicherheitstechnischen Vorschriften einzuhalten, erfolgt zusätzlich eine monatliche Inspektion durch den Sicherheitsbeauftragten, der etwaige Mängel mit der Betriebsleitung umgehend abklärt. Bei diesem dreistufigen Inspektions-system (Haustechnik, Betriebsleitung und Sicherheitsbeauftragter) versuchen wir unter Berücksichtigung der Wartungsvorgaben, die Störungsausfälle auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Eine vorbeugende Instandhaltung in periodischen Abständen findet dort statt, wo Anlagenausfälle zu Leistungsstörungen führen können. Dies wird weiterhin durch die übergreifende Verantwortlichkeit eines jeden Abteilungsleiters für seinen "Anlage- und Gerätepark" unterstützt. Notwendige Reparaturen sind unmittelbar in einem Abteilungsreparaturbuch einzutragen und der HT unverzüglich zu melden. Abweichungen von Soll-Leistungszahlen, die am Monatsende kontrolliert werden, müssen vom jeweiligen Abteilungsleiter schriftlich begründet werden. Somit ist gewährleistet, daß Leistungsstörungen unmittelbar aufgedeckt werden und bei zukünftigen Entscheidungsprozessen hinsichtlich einzuleitender Instandhaltungs- und Investitionsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Durch den Abschluß von Wartungsverträgen wird die Strategie der vorbeugenden Instandhaltung unterstützt. Hervorzuheben sind hierbei folgende Anlagengruppen:

Klimaanlagen  
-----Heizungsanlagen

- Wasseraufbereitungsanlagen
- Aufzugsanlagen
- Dampferzeugungsanlagen
- Abscheide- und Hebeanlagen
- Medizinische Gasversorgung
- OP- und Intensivgeräte
- Röntgenanlagen
- EDV-Anlagen
- Kommunikationsanlagen

Bei dieser Mischorganisation von Eigen- und Fremdinstandhaltung ist im Einzelfall immer zu prüfen, ob die in Betrieb vorhandenen Ressourcen ausreichen, um eine sachgerechte Durchführung zu gewährleisten. Aufgrund der Stellenplanvorgaben und der zunehmend erforderlichen Spezialkenntnisse sind aber diese Arbeiten durch die HT sowohl zeitlich als auch personenbezogen determiniert.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist der Übergang des haftungsrechtlichen Risikos auf den Krankenhausträger. Der Anspruch auf Schadensersatz könnte sich gegen ihn oder auf seine Mitarbeiter aus Vertrag oder Gesetz ergeben. Voraussetzung ist aber, daß eine Sorgfaltspflichtverletzung im Zusammenhang mit der Wartung festgestellt werden kann. Bei Durchführung der Wartung durch ein beauftragtes Unternehmen könnte dieser Anspruch weitergegeben werden. Aufgrund der Vielzahl technischer Normen und Verordnungen ist der Abschluß von Wartungsverträgen und eine unmittelbare Abstimmung mit den Geräte- und Anlagenverantwortlichen in Bezug auf das Auftreten des Sicherheitsrisikos der jeweiligen Anlagengruppe unabdingbar notwendig. Hier muß der Sicherheitsbeauftragte zwingend eingebunden werden, der seinerseits ausschließlich in schriftlicher Form Maßnahmen vorschlägt, die das Sicherheitsrisiko minimieren. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang auf die Ausführungsvorschriften der Medizingerä-

teverordnungen (MedGV) hinzuweisen. Aufgrund der schwerwiegenden Folgen ist auch hier der Sicherheitsbeauftragte in den Entscheidungsprozess und Überwachungsprozess zu integrieren.

### 3. Abschließende Bemerkungen

Aufgrund der gesetzlichen Vorschriften und des Betriebsausfallsrisikos bei gleichzeitig zunehmender Anlagenstruktur ist der Krankenhausträger gezwungen, erhebliche Budgetbeträge für den Bereich der Instandhaltungen sowohl im Personalkostenbereich als auch im Sachkostenbereich aufzubringen. Durch die Finanzknappheit der Landesregierungen ist der Krankenhausträger weiterhin gezwungen, investive Sanierungsmaßnahmen auf die Benutzerkosten und damit Betriebskosten zu verteilen. Diese Strategie wird ebenfalls durch die verabschiedete Abgrenzungsverordnung unterstützt. Durch den hohen Personalkostenanteil werden sich zukünftig Tarifsteigerungen in erheblichem Maße auf das Instandhaltungsbudget auswirken. Im Rahmen der zu erwartenden Kostendämpfungsmaßnahmen sei bereits an dieser Stelle erwähnt, daß die Kostendämpfung nicht zu Lasten einer Erhöhung des Patientenrisikos und damit Ausfallsrisikos gehen darf. Die Verabschiedung von Sicherheitsvorschriften und weiteren Rechtsnormen müssen im Einklang mit den Finanzierungsmöglichkeiten der Krankenhausträgerschaften gebracht werden.

#### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Wirtschaftsingenieur N. Adler  
Kaufmännisch-technischer Betriebsleiter  
Chirurgische Klinik Dr. Rinecker  
Am Isarkanal 30  
8000 München 70

## **Instandhaltungspersonal - Qualifikation, Bedarf, Entlohnung, Aufstiegschancen**

### **1. Einleitung**

Die öffentlichen Haushalte haben nur noch einen sehr geringen finanziellen Spielraum. Der daraus resultierende Zwang zum Sparen wirkt auch nachdrücklich auf den technischen Dienst und seinen Personaleinsatz. Trotz den sich verschlechternden Bedingungen, trotz der weiterhin komplizierter werdenden technischen Systeme, gibt es keine zusätzlichen Personalstellen, nahezu keine Anpassungsmöglichkeiten bei der Entlohnung der Mitarbeiter. Leider ist es im öffentlichen Dienst noch immer so. Wenn eine Qualifikation durch berufliche Fort- und Weiterbildung erworben wurde, wird nicht entsprechend entlohnt, wenn dafür keine Scheine in der Güte von Gesellenbriefen, Meisterbriefen, Diplomurkunden von Hochschulen, usw. vorgelegt werden können.

Leistungsgerechte Bezahlung wird weiterhin klein geschrieben, sparen jedoch zunehmend größer.

Bezogen auf den Posten der Personalausgaben für den Technischen Dienst könnte es deshalb heißen: Wie können Mitarbeiter unter diesen zunehmend schlechter werdenden Rahmenbedingungen möglichst wirkungsvoll eingesetzt werden?

Warum kann man es bei den Handwerkern nicht so machen wie in der Pflege, wo doch der Personalschlüssel festliegt mit pro Intensivbett und Schicht 3 Pflegekräften?

Die Kompliziertheit der Umsetzung ergibt sich dadurch, daß eine Vielzahl von Faktoren dazu beitragen müssen, daß mit der Leistung der Handwerker Zufriedenheit besteht. Diese lassen sich in einige große Gruppen einteilen:

=>Die Technischen Systeme müssen in Ordnung sein.

=>Die Organisation des Technischen Dienstes muß stimmen.

=>Die Rahmenbedingungen müssen stimmen

Faktoren, die Außenstehenden weitgehend unbekannt sind, weshalb diesen leicht die Zusammenhänge als einfach veränderbar erscheinen. Dieser Text möchte helfen, dieses Urteil zu berichtigen.

### **2. Qualifikation**

#### **2.1. Hauptaufgaben**

Der Technische Dienst führt die Instandhaltung seiner Technischen Systeme durch und betreibt zusätzlich noch Anlagen. Da der Unterschied zwischen beiden Aufgaben oft mißverstanden wird, will ich ihn definieren.

Während sich das Instandhalten auf die Reparatur, Inspektion und Wartung bezieht, ist das Betreiben im Sinne von Fahren zu verstehen, so wie z.B. ein Busfahrer seine Fahrgäste fährt. Der Bus wird so gefahren, daß der Fahrgast nur den Nutzen in Anspruch zu nehmen braucht. Er steigt ein und fährt mit, bis er an seinem Ziel angekommen ist.

##### **2.1.1. Betreiben**

Das Betreiben der technischen Anlagen ist eine der Hauptaufgaben der Technischen Abteilungen, die ja zurecht auch oft Betriebstechnik genannt werden. Das Betreiben ist als die Produktion des Nutzens zu verstehen. Produziert wird dabei der Nutzen unter Ausnutzung des Leistungsumfanges, für den das technische System geschaffen wurde. Das ideale Gebäude schafft deshalb auch möglichst ideale Lebens- und Arbeitsbedingungen mit Licht, Luft, Wasser und Strom. Es stellt z.B. Beförderung in der Senkrechten und sogar Waagerechten bereit, sowie es die Nutzung der Geräte, die der Mensch zum Arbeiten und Leben braucht, möglichst flexibel ermöglicht. Die technischen Ableitungen übernehmen dabei z.B. bei Lüftungsanlagen das "Operating".

Eine zunehmend qualifiziertere Aufgabe, wenn ich an neueste Probleme wie die Legionellen und das Sick Building Syndrome denke.

### 2.1.2. Instandhalten

Zur Rationalisierung der Arbeitsabläufe zählt nicht nur eine verbesserte ad hoc - Instandhaltung sowie eine ausgefeilte geplante Instandhaltung, sondern auch die Weiterentwicklung der Anlagen.

Eine Möglichkeit, die sich jedoch nur qualifizierten Technischen Diensten bietet.

#### 2.1.2.1. Weiterentwickeln beim Instandhalten

Bei jedem Auswechseln eines Bauteils entstehen Materialkosten, Kosten für die Arbeitszeit, Ausfallkosten. Jedoch können bei den Instandsetzungen auch nahezu unbemerkt Verbesserungen vorgenommen werden, die helfen, die Folgekosten zu mindern. Es ist doch im Interesse, des Instandhalters die Intervalle zu vergrößern, die Standzeit zu verlängern und sich damit die Arbeit zu erleichtern. So werden dann die "besseren" Filter, Kugellager, Keilriemen und Schmierstoffe verwendet. Damit werden die Verschleißvorgänge sinnvoll optimiert. Ein Prozeß der nach meiner Ansicht automatisch mit eigenen Handwerkern abläuft, beim Firmeneinsatz jedoch durch die dann hineinspielenden Firmeninteressen eher behindert wird.

Bei komplexeren technischen Systemen kommt später die sinnvolle konstruktive Verbesserung hinzu. Am Beginn zunächst nicht, da es zu dem Zeitpunkt noch günstig ist, Bauelemente / Baugruppen / Subsysteme desselben Fabrikates und Typs zu verwenden. Später jedoch, nach 10 oder mehr Jahren, wird es die Bauelemente in dieser Form gar nicht mehr geben. Die Produktion wird eingestellt oder umgestellt. Der weitere Ablauf ist dann der übliche:

=>Nach der Einstellung der Fertigung verschwinden die Ersatzteile langsam aus den Lägern.

=>Die Restvorräte werden zusammengekauft und dadurch zunehmend teurer.

=>Zuletzt ist es nur noch möglich, immer teurer werdende Sonderanfertigungen zu bekommen.

Dies mag sich eine ganze Weile so hinziehen, jedoch spätestens, wenn die "alten" Mitarbeiter, die von dieser Generation der Technik Kenntnis haben, nicht mehr zur Verfügung stehen, gibt es diesen Weg auch nicht mehr. Dann bleibt nur die Möglichkeit, auf ein neues Produkt umzustellen.

Dies ist bei Kugellagern sicher kein Problem. Wie sieht es jedoch bei komplizierteren Bauteilen, wie zum Beispiel Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS), aus?

Hier ist die Erarbeitung einer Ablösestrategie erforderlich. Der planerische Spielraum entsteht dabei durch die volle Ausnutzung der Möglichkeiten, die eine neue Technik bietet.

Besonders hinweisen möchte ich auf die enormen Rationalisierungsmöglichkeiten, die der Einsatz der Datenverarbeitung, egal bei welcher Meß-, Steuer- und Regelaufgabe er erfolgt, bringen kann.

#### 2.1.2.2. Auswertung der Instandhaltungsdaten

Bei Beschaffungen bzw. Planungen von neuen Anlagen sind Erfahrungsdaten zur Instandsetzung (z.B. Störungsursachen, besonders noch in der Zeit der Gewährleistung, Schwachstellen durch immer wiederkehrende Reparaturen, weil Bauteile unterdimensioniert wurden usw.) aber auch zur Arbeitsorganisation (wie oft werden welche Bauteile auf welche Weise instandgehalten?) einzubeziehen.

Gute und schlechte Erfahrungen fließen in den Erfahrungsschatz der Meister und Ingenieure ein und können dann im Beschaffungsfall verwendet werden. Dies wird erleichtert durch den Computereinsatz.

In vielen Häusern hat sich der Computer für die Instandhaltung durchgesetzt. Wird er nicht nur zur Terminplanung sondern auch Auftragschreibung und Auftragsabrechnung genommen, speichert er dadurch wichtige Daten. Damit entsteht eigentlich die Möglichkeit, diese Daten, die ja schon digital vorhanden sind, auszuwerten. Ich meine damit nicht die Auswertungen, die von betriebswirtschaftlicher Relevanz sind. Mir geht es vielmehr um die Auswertungen, die von technischem Interesse sein könnten. Ein ungeheurer Erfahrungsschatz, bezogen auf das Betreiben und Instandhalten der Fabrikate, Systeme, Subsysteme, Typen, Bauteile wächst da in den verschiedenen Computern heran. Sie warten darauf, im Sinne einer "Pannenstatistik" ausgewertet zu werden. Ich hoffe, daß die Technischen Abteilungen sich diesen gespeicherten Erfahrungsvorrat nicht nehmen und durch andere kommerziell auswerten lassen. Ich schlage vor, eine zentrale und herstellerneutrale Erfassungsstelle einzurichten, in der typische Planungs- und Herstellerfehler gesammelt und ausgewertet werden.

### 2.1.3. Bewirtschaften

In diesem Text ist von Wirtschaftlichkeit die Rede. Damit meine ich nicht die Wirtschaftlichkeit, bei der nach einiger Zeit durch die eingesparten Beträge die ursprüngliche Ausgabe wieder zurückgeflossen ist. Diese Wirtschaftlichkeit läßt sich bei Krankenhäusern und Universitäten selten anwenden. Denn dort müssen aus Sorge für das Allgemeinwohl Investitionen ohne einen kurzfristig nachweisbaren finanziellen Nutzen gemacht werden. Hier nimmt der Staat Investitionen vor, die in diesem Sinne unwirtschaftlich, aber für die Allgemeinheit dennoch unverzichtbar sind.

Dennoch muß auch hier die Verminderung der Kosten im Vordergrund stehen.

#### 2.1.3.1. Investitionsmittel und Folgekosten

Als Folgekosten<sup>1</sup> eines Gebäudes kann man auführen:

- Kapitalkosten
- Abschreibungskosten
- Verwaltungskosten
- Steuern
- =>Betriebskosten<sup>2</sup>
- =>Bauunterhaltskosten
- =>Personalkosten

Der Technische Leiter hat jedoch nur auf die letzten Kostenarten größeren Einfluß. Die beiden Kostenarten (Investitionskosten und Folgekosten) haben einen wesentlichen Unterschied in der zeitlichen Wirksamkeit.

=>Die Investitionskosten entstehen nur einmal.

=>Die Folgekosten jedoch entstehen bei Gebäuden über viele Jahre und können dabei leicht das Mehrfache der Investitionskosten annehmen.

Eine Umsetzung dieser Feststellung in die Entscheidungspraxis würde bedeuten, daß der Faktor der Folgekosten mehrfach so stark gewichtet werden müßte wie die Investitionskosten. Eigentlich müßte bei den Investoren, die ja zeitlich immer vor den Betreibern entscheiden, dieser Zusammenhang bekannt sein. Dennoch kann man manchmal den Eindruck haben, daß die Folgekosten vor der Tüchtigkeit der Investition nicht genügend gewürdigt wurden. Dadurch sind so manchesmal:

- =>energiefressende
- =>wartungsintensive
- =>instandhaltungsfeindliche

technische Systeme entstanden. Wie in der Literatur<sup>2</sup> beschrieben

<sup>1</sup>Die Definition erfolgt in Anlehnung an DIN 18960 (Baunutzungskosten). Jedoch sind dort die Personalkosten nicht enthalten.

<sup>2</sup>Claus Meier: Investitions- und Folgekosten bei Bauvorhaben - Bedeutung und Planungskonsequenzen, Ehningen bei Böblingen, 1988.

Wo kann die Ursache liegen? Liegt es daran, daß die Investitionen und die Folgekosten in verschieden Haushalten erscheinen? Bei den Krankenhäusern werden bekanntlich die Folgekosten von den Krankenkassen getragen.

Die Chance, derzeit bei Neubauten statt investitionsminimiert endlich folgekostenminimiert zu handeln, ist für den Augenblick vertan. Die Zeit der großen Neubauten ist vorbei. Wir werden deshalb noch lange in Gebäuden arbeiten, die schon länger bestehen und vor allem noch länger erhalten werden müssen.

Dennoch besteht die Möglichkeit nachzubessern, indem die Gelegenheit von Reparaturen und Sanierungen zur Nachbesserung ergriffen wird. Die sogenannten Folgekosten steigen dann besonders in die Höhe, wenn mit Technischen Systemen ein Nutzen erbracht wird, der wichtiger Bestandteil der pflegerisch / medizinischen Dienstleistung ist. Denn verständlicherweise muß eine Anlage, die unmittelbar für die Patientenversorgung eingesetzt wird, besonders sicher funktionieren, selbst wenn es eine riesige zentrale Anlage ist. Die Versorgungssicherheit derartiger Anlagen wird zunehmend wichtiger, wenn man bemerkt, daß ohne die nahezu selbstverständlich zur Verfügung stehende Technik sich die Arbeitsbedingungen schlagartig verschlechtern würden.

Bei einer Störung kann an der Reaktion der Schwestern und Ärzte erkannt werden, daß nicht leicht auf "reduzierte" Arbeitsabläufe umgeschaltet werden kann, dies sogar nicht möglich ist. Welches med.Gerät lässt sich schon noch auf Handbetrieb umschalten, weil der Strom ausfiel? Wo können noch Röntgenbilder von Hand entwickelt werden? Daran kann abgelesen werden, daß die Anforderungen an die Versorgungssicherheit ständig steigen.

Ein Vorgang, der dazu führt, daß sich die Mitarbeiter in ihren Arbeitsgewohnheiten immer mehr auf die wie selbstverständlich zur Verfügung stehende Technik verlassen. Um diesen nicht meßbaren, aber dennoch steigenden Ansprüchen zu genügen, ist in der Betriebstechnik ein zunehmend größerer Aufwand für organisatorische Maßnahmen (z.B. dem weiteren Ausbau der geplanten Instandhaltung) und technischen Maßnahmen (z.B. dem Einbau von weiteren Redundanzen) erforderlich. Laufen die Anforderungen der Nutzer und die Möglichkeiten der Betriebstechnik auseinander, kann es im Störfall<sup>3</sup> zu ausufernden Konsequenzen führen.

Unter diesen Bedingungen wird ein Satz zur Wirtschaftlichkeit wieder wichtiger:

**Mit den gegebenen wenigen finanziellen Mitteln  
ist die größte mögliche Wirkung zu erzielen.**

Daß diese Aufgabe der Nutzenmaximierung nicht ohne die Betriebserfahrung der Technischen Abteilungen durchgeführt werden sollte, was leider manchmal völlig unbekannt zu sein scheint, werden damit neue Aufgaben auf so manchen Technischen Leiter und seine Mitarbeiter zukommen.

### **3. Bedarf**

Daß die Art und die Zahl der technischen Systeme Einfluß auf die personelle Zusammensetzung des Technischen Dienstes hat, ist jedem klar.

Wie sonst sollte man erklären:

**500 Betten - Krankenhaus mit 20 Mitarbeitern im Technischen Dienst  
1500 Betten - Klinikum mit 150 Mitarbeitern im Technischen Dienst.**

Wieso, fragt sich da jeder, sind es nicht nur 60 Mitarbeiter ?

<sup>3</sup>Weiteres dazu siehe in K.Brandstädter : "Firmeneinsatz ohne Technischen Dienst - Möglichkeiten und Risiken der Privatisierung", Krankenhaustechnik, Heft 7 und 9/1991

Nun es liegt daran, daß es eine ganz andere Technik ist. Meist alles einige Nummern größer, weil zentrale Aufgaben übernommen werden. Beispiele dafür sind zentrale Wasseraufbereitungen und automatische Warentransportanlagen. Die Planer haben meist aus Wirtschaftlichkeitsgründen auf einzelne Anlagen möglichst mit Redundanz verzichtet. Dadurch sind möglicherweise zwar die Investitionskosten verringert worden, jedoch wurde damit auch automatisch ein höherer Instandhaltungsaufwand impliziert. Abweichend von diesem speziellen Beispiel läßt sich feststellen:

**Der Personalbedarf der technischen Abteilungen richtet sich nach den vorhandenen technischen Systemen (Qualität, Dichte der Anordnung und der Anzahl), nach ihrer räumlichen Anordnung, der Reife der Betriebs- und Instandhaltungsorganisation, den Nutzungsanforderungen, der Qualität und Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter.**

Wieviel Handwerker werden nun tatsächlich gebraucht?

Die Beantwortung dieser Frage ist nicht einfach. Dazu sind schon viele Gutachten geschrieben worden, so mancher Ingenieur, Kaufmann, Wirtschaftswissenschaftler oder Jurist hat versucht, sein Honorar mit einer Bewertung der Personalstellen und Qualifikationen zu rechtfertigen und ist damit gescheitert. Doch die erste Phase der Begutachtung haben nun viele Technische Dienste hinter sich, so daß ich sicher bin, daß da, wo gespart werden konnte, mittlerweile gespart wird. Die Zusammensetzung der Technischen Dienste wird sich darum im Augenblick nicht weiter ohne Leistungszurücknahme oder Leistungsverlagerung verändern lassen.

Dennoch entstehen ständig neue Möglichkeiten durch die sich schnell verändernde Technik und die sich langsam verändernden Mitarbeiter.

Die bloßen Gedanken zur Reduzierung des Personals treten deshalb im Augenblick in den Hintergrund.

**Es gilt nicht mehr nur : je mehr Technik um so mehr Personal,  
sondern auch, je mehr komplizierte Technik,  
um so höher qualifiziertes Personal.**

Im öffentlichen Dienst besteht derzeit kaum die Möglichkeit, einen etwaigen Personalbedarf durch zusätzliche Personalstellen zu befriedigen.

Die leeren Kassen und unterlassene politische Maßgaben sind die Ursachen. So werden keine neuen Stellen genehmigt, wenn nicht gesetzliche Forderungen bzw. Richterrecht dahintersteht. So geschehen im Augenblick fast nur personelle Ergänzungen im Sicherheitsbereich, in den ich nicht nur die Arbeitssicherheit, sondern auch den Umweltschutz mit einbeziehe. Dies sind jedoch zwangsläufig eher Stabsstellen, die also nichts unmittelbar zur Erhöhung der Produktivität beitragen.

In den technischen Abteilungen besteht jedoch nach wie vor der Bedarf nach zusätzlichen Stellen:

- => zum Abbau von Überstunden
- => zur Übernahme neuer Aufgaben (Computernetzwerke)
- => zur Umstellung auf neue Techniken (TK-Anlagen)
- => Anpassung der Organisation zur Substitution von schlechten äußeren Einflüssen (z.B. dem Nachbessern der gelieferten Dokumentationen).

Es besteht deshalb ein erheblicher Veränderungszwang für die Vorgesetzten. Wollen diese gut organisierte, effektiv arbeitende Abteilungen behalten, bleiben nur wenig Möglichkeiten dennoch zu reagieren:

## **Durch Anpassung der Aufgaben der vorhanden Mitarbeiter Durch Anpassung bei der Einstellung von neuen Mitarbeitern.**

Theoretisch besteht noch die Möglichkeit, neue Stellen durchzusetzen. Um jedoch überhaupt eine Chance der Genehmigung zu haben, müssen die durch die neuen Stellen entstehenden Kosten durch finanzielle Vorteile an anderer Stelle ausgeglichen werden. Der Antrag muß also kostenneutral erfolgen. Würde diese Möglichkeit für die Technischen Leiter geschaffen, könnten wesentlich flexiblere Anpassungen der Qualifikationen und Quantitäten vorgenommen werden. Nur auf diese Weise kann derzeit eine Möglichkeit geschaffen werden, auf zu teure Leistungen von Firmen zu verzichten und in bestimmten Fällen dafür neue eigene Handwerker einzustellen. Als Beispiel für den wirtschaftlichen Ersatz von Firmen durch eigene Mitarbeiter können in einigen Häusern die immer wieder auffallenden hohen Kosten für die "Wartung" von Brandmelde- und Fernmeldeanlagen genannt werden.

### **3.1. Verlagerung der Arbeitsschwerpunkte**

In der Regel ist das technische Personal nur so groß bemessen, daß es für Instandhaltungsaktivitäten ausreicht. Immer wieder hört man jedoch von Häusern, in denen Mitarbeiter auch großzügige Neuinstallationen durchführen.

Wie kann dies jedoch möglich sein ?

Es gibt durchaus für die Technischen Abteilungen eine Möglichkeit den Arbeitsschwerpunkt kurzzeitig zu verschieben. Dadurch entsteht jedoch eine zunächst nicht erkennbare Gefahr.

Die Verschiebungen dürfen nicht über längere Zeit andauern, da sonst große Nachteile bei den anderen Aufgaben des Technischen Dienstes auftreten. Als wichtigstes möchte ich die Erhöhung der Folgekosten durch unterlassene Instandhaltung und einen zunehmenden Verlust der Versorgungssicherheit aufführen.

Dennoch ergibt sich für das Management gerade in schwierigen finanziellen Situationen dadurch manchmal die einzige Möglichkeit, flexibel auf Nutzeranforderungen zu reagieren. Oft ist nur dadurch eine dringend erforderliche Installationen zu realisieren.

### **3.2. Personalbedarf**

Das vorhandene Personal wurde in den letzten Jahren soweit wie möglich reduziert.

Dabei ging es nicht mehr um den tatsächlich erforderlichen Bedarf. Vielmehr nur darum, soviel wie möglich zu reduzieren.

Oft ging dies bis zur Schmerzgrenze. Eine Grenze, die nach meiner Ansicht dort liegt.

=>wo technische Pannen nicht mehr zu vermeiden sind.

=>wo Leistungseinschränkungen zu unerträglichen Belastungen der Patienten, Ärzte, Schwestern und anderen Mitarbeiter führten.

### **3.3. Empirische Ermittlung**

Theoretisch ist es ganz einfach, man listet auf, welche Anlagen da sind. Dann sieht man in den Herstellerunterlagen nach, was dieser für Instandhaltungen (Reparaturen, Wartungen, Inspektionen) vorsieht, ergänzt das ganze mit dem Fehlenden, möglichst aus der Sicht eines externen Betriebesfahrenen und schon hat man die erforderlichen Qualifikationen und Zeiten der technischen Mitarbeiter.

Doch es kommt meist ganz anders:

=>die Herstellerangaben sind falsch, weil dieser nicht wissen konnte, wie das Gerät in jedem speziellen Fall betrieben wird und

weil er aus Haftungsgründen in jedem Fall auf der sicheren Seite sein möchte.

=>das Gerät ist falsch dimensioniert .

=>es wurde nicht daran gedacht, daß das Gerät an dieser oder jener Stellen überhaupt jemals instandgehalten werden muß.

=>die eigentlich erforderlichen Mitarbeiter mit speziellen Ausbildungen sind nicht zu erhalten.

=>die Leistungsfähigkeit und der Leistungswillen der Mitarbeiter ist nicht so wie geplant.

Die beschriebenen Ursachen führen deshalb nur zu der einzigen möglichen Lösung der empirischen Ermittlung der Mitarbeiter. Ein Prozeß, der nur von einem erfahrenen und verantwortungsvollen Management in angemessener Zeit durchgeführt werden kann. In einer modernen Technischen Abteilung läuft der Prozeß der Instandhaltungsplanung nicht mehr wie früher mit dem Notizbuch des Maschinenmeisters ab. Die Ansprüche an die Technik haben sich geändert, weshalb nun Computer eingesetzt werden müssen. Die weiteren Schritte laufen dann wie folgt ab:

1. Erfassung der Anlagen.
2. Die Angaben der Hersteller und Planer werden zusammengetragen und eingegeben.
3. Schon bald können dann durch die Terminplanung die ersten Aufträge gedruckt werden.
4. Durch die Fertigmeldung erhält der Computer Daten über Ursachen, Materialverbrauch, Zeitdauer usw.
5. Ebenso führen Meldungen von Störungen zu Aufträgen und Rückmeldungen.
6. Je nach Organisation gehen die Aufträge/Rückmeldungen über die Tische der Meister und Ingenieure, so daß dort Kenntnis herrscht. Dies ist sehr wichtig, damit der Vorgesetzte die Gelegenheit hat, Aufträge vorzuziehen, auf später zu schieben oder zu löschen.
7. Der Computer muß jedoch von Zeit zu Zeit Auswertungen fahren, um auf Überhänge oder häufige Ursachen usw. hinzuweisen.
8. Die Experten nehmen nun auf Grund ihrer Erfahrungen, Situationskenntnis, Kenntnis der betriebstechnischen Organisation, Kenntnisse der Firmen usw. die Bewertung der Daten vor.
9. Als Folge werden die verbesserten Intervalle, Arbeitsanweisungen usw. in das Instandhaltungsprogramm eingegeben.
10. Wird festgestellt, daß für eine ordentliche Erfüllung der Aufgaben die richtigen Mitarbeiter fehlen, kann das Programm selbstverständlich nicht helfen, es sei denn, daß Aufträge für Firmen geschrieben werden müssen.
11. Mit diesen Maßnahmen gehen eventuell konstruktive oder organisatorische Verbesserungen einher.

Als Ergebnis wird dann nach einem mehrfachen Durchlauf eine Mischung aus Eigen- und Fremdleistung mit gutem Kosten - Nutzenverhältnis entstehen.

### 3.4. Lehrlingsausbildung

Lehrlingsausbildung wird nur in den größeren Technischen Abteilungen durchgeführt. Dort lohnt sich der erhebliche Aufwand auch nur, wenn Ausbildungen stattfinden, deren Absolventen möglichst übernommen werden können.

Vor zehn Jahren wurde der öffentliche Dienst noch angehalten, möglichst Lehrlingsausbildungen durchzuführen. Zu groß war damals die Zahl der jungen Leute und zu klein das Angebot. Jetzt freilich droht sich das Blatt zu wenden. Zugunsten der Privatwirtschaft wird die Lehrlingsausbildung reduziert werden müssen. Politische Weisungen fehlen zwar noch. Ich hoffe, daß gerade dennoch in den Qualifikationen, für die sonst kein Personal zu bekommen wäre, wie zum Beispiel die der Kältemonteur oder die der Mess- und Regelmechaniker, die Ausbildung erhalten bleibt.

### 3.5. Qualität der technischen Systeme

Der korrigierende Einfluß der Technischen Dienstes sollte nicht unterschätzt werden, er beginnt schon sehr früh, bei der Abnahme und Gewährleistungsüberwachung einen hohen Qualitätsstandard zu garantieren. An einer guten Leistungsbeschreibung gemessene, mängelfreie Anlagen sind die beste Ausgangsbasis für niedrige Folgekosten.

### 3.6. Technisch-Organisatorische Systeme

Zur Durchführung der verschiedenen Aufgaben an und mit den technischen Systemen werden in der Regel Mitarbeiter mit technischen Ausbildungen eingesetzt. Für diese wird eine Aufbau- und Arbeitsablauforganisation benötigt.

Ich wage zu behaupten, daß dieser organisatorische Aufwand in weiten Bereichen variabel ist. Ich meine damit, daß ein technisches System mit sehr viel organisatorischem Aufwand und ebenso mit sehr wenig Aufwand instandgehalten und betrieben werden kann. Bei beiden Extremen gibt man sich dabei in große Gefahren:

- =>Ein großer Mitarbeiterstamm kostet schon kurzfristig zu viel.
- =>Verlotterte technische Systeme kosten langfristig zu viel.

Das Management des Technischen Leiters muß bemüht sein, hier ständig die richtige Organisation zu finden. Das Ziel ist einfach zu beschreiben: zufriedenstellende Anlagen mit wenig Eigen- und Fremdpersonaleinsatz.

### 3.7. Dokumentation

Das technische System besteht nicht nur aus seiner Hardware, sondern auch aus dem Schriftlichen, in dem alles festgehalten ist, was zum Erhalt der Funktion durch:

**Instandhalten,  
Betreiben  
Weiterentwickeln  
Verwalten**

gewußt werden muß. Im allgemeinen wird dieser Teil als die Dokumentation bezeichnet. Sie ist genauso wichtig wie die eigentliche real vorhandene Technik.

Die Dokumentation hat aber leider die Eigenschaft, bei funktionierenden Anlagen als entbehrlich zu erscheinen, bei Komplikationen jedoch augenblicklich eine enorme Wertsteigerung zu erfahren.

Bei zunehmender Komplexität der technischen Systeme und deren Verknüpfungen zu den anderen Systemen wird sie wichtiger. Leider ist dieser Zusammenhang nicht allen klar, denn sonst würde mehr auf die Lieferung von kompletten und guten Unterlagen geachtet.

Nicht vorhandene, unvollständige, nicht aktualisierte sogar falsche Dokumentationen verursachen leider keine höheren Investitionskosten jedoch Folgekosten in nicht abschätzbaren Größen.

Dieser Zusammenhang wird leider zu oft nicht gesehen. Dies drückt sich sehr deutlich in den einschlägigen Vergabebestimmungen aus. Dort ist zur Übergabe der Dokumente nur sehr wenig gesagt. Damit wird für mich nur wieder einmal deutlich, daß in diesen Gremien die Herstellerinteressen sich mit den Einkäuferinteressen vorzüglich einig waren. Selbst Bieter, die besser liefern möchten, müssen deshalb, um nicht Wettbewerbsnachteile zu haben, die Dokumentationen reduzieren.

Damit wird aber wettbewerbsverzerrend auch den Firmen eine Chance gegeben, für die gute und ordentliche Dokumentationen ein Fremdwort sind.

Für den Technischen Dienst sind schlechte Unterlagen kostentreibend. Sie verursachen Sucharbeiten, Improvisation, schlechte Arbeit. Dadurch wird qualifiziertes Personal für Tätigkeiten benötigt, für die es einfach zu teuer ist. Es bietet sich jedoch derzeit die große Chance bei der Umstellung auf CAD (Computergestütztes konstruieren und zeichnen). Zeichnungen können bei dem Einsatz von CAD auch an die automatische Führung eines Raum- und Gebäudebuches gekoppelt werden. Dazu heißt es jedoch schon jetzt, die ersten Schritte zu machen.

### **3.8. Verbesserung der Qualität**

#### **3.8.1. Qualifikationen**

Am Beispiel der MSR-Technik möchte ich die Schwierigkeiten der personellen Weiterentwicklung aufzeigen.

Es ist nahezu nicht möglich mit der Personalqualifikation der technischen Entwicklung zu folgen. Eigentlich besteht ja die Möglichkeit, sich fehlende Qualifikationen auf dem Stellenmarkt zu beschaffen. In der MSR-Technik ist dies jedoch nicht möglich, der Markt ist für den öffentlichen Dienst nahezu leergefegt. Für Insider ist es klar, die Arbeitsbedingungen sind attraktiv: Sicherheit, geregelte Arbeitszeit usw. sind ein gutes Argument, doch muß das auch mit einer akzeptablen Bezahlung einhergehen.

Hier besteht jedoch ein riesiger Graben zur Privatwirtschaft. Mitarbeiter mit Mangelberufen sind deshalb nicht zu bekommen.

Dafür bieten sich einige Möglichkeiten:

- =>Lehrlingsausbildung, wenn die Ausbilderqualifikation vorhanden ist
- =>Fortbildung / Weiterbildung der vorhandenen Mitarbeiter
- =>Verlagerung von Aufgaben z. B. an Firmen

Auf diese Qualifikationen unter den eigenen Mitarbeitern zu verzichten, kann teuer werden. Wird damit doch auf die Möglichkeit der qualifizierten Beauftragung und Abnahme der Leistung verzichtet. Wer will mir erklären, wie das letztlich wirtschaftlich sein soll?

#### **3.8.2. Weiterbildung**

Fassen wir doch einmal zusammen, was ein guter, ja, ausgezeichneter Mitarbeiter an fachlichen Qualifikationen benötigt:

- =>fachliche Eingangsqualifikation, z.B.eine Ausbildung durch Gesellenbrief, Meisterbrief, Technikerschein oder Diplom
- =>fachliche Schulung in die Technik, mit der er umzugehen hat, z.B.Einweisung, Einarbeitung
- =>ständige Weiterbildung zur Beherrschung und Optimierung der Anlagentechnik.

Gerade der letzte Punkt ist sehr wichtig, denn ein noch so gut eingangs ausgebildeter Mitarbeiter, der nicht weitergebildet wird, verliert schon nach kurzer Zeit einen erheblichen Teil seines Einsatzwertes. Sein immer geringer werdendes anwendbares Wissen führt auch zur Demotivation. Diese Aussage trifft nicht auf Berufsgruppen zu, bei denen die technische Entwicklung nicht so schnell vorangeht. Besonders schnell erfolgt sie jedoch auf dem Gebiet der digitalen Steuerungen. Hier muß deshalb besonderer Schulungsaufwand getrieben werden.

### 3.8.2.1. Kostenverschiebung

Zeichen einer guten Betriebsorganisation ist eine systematische Weiterbildung der Mitarbeiter. Weiterbildung, die es nicht nur dem einzelnen überläßt, zu welchem Kurs er fährt.

Mangelhafte Weiterbildung kann zu einem "Berg" anwachsen, der nicht mehr zu überwinden ist :

=>Mitarbeiter, die lange nicht lernten, sind nicht mehr dazu zu bewegen, das "eingerostete Gehirn" wieder zu benutzen.

=>Nach einer Weile wird die der technischen Entwicklung folgende Weiterbildungen nicht mehr angeboten. Fängt man dann erst an, ist um so mehr nachzuholen. Es hat dann den Anschein für den Mitarbeiter, daß die gereifere Technik riesige Entwicklungssprünge gemacht hat.

=>Es gibt da ein Problem , das jedoch nur dem öffentlichen Dienst eigen ist. Die Stellenbeschreibungen, deren Bewertung der einzelnen Tätigkeiten letztlich zu der Einstufung der Bezahlung führt, legt die Grenzen des Einsatzes fest. Denn werden Mitarbeitern höherqualifizierte Tätigkeiten in überwiegendem Ausmaß übertragen, so muß sich dies selbstverständlich in der Bezahlung auswirken.

Wie will man also der technischen Entwicklung folgen, in dem man einen ergeizigen Mitarbeiter in der MSR-Technik schult, so daß er dann letztlich mehr Meß-und Regeltechniker als Schlosser ist?

Der Vorgesetzte kann viel Ärger bekommen, wenn ein Mitarbeiter den daraus entstehenden Anspruch einklagt und Recht bekommt. Hier muß deshalb die richtige Mischung mit weniger qualifizierter Tätigkeiten beibehalten werden.

Die derzeitigen Möglichkeiten geben zu wenig Spielraum, hier sollten deshalb die genehmigenden Stellen sich bei ihren Entscheidungen mehr auf die Ansichten der fachlichen Vorgesetzten verlassen.

## **3.9. Firmeneinsatz**

Firmeneinsätze sind immer sinnvoll, wenn:

=>plötzlich Spezialwissen benötigt wird, (Reparaturfall Dieselläggregat) das leider nicht vorhanden ist.

=>das Vorhalten von Spezialwissen nicht wirtschaftlich ist (Telefonanlage)

=>die eigene Arbeitskapazität nicht ausreicht den Bedarf in angemessener Zeit zu befriedigen (Vergabe kompletter Gebäude)

Es ist mir klar, daß diese Abgrenzungen in einander übergehen. So könnte es durchaus wirtschaftlich sein, die Wartung einer neuen TK-Anlage mit eigenen Leuten vorzunehmen, wenn es gelänge, derartige Mitarbeiter in den öffentlichen Dienst zu holen.

Wesentliche Unterschiede bestehen zwischen Firmenverträgen für einzelne Aktionen an einzelnen Anlagen und den Langzeitverträgen (Generalverträge), die sich für ganze Gebäude über mehrere Jahre erstrecken. Gerade bei den letzteren ist ein diffiziles Vertragswerk erforderlich, das Verhältnis der Zusammenarbeit mit den eigenen Handwerkern, die Kontrolltätigkeit, die Berichtspflicht usw. enthält. Darauf kann hier jedoch nicht weiter eingegangen werden.

Der Firmeneinsatz, zusammen mit den eigenen Mitarbeitern, birgt die große Gefahr der illegalen Beschäftigung von Leiharbeitern, so wie es im Arbeitnehmerüberlassungsgesetz geregelt ist.

Insgesamt ein Gebiet, das im Rahmen der Privatisierungsdiskussion höchste Aufmerksamkeit verlangt.

#### 4. Entlohnung

Die Entlohnung ist im öffentlichen Dienst immer ein problembeladenes Kapitel. Hinzu kommen, obwohl sich viele Einrichtungen zum öffentlichen Dienst zählen und nach BAT bezahlen, teilweise vielfach unbekannte Unterschiede. Die Kirchen bezahlen zwar nach BAT, aber nach kirchlicher Fassung, das bedeutet, daß manche Arbeitnehmer 150 DM monatlich weniger erhalten, obwohl sie in der gleichen Gehaltsgruppe sind. Dennoch können derartige Einrichtungen eher mal eine Zulage gewähren, die einen Ausgleich ermöglicht.

Hinzu kommen einige "Ungereimtheiten", die die Betroffenen verärgern. Wechseln sie z.B. von einem kirchlichen Krankenhaus in ein städtisches oder landeseigenes, wird die bisherige Zahl der Dienstjahre nicht anerkannt, weil kirchliche Einrichtungen dann plötzlich nicht zum öffentlichen Dienst zählen.

Kommen sie als Angestellter über einem bestimmten Alter in den öffentlichen Dienst, werden sie "jünger gerechnet". Die Reduzierung des Gehaltes dieser Späteinsteiger ist so erheblich, das sich schon mancher den Wechsel überlegt hat.

Der ganze Tarifvertrag ist unnötig kompliziert und besitzt viele "Artefakte", über deren Sinn niemand mehr Bescheid weiß. Dennoch muß danach verfahren werden.

Obwohl in einer Untersuchung<sup>4</sup> kürzlich festgestellt wurde, daß Arbeiter im öffentlichen Dienst nicht schlechter bezahlt werden als in der Privatwirtschaft, wird auch festgestellt, daß die Angestellten dabei schlechter wegkommen. Dies betrifft gerade die Schicht des technischen Managements, die Meister, Techniker und Ingenieure.

Ständig findet in den Einrichtungen gerade in den Ballungsgebieten ein Kampf um gute Mitarbeiter statt. Junge leistungsbereite und qualifizierte Mitarbeiter werden nach einem Stellenwechsel in die Privatwirtschaft mit mehreren hundert Mark mehr belohnt.

Solange diese Faktoren nicht verbessert werden, wird es zunehmend unumgänglicher werden, Firmen mit Aufträgen in der Instandhaltung zu versehen. Ich sehe deshalb die Entwicklung zu verstärkten Firmeneinsätzen und letztlich reduzierten Zahlen von eigenen Mitarbeitern aber dennoch steigenden Kosten. Eine Entwicklung, die aufgehalten werden sollte, zu der der BAT jedoch keine Möglichkeit bietet.

<sup>4</sup>VDI-nachrichten: Vater Saat zahlt nicht die schlechtesten Löhne - Gehaltsvergleich zwischen öffentlichem Dienst und der Privatwirtschaft, Seite 19, Nr.20, 15. Mai 1992

## 5. Aufstiegschancen

Aufstiegschancen sind im technischen öffentlichen Dienst nahezu nicht vorhanden. Ein Handwerker kann Vorarbeiter werden, eventuell kann ein qualifizierter Meister eine Ingenieurfähigkeit übernehmen und damit im Tarifgefüge etwas höher kommen. Damit sind die Aufstiegsmöglichkeiten für technische Angestellte erschöpft, mit der Ausnahme, daß es in seltenen Fällen auch Sonderfälle geben kann. Ich selbst habe das Gefüge der Einstufungen in einer öffentlichen Organisation immer als besonders fest gefügt empfunden. Nach meiner Ansicht ist es deshalb an der Zeit für die technischen Angestellten wieder zu einer leistungsgerechten Bezahlung zu kommen. Leistung muß sich zumindest ansatzweise wieder lohnen.

Auch dafür gibt es einen Lösungsvorschlag. Es müßte möglich werden, daß der Vorgesetzte, zum Beispiel basierend auf einem Bewertungsgespräch mit dem Mitarbeiter, Lohnzulagen gewähren kann. Für schlechter Beurteilte würde diese Zulage selbstverständlich nicht gezahlt. Schon nach einem Jahr könnte es erneute Bewertungen geben.

Die Ideen zu einer Umgestaltung sind also vorhanden, es sollte nun mit der Arbeit begonnen werden.

Dipl.-Ing. Klaus Brandstädter  
Georg-August-Universität  
Leiter des Dezernates Betriebstechnik  
Postfach 3744  
3400 Göttingen

## Rechtsfolgen der Unterlassung gebotener Prüfungen und Instandhaltung

; von Angelika Schmidt, Hannover

### 1. Einleitung

Die mit der zunehmenden Technisierung verbundene Ausweitung der Apparatemedizin, insbesondere in den Krankenhäusern, führte dazu, daß am 01.01.1986 die Medizingeräteverordnung (MedGV) in Kraft trat. Die bestehenden gesetzlichen Vorschriften, wie insbesondere das Gerätesicherheitsgesetz, wurden den Besonderheiten in diesem Bereich nicht mehr gerecht und so bestand das Erfordernis einer neuen spezialgesetzlichen Regelung für die Sicherheit medizinisch-technischer Geräte, um Anwender und Patienten vor Gefahren für Leben und Gesundheit zu schützen.

Die in der MedGV normierten Verhaltenspflichten tragen öffentlich-rechtlichen Charakter und begründen somit unmittelbare Verpflichtungen gegenüber dem Staat. Die Überwachung der Einhaltung dieser Verordnung obliegt den Gewerbeaufsichtsämtern der Länder<sup>1</sup>.

Ziel der MedGV ist es, Verhaltenspflichten im Hinblick auf die Sicherheit medizinisch-technischer Geräte zu statuieren. Die technische Sicherheit wird dann als gewährleistet angesehen, wenn weder im fehlerfreien Betrieb noch im fehlerhaften Betrieb durch das System eine Gefahr entsteht<sup>2</sup>.

Der Begriff der Gefahr wird nach Din 31000 als Zustand beschrieben, bei dem die Häufigkeit und Auswirkung zu befürchtender direkter und indirekter Schäden aller Art für Leben und Gesundheit das zumutbare Risiko überschreiten.

Die Kriterien, die den normativen Begriff der Zumutbarkeit ausfüllen, orientieren sich an den jeweils auf dem aktuellen Stand der Technik basierenden Wertvorstellungen.

Das Risiko berechnet sich mathematisch aus den Komponenten "Häufigkeit x Schadensausmaß". Je größer sich also der potentielle Schaden darstellt, desto geringere Anforderungen sind an die Eintrittswahrscheinlichkeit zu stellen, um dennoch erhöhte Sicherheitsvorkehrungen erforderlich zu machen und vice versa<sup>3</sup>. Es gilt in diesem Zusammenhang zu betonen, daß auf welcher akademischen Grundlage auch immer vorgenommene statistische Risikoberechnungen keine Aussage für den Einzelfall zulassen, sondern immer nur auf die (gedachte) Gesamtzahl von Geräten, Anwendungen etc. zu beziehen sind.

Die in der MedGV statuierten sicherheitstechnischen Maßnahmen lassen sich in drei Bereiche einteilen: Als primäres Ziel stellt sich die unmittelbare Sicherheitstechnik dar, bei der es um die Vermeidung von Gefahren geht. Danach müssen technische Erzeugnisse derart gestaltet sein, daß ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung und Anwendung keine Gefahren für die körperliche Integrität immanent sind.

Die mittelbare Sicherheitstechnik erlangt dann Relevanz, wenn sich gerätebedingt bestimmte Gefahrenstellen nicht vermeiden lassen. Hier ist gewissermaßen ein "doppelter Boden" einzuziehen durch spezielle sicherheitstechnische Maßnahmen, durch die diese Schwachstellen aufgefangen und damit wirkungslos werden.

Bestehen trotz dieser beiden Formen der Gerätesicherung noch Gefahren im Zusammenhang mit der Anwendung technischer Geräte, so kommt als flankierende Maßnahme die hinweisende Sicherheitstechnik zur Anwendung. Hierbei geht es darum, daß der Einsatz der Geräte an bestimmte Bedingungen, unter denen ein gefahrloser Einsatz möglich ist, gekoppelt wird<sup>4</sup>.

Arbeitssicherheit hängt nicht allein von der Beschaffenheit der technischen Arbeitsmittel, sondern auch von menschlichem Verhalten, beispielsweise Bedienungsfehlern, ab. So gelangt eine jüngst abgeschlossene Studie, die 3200 Versicherungsakten zufällig ausgewählt hat und darunter auf 209 Zwischenfälle mit medizinisch-technischen Geräten gestoßen ist, zu dem Ergebnis, daß 60 % dieser Zwischenfälle, die ganz überwiegend zu schweren Schäden geführt haben, auf Bedienungsfehler zurückzuführen waren, also wohl zu einem großen Teil auf Einweisungs- und Ausbildungsmängeln beruhen<sup>5</sup>.

Als mögliche Gefahrenquellen im Zusammenhang mit medizinisch-technischen Geräten kommen also Bedienungs- Instandhaltungs- Geräte- sowie Konstruktions- Fertigungs- und Materialfehler in Betracht.

Der Begriff der Instandhaltung umfaßt wiederum drei Untergruppen: Nach DIN 31051 wird er als die Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes von Arbeitsmitteln, Anlagen und Gebäuden definiert. Er umfaßt damit die Inspektion, die Wartung sowie die Instandsetzung.

## **2. Pflichtenkreis nach der Medizingeräteverordnung**

Der Anwendungsbereich der MedGV erstreckt sich gem. § 1 MedGV<sup>6</sup> auf alle medizinisch-technischen Geräte einschließlich Laborgeräten und Gerätekombinationen, die dazu bestimmt sind, in der Heilkunde oder der Zahnheilkunde bei der Untersuchung oder Behandlung von Menschen verwendet zu werden. All diese Geräte, so bestimmt diese Norm, dürfen nur nach der MedGV in Verkehr gebracht, ausgestellt, errichtet oder betrieben werden.

Die Adressaten der Verordnung sind sowohl Hersteller und Importeur als auch Errichter, Betreiber und Anwender einer medizinisch-technischen Anlage.

Der Verordnungsgeber hat in § 2 MedGV eine Einteilung medizinisch-technischer Geräte in vier Gruppen vorgenommen, wobei sich die Zuordnung an den unter-

schiedlich hohen Gefährdungsarten beziehungsweise den durch die Betriebsart bedingten Sicherheitsanforderungen orientiert<sup>7</sup>. Dementsprechend postuliert die Verordnung auch - je nach Gruppenzugehörigkeit - unterschiedliche Sicherheitsanforderungen<sup>8</sup>.

Die MedGV enthält im zweiten Abschnitt (§§ 3-5) Regelungen über das Inverkehrbringen und Ausstellen und neben allgemeinen Anforderungen an die Beschaffenheit aller medizinisch-technischen Geräte (§§ 3, 4) für bestimmte Fälle das Erfordernis einer Bauartzulassung (§ 5) mit einer vorhergehenden Prüfung der Geräte durch eine Prüfstelle (§. 17). Normadressaten sind Hersteller und Importeure.

Der dritte Abschnitt (§§ 6-16) enthält Vorschriften über das Errichten und Betreiben medizinisch-technischer Geräte. Als wesentliche Pflichten seien hier die Durchführung regelmäßiger sicherheitstechnischer Kontrollen bei den Geräten der Gruppe 1 genannt (§ 11) sowie die Pflichten zur gründlichen Einweisung des Personals bei Geräten der Gruppen 1 und 3 (§ 10). Dieser Abschnitt ist maßgebend für Betreiber und Anwender, also i.d.R. für Arzt und Krankenhaus.

Sicherheitstechnische Kontrollen dürfen neben einer Prüfstelle (§ 17) oder einem Sachverständigen (§ 18) auch auf Personen übertragen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung, ihrer Kenntnisse und ihrer durch praktische Tätigkeit gewonnenen Erfahrungen Kontrollen ordnungsgemäß durchführen können und bei ihrer Kontrolltätigkeit weisungsfrei sind (§ 11 Abs.2). Hier kommen also insbesondere sachkundiges Personal des Herstellers, des Lieferanten, eines Service-Zentrums sowie des Krankenhauses selber in Betracht. Dies werden in erster Linie Medizinhysiker, Medizintechniker, Diplomingenieure der Biomedizin oder des Ingenieurwesens sein, unter deren Leitung und Aufsicht auch anderes Fachpersonal eingesetzt werden darf<sup>9</sup>.

Der vierte Abschnitt (§§ 17-19) enthält Vorschriften über Prüfungs- und Aufsichtsorgane. Als Prüfstellen kommen ausschließlich die in der Anlage zur Gerätesicherheits-Prüfstellenverordnung aufgeführten Einrichtungen in Frage. Als Sachverständige im Sinne dieser Vorschrift kommen einmal die bei den technischen Überwachungsorganisationen zusammengefaßten amtlich anerkannten Sachverständigen, die öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen der Handelskammern sowie die Prüfstellen nach § 17 MedGV in Betracht<sup>10</sup>.

Der fünfte Abschnitt (§§ 20, 21) enthält schließlich Regelungen über Ordnungswidrigkeiten und Straftaten für den Fall der Zuwiderhandlung gegen die Verordnung.

Neben einigen in der Verordnung enthaltenen konkreten Handlungs- und Verhaltensanweisungen, bestimmt § 3 Abs.1 MedGV, daß medizinisch-technische Geräte nur in den Verkehr gebracht werden dürfen und ebenso nur betrieben werden dürfen (§ 6 Abs.1 MedGV), "wenn sie den Vorschriften dieser Verordnung, den allgemein aner-

kannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften entsprechen."

Technische Regeln sind in erster Linie die Normen und Regelwerke der privaten Verbände und sonstiger Gremien, die mit der Konstruktion der jeweiligen medizinisch-technischen Geräte befaßt sind, so beispielsweise VDE- und DIN-Richtlinien.

Mit dieser Verweisung berücksichtigt der Verordnungsgeber die Innovationsgeschwindigkeit der Technik und gewährleistet eine stete Anpassung der Sicherheitsstandards an das medizinisch-technische Können.

### **3. Rechtsfolgen eines Verstoßes gegen die MedGV**

Bezüglich der rechtlichen Konsequenzen im Anschluß an das Unterlassen einer durch die MedGV vorgeschriebenen Maßnahme sind allgemein, unabhängig vom Normadressaten, zwei große Bereiche zu unterscheiden: zum einen der Fall, daß es sich lediglich um einen Verstoß gegen die Verordnung handelt, ohne daß aufgrund dessen ein Schaden eingetreten ist, zum anderen die Konstellation, daß bedingt durch diesen Normverstoß ein Mensch zu Schaden gekommen ist.

#### **a. Normverstoß ohne Schadenseintritt**

##### **aa. Zivilrechtliche Sanktionen**

Für die Fallgestaltung, daß durch einen Normverstoß ein Schaden nicht eingetreten ist, scheidet eine zivilrechtliche Haftung des Verpflichteten aus. Denn sowohl vertragliche als auch deliktische Schadensersatzansprüche setzen die Entstehung eines Schadens voraus.

Zwar kennt das Zivilrecht auch eine Gefährdungshaftung, jedoch nur in enumerativ aufgeführten Fällen, unter die sich die vorliegende Konstellation nicht subsumieren läßt.

##### **bb. Ordnungswidrigkeitsrechtliche Sanktionen**

Ein Verstoß gegen die in der MedGV statuierten öffentlich-rechtlichen Pflichten stellt eine mit einer empfindlichen Geldbuße belegte Ordnungswidrigkeit dar. Die Höhe des Bußgeldes kann dabei unter Umständen bis zu 50.000.- DM betragen (vgl.: § 9 Abs.3 Gerätesicherheitsgesetz).

##### **cc. Strafrechtliches Instrumentarium**

§ 21 MedGV ahndet sowohl die beharrliche Wiederholung bestimmter Ordnungswidrigkeiten (Abs.1) als auch die einmalige Zuwiderhandlung für den Fall, daß eine konkrete

Gefährdung von Menschen oder Sachen von bedeutendem Wert eintritt (Abs.2), als Straftat. Der Strafrahmen für einen Verstoß gegen diese Vorschrift erstreckt sich gem. § 148 der Gewerbeordnung (GewO) im Mindestmaß über eine Geldstrafe bis zur Höchststrafe von einem Jahr Freiheitsstrafe.

## **b. Normverstoß mit der Folge der Verletzung oder Tötung eines Menschen**

Gänzlich anders gestaltet sich die Situation, wenn Verstöße gegen die Verpflichtungen aus der MedGV zu einer Verletzung oder dem Tod eines Menschen führen. Auch dann bestehen die o.g. Sanktionen. Doch treten zusätzlich noch weitere Haftungs- bzw Straftatbestände hinzu:

### **aa. Zivilrechtliche Haftung**

Anknüpfungspunkt für eine zivilrechtliche Haftung ist der Umstand, daß ein schuldhaftes Verhalten des Schädigers beim Geschädigten zu einem Schaden geführt hat. Der Umfang des zu ersetzenden Schadens bestimmt sich nach §§ 249ff. BGB. Danach hat der Schädiger den Zustand herzustellen, der ohne das schädigende Ereignis bestehen würde.

Zu unterscheiden sind hier einmal die vertragliche Haftung, zum anderen die deliktische Haftung. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß bei vertraglicher im Gegensatz zur deliktischen Haftung keine Exkulpationsmöglichkeit eröffnet ist und auch kein Schmerzensgeldanspruch besteht.

#### **(1). Vertragliche Haftung**

Bestehen, wie beispielsweise zwischen Betreiber und Patient oder auch Beschäftigtem vertragliche Beziehungen, wie in den Beispielfällen ein Behandlungs- oder Arbeitsvertrag, so trifft den Schädiger einmal eine vertragliche Haftung. Ebenso bestehen Vertragsbeziehungen zwischen Hersteller oder Importeur und Betreiber, nämlich i.d.R. ein Kaufvertrag. Als Haftender kommt dabei grundsätzlich der Vertragspartner des Geschädigten in Betracht; dies ist im Krankenhausbetrieb im Verhältnis zum Angestellten sowie zum Patienten der Betreiber, also der Klinikträger, unabhängig von der jeweiligen Organisationsform des Krankenhauses. Der Krankenhausträger hat dabei sowohl für ein schuldhaftes Verhalten seiner Erfüllungsgehilfen, also von Ärzten, Technikern, Krankenschwestern und sonstigen Hilfspersonen, einzustehen, gem. § 278 BGB, als auch für eigenes Verschulden, beispielsweise in Form des sog. "Organisationsverschuldens"<sup>11</sup>.

Inwieweit daneben die behandelnden Ärzte zur Verantwortung zu ziehen sind, richtet sich nach der Ausgestaltung des Behandlungsvertrages. Nur bei sogenannten gespaltenen Krankenhausaufnahmeverträgen kann daneben aus vertraglicher Haftung auch

der behandelnde Arzt in Anspruch genommen werden; ebenso dann, wenn über die ärztliche Leistung ein Arztzusatzvertrag abgeschlossen wurde<sup>12</sup>.

Außerhalb dieses Anwendungsbereiches ist ein direkter Durchgriff auf vertraglicher Haftungsebene auf behandelnde Ärzte oder Techniker als Erfüllungsgehilfen nicht möglich, da nach § 278 BGB der Schuldner, also der Vertragspartner "Krankenhaus", allein haftet<sup>13</sup>.

Der Hersteller haftet vertraglich auch dem Käufer, d.h. dem Betreiber, und ist gegebenenfalls diesem zum Ausgleich verpflichtet, wenn dieser vom Patienten aufgrund eines Schadens in Anspruch genommen wird<sup>14</sup>.

## **(2). Deliktische Haftung**

Voraussetzung dafür, daß eine deliktische Haftung ausgelöst wird, ist ein schuldhaftes Handeln seitens des zum Schadensersatz Verpflichteten. Das Verschulden kann darin bestehen, daß ein vorsätzliches oder fahrlässiges Verhalten im Hinblick auf den schädigenden Erfolg vorliegt. Der Vorsatz definiert sich als das bewußte und willentliche Herbeiführen eines Tatbestandserfolges; wobei auch die Billigung eines nur für möglich gehaltenen Schadenseintritts ausreicht.

Eine Legaldefinition des Fahrlässigkeitsbegriffes ist in § 276 Abs.2 BGB enthalten, wo es heißt, daß fahrlässig handelt, wer die im Verkehr erforderliche Sorgfalt außer acht läßt. Dabei sind zwei große Bereiche zu unterscheiden: einmal die grobe Fahrlässigkeit und zum anderen die einfache Fahrlässigkeit. Grobe Fahrlässigkeit liegt vor, wenn die im Verkehr erforderliche Sorgfalt in besonders hohem Maße verletzt ist<sup>15</sup>. Dies wird von der Rechtsprechung bejaht, wenn schon einfachste, ganz naheliegende Überlegungen nicht angestellt werden und das nicht beachtet wird, was im konkreten Fall jedem einleuchten mußte<sup>16</sup>.

Der Haftungstatbestand des § 823 BGB enthält zwei verschiedene Haftungstatbestände, die auch kumulativ vorliegen können: In Abs.1 dieser Norm wird die vorsätzliche oder fahrlässige Verletzung absoluter Rechtsgüter, wie Leben, Körper, Gesundheit, Eigentum etc. mit einer Haftung belegt; in Abs. 2 dagegen der Verstoß gegen ein den Schutz eines anderen bezweckendes Gesetz, wie beispielsweise die MedGV..

Im Fall der Verletzung der körperlichen Integrität gewährt § 847 BGB dem Geschädigten auch noch einen Anspruch auf Schmerzensgeld.

Anders als bei der vertraglichen Haftung kommt im deliktischen Bereich als Verpflichteter jeder in Betracht, der den Schaden adäquat kausal herbeigeführt - also gebotene Maßnahmen unterlassen hat und den Entlastungsbeweis nicht führen kann. Neben der Institution können also noch Ärzte, Techniker und anderes organisatorisch

oder faktisch mit der Überwachung und Anwendung medizinisch-technischer Geräte betrautes Personal haftbar sein. Der Geschäftsherr, also im Regelfall die Klinik, muß sich das vermutete Verschulden ihrer Hilfspersonen über § 831 BGB zurechnen lassen, hat jedoch die Möglichkeit der Exkulpation, d.h. sie kann dartun, daß die erforderliche Sorgfalt eingehalten wurde oder der Schaden auch bei Erfüllung der gebotenen Sorgfalt eingetreten wäre. Gelingt dieser Entlastungsbeweis, so kommt eine Haftung des Betreibers nicht in Betracht.

Die Verrichtungsgehilfen selbst haften gem. § 823 BGB für den von ihnen schuldhaft herbeigeführten Schaden.

Im Außenverhältnis haften sie zusammen mit dem Geschäftsherrn dem Geschädigten als Gesamtschuldner, § 840 Abs.1 BGB. Doch ist im Verhältnis in der Hierarchie der "vertikalen Schädiger" zueinander gem. § 840 Abs.2 BGB die Hilfsperson allein zum Ersatz des Schadens verpflichtet. Etwas anderes gilt, wenn der nachgeordnete - nicht beamtete - Arzt oder Techniker einen Freistellungsanspruch nach den Grundsätzen der gefahrgeneigten Arbeit hat; dann kann - Voraussetzung hinsichtlich der Verschuldensform ist, daß lediglich leichteste Fahrlässigkeit vorliegt - unter Umständen eine Haftung der Hilfsperson entfallen.

Eine Besonderheit in diesem Haftungssystem besteht im Hinblick auf Chefärzte. Aufgrund ihrer Weisungsfreiheit gelten sie rechtlich als verfassungsmäßig berufene Vertreter, für deren Verschulden das Krankenhaus gem. §§ 31, 89 BGB ohne die Möglichkeit der Exkulpation einzustehen hat. Anders gestaltet sich die haftungsrechtliche Situation dann, wenn der Chefarzt aufgrund eigenen Vertrages mit dem Patienten tätig wird. Zwar trifft auch ihn dann eine eigene deliktische Haftung, doch kann er - sofern er als beamteter Chefarzt agiert - das Verweisungsprivileg des § 839 Abs.1 S.2 BGB für sich in Anspruch nehmen und so die Haftung auf seinen Dienstherrn abwälzen<sup>17</sup>.

Für den Fall vorsätzlichen oder grob fahrlässigen Verhaltens hat der Betreiber einen Regreßanspruch gegen seine angestellten oder beamteten Mitarbeiter<sup>18</sup>.

Arbeitet ein medizin-technisches Gerät nicht fehlerfrei und ist dieses auf einen Konstruktionsfehler zurückzuführen, so können sowohl der geschädigte Patient als auch der bereits in Anspruch genommene Arzt gegen den Hersteller nach den Grundsätzen der Produzentenhaftung vorgehen<sup>19</sup>. Danach haftet der Hersteller eines medizinischen Gerätes bei nachgewiesener Fehlerhaftigkeit aus vermutetem Verschulden.

### (3). Beweislast

Grundsätzlich hat derjenige, der sich auf das Vorliegen eines Schadensersatzanspruchs beruft, die Voraussetzungen der Norm einschließlich des Verschuldensvorwurfes zu beweisen. Für den Bereich der Haftung für Maschinenversagen wird bezüglich des Nachweises des Verschuldens mit einer Umkehr der Beweislast sowohl bei vertraglichen als auch bei deliktischen Ansprüchen gearbeitet, entsprechend den

§§ 282 bzw 831 BGB. Dies gilt sowohl für den Fall nachgewiesenen Maschinenversagens als auch feststehender Bedienungsfehler.

### **bb. Strafrechtliche Haftung**

Neben der bereits erwähnten strafrechtlichen Haftung nach § 21 MedGV kommt noch eine Strafbarkeit nach allgemeinem Strafrecht, also dem Strafgesetzbuch in Betracht.

Denkbar ist sowohl die Erfüllung des Tatbestandes der fahrlässigen ( § 230 StGB) oder bedingt vorsätzlichen Körperverletzung ( § 223 StGB) als auch fahrlässiger ( § 222 StGB) oder vorsätzlicher Tötung ( § 212 StGB). Als Vorsatzdelikte kommen ferner noch die schwere Körperverletzung, gem. § 224 StGB, sowie die Körperverletzung mit Todesfolge, § 226 StGB, in Betracht. Die Anführung der Vorsatzdelikte mag in diesem Zusammenhang befremden; doch handelt auch derjenige vorsätzlich, dem es zwar nicht auf die Realisierung des Tatbestandserfolges ankommt, der jedoch die Möglichkeit beispielsweise des Geräteversagens im konkreten Fall erkennt, wenn auch unwahrscheinlich hält, und sich mit einem eventuellen Eintritt des Erfolges abfindet, sog. bedingter Vorsatz.

Der Fahrlässigkeitsbegriff des Strafrechts ist nicht derselbe wie der des Zivilrechts. Im Gegensatz zur objektiven Begriffsdefinition im Zivilrecht, bestimmt sich der Fahrlässigkeitsmaßstab im Strafrecht danach, ob die konkret handelnde Person nach ihren Eigenschaften und Fähigkeiten in der Lage war, den Verletzungserfolg zu verhindern.

Im Unterschied zur der zivilrechtlichen Haftung und Verantwortlichkeit, ist strafrechtlich jeder nach Maßgabe seiner persönlichen Schuld zur Verantwortung zu ziehen, ohne daß die Möglichkeit bestünde, kraft vertraglicher Vereinbarung Verantwortlichkeiten festzulegen, abzuwälzen oder zu übernehmen.

### **4. Bedeutung der Versicherungen**

Mögliche Schadensersatzverpflichtungen, sei es, daß sie auf vertraglicher oder auf deliktischer Grundlage beruhen, können durch eine Berufshaftpflichtversicherung abgedeckt werden. Das Haftungsrisiko beamteter oder angestellter Krankenhausärzte ist regelmäßig zusammen mit dem Haftungsrisiko des Krankenhausträgers durch dessen Haftpflichtversicherung abgedeckt<sup>20</sup>. Umschlossen wird davon auch etwaiges Fehlverhalten nichtärztlicher Mitarbeiter des Krankenhauses einschließlich deren persönlicher Haftung. Keine Haftpflichtversicherungsschutzverträge bestehen i.d.R. für staatliche Kliniken, insbesondere Universitätskliniken<sup>21</sup>.

Ärzte, Techniker und andere Mitarbeiter, die an staatlichen Kliniken beschäftigt sind, haben zur Deckung ihres Haftpflichtrisikos eine eigene Versicherung abzuschließen<sup>22</sup>.

Dr. Angelika Schmidt  
Gärtnerweg 5  
3000 Hannover 72

- 1 H. P. Weber, De Bedeutung der neuen Medizingeräteverordnung für Ärzte und Krankenhaus, MedR 1986, S.66,70.
- 2 S. Bleyer, Medizinisch-technische Zwischenfälle in Krankenhäusern und ihre Verhinderung, Hannover 1992, S.39. Dort findet sich auch eine Aufzählung der Regelwerke, die für die Sicherheit elektrischer bzw elektronischer Steuerungssysteme grundlegende Bedeutung haben.
- 3 Zu den einzelnen Risikoberechnungsmethoden, vgl.: Radandt/Grass/Grünwald, Symposium Heft 10, Sicherheitstechnik an Maschinen, August 1982, S.29ff.
- 4 Ausführlich dazu Radandt/Grass/Grünwald, a.a.O., S.11ff.
- 5 Vgl. dazu S. Bleyer, a.a.O..
- 6 Paragraphenangaben ohne Bezeichnung eines Gesetzestextes sind solche der MedGV.
- 7 B. Hahn, Die neue Verordnung über die Sicherheit medizinisch-technischer Geräte, NJW 1986, S.752,754.
- 8 M. Hartl, Die neue Medizingeräteverordnung, VersR 1986, S.1050,1051.
- 9 Weber, a.a.O., S.67.
- 10 R. Kramer/ G. Zerlett, Die Sicherheit medizinisch-technischer Geräte, Köln 1986, S.167.
- 11 R. Kramer/ G. Zerlett, a.a.O., S.46; zum Ganzen: H.-D. Lippert, Das Organisationsverschulden in Hochschulklinika - zivilrechtliche Aspekte, NJW 1984, S.2606.
- 12 D. Giesen, Arzthaftungsrecht im Umbruch (I) - Der ärztliche Behandlungsfehler in der Rechtsprechung seit 1974 - , JZ 1982, S.345.
- 13 Allgemein: Palandt (Heinrichs), Bürgerliches Gesetzbuch, 51. Auflage, München 1992, § 278, Rn.37.
- 14 M. Hartl, a.a.O., S.1054.
- 15 Palandt (Heinrichs), a.a.O., § 277, Rn.2.
- 16 Vgl. nur BGH NJW 1980, S.886,888.
- 17 E. Deutsch, Arztrecht und Arzneimittelrecht, 2. Auflage, Berlin u.a. 1991, S.112.
- 18 E. Deutsch, a.a.O., S.117.
- 19 Zu diesen Grundsätzen gerade im Zusammenhang mit medizinischen Geräten: E. Deutsch, a.a.O., S.121f.
- 20 H. Narr, Ärztliches Berufsrecht, Bd.2, 2. Auflage, Köln, Stand September 1989, S. 564.1
- 21 H.-J. Rieger, Lexikon des Arztrechts, Berlin u.a. 1984, S.186.
- 22 ebd.

## Gestaltung von Serviceverträgen in der Betriebstechnik

### 1. Einführung

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich schwerpunktmäßig auf die Behandlung von sogenannten Serviceverträgen in der Betriebstechnik, wobei der Bereich der Haus- und Versorgungstechnik unter Außerachtlassung des Bereiches der Aufzugtechnik vorrangig zu behandeln ist.

Von der Sprache her gesehen muß man feststellen, daß im Bereich der Haus- und Versorgungstechnik mit unterschiedlichen Begriffen oftmals ein und dasselbe gemeint wird - andererseits ist aber auch gerade bei Wartungsverträgen festzustellen, daß in den jeweils von den Auftragnehmern aufgestellten Wartungsverträgen die verschiedensten Aufgabenstellungen der Wartung erfaßt und gemeint sind. Es ist daher zunächst notwendig, eine Begriffsbestimmung vorzunehmen.

Kleinere und mittlere Betriebe pflegen in ihren sogenannten Wartungsverträgen in etwa das zu umreißen, was von größeren Betrieben der Haus- und Versorgungstechnik als Serviceleistung bezeichnet wird.

Das Baurecht selbst kennt den Begriff Wartung oder Service in diesem Sinne nicht.

#### A

Das Werkvertragsrecht des BGB in den §§ 631 bis 651 befaßt sich aufgrund seiner Entstehung vor 1900 vorrangig mit Leistungen, die nicht als Bauleistungen zu bezeichnen sind (Herstellung von Gegenständen des täglichen Lebens wie Küchengegenstände, Einrichtungsgegenstände, Tische, Stühle, Anzüge und dergleichen).

Nur in zwei Paragraphen des Werkvertragsrechts des BGB, nämlich in § 638 und § 648, wird das Bauwerk erwähnt.

#### B

Auch die VOB (Verdingungsordnung für Bauleistungen), die in den Jahren 1921 bis 1926 vom Reichsverdingungsausschuß erstellt worden ist und in ihren Grundzügen bis heute Geltung hat, kennt den Begriff der Wartung nicht.

Lediglich im Teil C der VOB wird in den einschlägigen Normen für die Haus- und Versorgungstechnik, nämlich in der DIN 18379 unter 0.2.19, in der DIN 18380 unter 0.2.23 und in der DIN 18381 unter 0.2.24, der Wartungsvertrag mit der Formulierung angesprochen, daß in ein Leistungsverzeichnis mit aufzunehmen ist, "ob ein Wartungsvertrag mit angeboten werden soll".

C

Daher ist mangels gesetzlicher oder auch aus der VOB sich ergebender Begriffsbestimmungen auf Gepflogenheiten zurückzugreifen, die sich im Laufe der Jahre in gewissen Bereichen ergeben haben.

So hat der AMEV - Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen - 1986 in den Hinweisen für den Betrieb von Anlagen zur Beheizung und Wassererwärmung in öffentlichen Gebäuden (Heizbetrieb 86) unter dem Oberbegriff 'Instandhaltung' definiert, daß die Instandhaltung Wartung, Inspektion und Instandsetzung umfasse.

Aber schon in der Erläuterung zu Ziffer 4 dieser Hinweise 'Heizbetrieb 86' beginnt die unerfreuliche Verwischung der Begriffe, als hierin ausgeführt wird: "Umfang und Ausführungsfristen für Wartung und Inspektion können im Rahmen der Leistungskataloge zu den Vertragsmustern (AMEV - Broschüre "Wartung 85") festgelegt werden.

Betrachtet man die hiermit angesprochene "Wartung 85" mit dem Titel "Vertragsmuster für Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden - Wartung 85 -", so geht das sprachliche Durcheinander schon damit los, daß in Ziffer 2.2 die Verpflichtung für den Auftragnehmer statuiert wird, "im Zusammenhang mit der Wartung diejenigen Instandsetzungsarbeiten auszuführen, die zur Wiederherstellung des Sollzustandes unerlässlich sind, ....." und dann in Ziffer 2.3 zu den vorstehend unter Ziffer 2.2 genannten Instandsetzungsarbeiten ausgeführt wird: "Andere Instandsetzungsarbeiten hat der Auftragnehmer auf Anforderung in angemessener Frist auszuführen.....".

Diese sprachliche Wirrnis wird deswegen nochmals in Erinnerung gerufen, um zu zeigen, wie wenig bislang die Abgrenzung Wartung, Inspektion und Instandsetzung beachtet wurde. Auf diese sprachliche Ungenauigkeit muß hingewiesen werden, wenn auch in den Hinweisen "Heizbetrieb 86" dann zur Instandhaltung unter Ziffer 4 in den Ziffern 4.1 - Wartung -, 4.2 - Inspektion - und 4.3 - Instandsetzung - wieder versucht wurde, eine sprachliche und gedankliche Auseinanderhaltung dieser Begriffe 'Wartung, Inspektion und Instandsetzung' vorzunehmen.

Schließlich sei auch noch auf das Vergabehandbuch zu § 10 der VOB/A in Ziffer 5.8 hinzuweisen, wo wiederum definiert wird: "Die Inspektion, Wartung und kleine Instandsetzung (Instandhaltung) dem Auftragnehmer übertragen .. ....", womit wiederum nicht für die notwendige Abgrenzung und Klarheit gesorgt wird.

## 2. Festlegung der Begriffe

Es ist daher empfehlenswert, der Begriffsbestimmung zu folgen, wie sie nunmehr der AMEV in seiner "Instandhaltung 90" mit der Begriffsfestlegung "Vertragsmuster für Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung) von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden" vorgenommen hat.

Die gleiche sprachliche Einteilung hat auch der BHKS (Bundesindustrieverband Heizung Klima Sanitär e.V.), der Bundesverband der Verbände der Haus- und Versorgungstechnik - Heizungs-, Klima- und Sanitärtechnik -, mit seinem Mustervertrag von 1991 in dem Werk "Rechtliche Hinweise für die betriebliche Praxis" (RHP) mit der gleichen Begriffsbestimmung "Muster für 'Vertrag für die Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten für Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Sanitär- und andere Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung'" vorgenommen.

Man kann demnach davon ausgehen, daß für die Serviceleistungen oder auch für die oftmals angebotenen Wartungsverträge (hier nicht technisch gebraucht) der Oberbegriff 'Instandhaltung' gebräuchlich geworden ist und als Begriffsbestimmung zu gebrauchen ist in Abgrenzung von dem in seinem Inhalt oftmals nicht klaren Wartungsvertrag, der sowohl Instandhaltung als auch die Wartung im engeren Sinne bedeuten kann.

Ich folge dem Vertragsmuster für Instandhaltung des AMEV, das in seinem Oberbegriff festlegt, daß die Leistung des Auftragnehmers nach Art und Umfang sämtliche Maßnahmen umfaßt, die im Rahmen der Instandhaltung für einen sicheren, funktionstüchtigen und wirtschaftlichen Betrieb der Anlage(n) erforderlich sind.

Demnach umfaßt die Wartung die regelmäßigen Maßnahmen zur Erhaltung des einwandfreien Zustandes und der Funktion der Anlage(n) nach einer Arbeitsanweisung des Auftragnehmers einschließlich Beseitigen von betriebsbedingten Verunreinigungen.

Nach diesem AMEV-Instandhaltungsvertrag umfaßt die Inspektion das regelmäßige Überprüfen der Anlage(n) auf einwandfreien Zustand und richtige Funktion einschließlich der regelmäßigen Prüfungen auf Unfall- und Betriebssicherheit (z. B. DIN, VDE, UVV) nach einer Arbeitsanweisung des Auftragnehmers.

Ferner umfaßt die Instandsetzung das Beseitigen von Störungen und Mängeln; das Liefern aller erforderlichen Ersatzteile und das Erneuern oder Ausbessern aller abgenutzten oder schadhaften Anlagenteile.

Die Ausfüllung der Leistungen für Wartung, Inspektion und Instandsetzung ist mit dieser Festlegung keineswegs klar, da selbst schon nach dem AMEV-Instandhaltungsvertrag die Wartung und die Inspektion "nach einer Arbeitsanweisung des Auftragnehmers" zu erfolgen hat und somit schon offensichtlich wird, daß damit Inhalt, Art und Umfang von Wartung und Inspektion noch nicht einmal nach dieser Begriffsbestimmung festgelegt sind, sondern erst noch ihre Konkretisierung "nach einer Arbeitsanweisung des Auftragnehmers" erfahren.

Auch bleibt unklar, was der Leistungsinhalt für Instandsetzung sein soll, wenn das Liefern aller erforderlichen Ersatzteile sowie das Erneuern oder Ausbessern aller abgenutzten oder schadhaften Anlagenteile Gegenstand des Instandhaltungsvertrages sein soll.

Bei den Beratungen über diesen AMEV-Vertrag für Instandhaltung im Bundesbauministerium Mitte der 80er Jahre war diese Frage der Kosten einer Instandsetzung mit der Lieferung aller erforderlichen Ersatzteile ein sehr strittiger Punkt, der mit der Regelung in Ziffer 5 dieses AMEV-Vertrages (Vergütung) in 5.1.1 auch keine kostenmäßige Klarheit gebracht hat, als bestimmt wird, daß mit der Pauschale die Leistungen der Instandhaltung mit Wartung, Inspektion und Instandsetzung abgegolten sind.

Noch unklarer wird die Kostensituation dadurch, daß in der Regelung der Vergütung in 5.1.1 des AMEV-Vertrages Instandhaltung auch eine weitere Leistung des Auftragnehmers in Ziffer 2.2 abgegolten sein soll, die als Leistung des Auftragnehmers im einzelnen bestimmt: Die Vorbereitung und Unterstützung der gesetzlich vorgeschriebenen Prüfungen durch anerkannte Sachverständige, die Durchführung der Bescheinigung von gesetzlich vorgeschriebenen Prüfungen durch Sachkunde des Auftragnehmers sowie das Führen eines Instandhaltungsbuches nach Ziffer 4.3.

Daß in dem AMEV-Vertrag Instandhaltung für Wartung, Inspektion und Instandsetzung mit dem Offenlassen weiterer Vereinbarungen die mögliche Klarstellung des Leistungsumfanges geschaffen werden kann, ist sicherlich die eine Möglichkeit. Dieses schließt jedoch nicht aus, daß in sich gesehen die Leistungen für Wartung, Inspektion und Instandsetzung aus dem Wortlaut des AMEV-Vertrages nicht die notwendige Klarheit erfahren haben und darüber hinaus die auch in Ziffer 5 (Vergütung) vorgesehene Regelung nicht dazu dienen kann, für eine nicht ganz klare Leistung von Wartung, Inspektion und Instandsetzung sowie weitere Leistungen wie z. B. Ziffer 2.2 des AMEV-Vertrages eine Pauschalsumme vorzusehen, die alle Risiken in sich birgt.

Besser scheint mir der vorgenannte BHKS-Mustervertrag für die Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten für Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Sanitär- und andere Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung zu sein, wenn darin in § 1 bestimmt wird, daß Gegenstand des Vertrages sind: Inspektion, Wartung, kleine Instandsetzungsarbeiten und Stördienst und dann im § 2 der Leistungsumfang als Basis für diesen Mustervertrag der Instandhaltung wie folgt bestimmt wird: "Der Auftragnehmer verpflichtet sich, die in dem beigelegten Leistungskatalog aufgeführten Arbeiten durchzuführen. Der Leistungskatalog ist Bestandteil dieses Vertrages. Die Arbeiten dienen der Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft und Sicherheit der Anlage".

Hilfreich könnte die DIN 31051 (Instandhaltung - Begriffe und Maßnahmen -) sein, die eine über den AMEV-Instandhaltungsvertrag hinausgehende Begriffsbestimmung für die Instandhaltung und die dazugehörigen Leistungen Wartung, Inspektion und Instandsetzung enthält.

Aber wenn wir uns auf das Gebiet der Normung begeben, dann kommen sofort wieder weitere Gesichtspunkte zum Vorschein, die nicht unbeachtet bleiben können. So hat z. B. der VDMA in seinen Einheitsblättern VDMA 24176 die Inspektion lufttechnischer Anlagen aufgenommen und in dem VDMA-Einheitsblatt 24186 das Leistungsprogramm für die Wartung von lufttechnischen und anderen technischen Ausrüstungen in Gebäuden beschrieben.

So gibt es dann weitere Vorschriften wie z. B. die DIN 4755 Abschn. 11 für Wartung und Dichtheitskontrollen der Heizöllagerbehälter, wie die einschlägigen Vorschriften in etwa im § 53 Abs. 2 der Arbeitsstättenverordnung (regelmäßige Wartung der lufttechnischen Anlagen mindestens alle zwei Jahre) sowie die Verzeichnisse - Anlagen zu VDI-Richtlinie 3810 (Juni 1982) für Öl- und Gasfeuerungsanlagen -.

### 3. Vollwartungsvertrag

Diese Verträge und Richtlinien für Instandhaltung mit Wartung, Inspektion und Instandsetzung sind zu trennen von dem sogenannten Full-Service-Vertrag oder Vollwartungsverträgen, die nicht Gegenstand der Diskussion für die hier vorliegende Erörterung sein sollen.

### 4. Haftung

Ein immer wiederkehrendes Thema der landläufigen sogenannten Wartungsverträge oder auch hier des behandelten AMEV-Vertrages Instandhaltung ist die Frage der Haftung.

Im AMEV-Instandhaltungsvertrag wird unter Ziffer 6 klar und deutlich bestimmt, daß die im Zusammenhang mit der Instandhaltung verursachten Schäden an den Anlagen der Auftragnehmer zu beseitigen hat, wenn ihn oder seine Erfüllungsgehilfen Verschulden trifft.

Darüber hinausgehende Schäden hat der Auftragnehmer bei Vorsatz und grober Fahrlässigkeit in vollem Umfang zu ersetzen. Bei leichter Fahrlässigkeit ist die Schadensersatzpflicht beschränkt auf diejenigen Schäden, die nicht Schäden durch Betriebsunterbrechung oder entgangenen Gewinn sind und begrenzt auf die nachfolgend genannten Haftungshöchstbeträge der Haftpflichtversicherung.

Wie unsicher die Verfasser dieses AMEV-Mustervertrages für Instandhaltung bei der seinerzeitigen Beratung und Verabschiedung zur Rechtslage der Haftung waren, zeigt die wörtlich in den Mustervertrag auf Seite 16 unter Ziffer 6.1 in Grautönung aufgenommene Verweisung auf die Rechtsprechung, wonach der Auftraggeber nachzuweisen habe, daß der Auftragnehmer den Schaden verursacht hat und der Auftragnehmer nicht hafte, wenn er nachweist, daß er den Schaden nicht schuldhaft herbeigeführt habe.

Diese in langer Diskussion dann formulierte Regelung zeigt die doch bestehende Hilflosigkeit in der Behandlung solcher Verträge, weil erst in der Diskussion zu der Verfassung dieses AMEV-Vertrages der Hinweis auf die vorliegende BGH-Rechtsprechung die verantwortliche Verfasserin veranlaßte, diesen an sich für jeden Baurechtler verständlichen und bekannten Hinweis als notwendige Klarstellung aufzunehmen.

Ob diese Formulierung im AMEV-Vertrag und eine ähnliche, aber sprachlich anders gefaßte Haftungsregelung im § 7 des BHKS-Mustervertrages für Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten für Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Sanitär- und andere Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung im Streitfall Bestand haben wird, muß dahingestellt bleiben, da es durchaus möglich sein kann - da es sich hier um allgemeine Geschäftsbedingungen handelt -, daß die bestehende baurechtliche AGB-Rechtsprechung angewandt werden könnte und es daher zu einer Überprüfung dieser in diesen Geschäftsbedingungen festgehaltenen Haftungsregelung kommt.

Da nach meiner Kenntnis über diese Rechtsfragen bisher keine gerichtlichen Entscheidungen vorliegen, muß diese Frage der Gewährleistung und Haftung hinsichtlich ihres rechtlichen Bestandes offenbleiben.

## 5. Schäden bei Gelegenheit

Soweit ersichtlich, wird in den vorliegenden Instandhaltungs- oder auch Wartungsverträgen ein Problem, das sich, soweit erkennbar, am häufigsten im Rahmen der Behandlung von Rechtsfällen aus Wartungs-Service oder insbesondere Instandhaltungsverträgen ergeben hat, nicht behandelt, nämlich die Schadensanrichtung bei Gelegenheit der Ausführung von Wartungs- oder Instandhaltungsverträgen.

Grundsätzlich hat, wie unter Ziffer 4 vorgesehen ist, der Auftragnehmer die Haftung für eigenes Verschulden bei seiner vertraglichen Leistungserfüllung, und nach § 278 für seinen Erfüllungsgehilfen einzustehen.

Nicht jedoch wird in den Verträgen, und das ist erstaunlich, der Fall behandelt, daß bei Gelegenheit der Ausführung von Instandhaltungsverträgen (Wartungsverträgen) auf Bitten eines Hausmeisters, eines Wohnungseigentümers oder Dritter eine Arbeit, die nicht Gegenstand des Auftrages oder des Vertrages gewesen ist, ausgeführt wird, die dann zu einem Schaden führt.

Dieses Handeln und das daraus sich ergebende schädigende Ereignis aufgrund Tätigkeit bei Gelegenheit ohne ausdrückliche Beauftragung, sondern nur im Rahmen einer Art Gefälligkeit, kann nur unter dem Gesichtspunkt des § 277 BGB (Sorgfalt in eigenen Angelegenheiten) mit einer Haftung nur für grobe Fahrlässigkeit und Vorsatz gesehen werden.

Erstaunlicherweise sind aus diesem Bereich rechtliche Auseinandersetzungen bekannt, die allerdings nicht in einem urteilsmäßigen Abschluß, sondern im Wege des Vergleiches ihre Erledigung gefunden haben.

## 6. Schlußbetrachtung

Als Ergebnis vorstehender Überlegungen muß festgestellt werden:

A

Wie man auch die jeweiligen Verträge sieht und bezeichnet, entweder normal als Wartungsvertrag, als Servicevertrag oder im Sinne des AMEV als Instandhaltung mit Wartung, Inspektion und Instandsetzung mit allerdings noch weiteren Leistungen, die sich aus Ziffer 2.2 des AMEV-Vertrages für Instandhaltung ergeben, sie sind immer von ihrer Aufgabenstellung her noch unbestimmt, unklar und gerade mit dem Offenhalten für weitere Ausfüllung des Leistungsumfanges des Auftragnehmers nicht geeignet, Art, Weise und Umfang der Instandhaltung bzw. eines normalen Wartungsvertrages genau anzugeben.

B

Es ist daher doch empfehlenswert, sich an den ebenfalls vorgestellten 'Mustervertrag für Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten für Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Sanitär- und andere Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung' des BHKS zu halten, der nicht formularmäßig einen Leistungsumfang darstellt, sondern in seinem § 2 die Verpflichtung für den Auftragnehmer begründet, "die in dem beigefügten Leistungskatalog aufgeführten Arbeiten durchzuführen".

Damit kommen wir von dem schematisierten AMEV-Vertrag zu einem konkretisierten Instandhaltungsvertrag, der jeweils konkret in Aufzählung und Einzeldarstellung den Leistungsumfang, den der Auftragnehmer zu erfüllen hat, darstellt.

C

Was die Haftungsseite anbelangt, so muß mangels vorliegender Rechtsprechung mit Vorsicht die Haftung aus dem AMEV-Vertrag und auch aus dem BHKS-Vertrag (hier § 7 - Gewährleistung/Haftung) gesehen werden. Wie die Erfahrung zeigt, wird erst die Rechtsprechung Unklarheiten feststellen und Mängel in haftungsmäßigen Regelungen gerade in AGB-Verträgen aufzeigen und daraus erst die Möglichkeit herzuleiten sein, im Einklang mit der Rechtsprechung Regelungen zu verfassen, die Bestand haben werden.

Es ist u.U. die Frage zu stellen, die sich bei allen Baurechtsverträgen ergibt, nämlich, ob es ratsam ist, zur Haftung und Gewährleistung umfangreiche Regelungen einzelvertraglich oder in AGB's zu vereinbaren und vorzusehen, wenn schon durch Rechtsprechung und Kommentierung die Gewährleistungsregelung des § 633 Abs. 1 BGB und in gleichartiger Auslegung die entsprechende Regelung des § 13 Nr. 1 VOB/B im Grunde feststeht und keiner weiteren und insbesondere überraschenden Auslegung mehr zugänglich ist.

**DR. JUR. ROLF HINTZE**

Rechtsanwalt

Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Industrieverbandes  
Haus- und Versorgungstechnik Niedersachsen und Bremen e.V.

Geschäftsführer des Instituts für  
Haus- und Versorgungstechnik GmbH

3000 Hannover 81 · Brandestraße 17 · Fernruf (05 11) 83 45 57

## Gestaltung von Serviceverträgen in der Medizintechnik W. Warnck, Hamburg

---

### Entscheidung für eine effektive, wirtschaftliche Service-Betreuung

Für einen Hersteller hochwertiger, komplexer, medizintechnischer Systeme ist Service mehr als nur die regelmäßige, geplante Systemüberprüfung oder die Beseitigung von Systemstörungen.

Service ist die umfassende, systemgerechte Betreuung der Einrichtungen von der Inbetriebnahme bis zur Demontage oder Verschrottung. Ziel dabei ist es unter anderem, die Nutzungsqualität der Systeme für den Anwender über einen langen Zeitraum so hoch wie möglich zu halten.

Die medizintechnischen Systeme und die Kundenerwartungen haben sich in den letzten Jahren erheblich verändert.

Wer in diesem technisch und vom Kundenverhalten geänderten Markt wettbewerbsfähig bleiben will, muß sich mit seinem Dienstleistungsangebot an die neuen Entwicklungen anpassen.

Doch bevor darauf eingegangen werden soll, wie dieses unserer Meinung nach geschehen sollte, muß eines noch einmal ganz deutlich unterstrichen werden:

**Nach Kauf und Inbetriebnahme liegt die Entscheidung, welche Betreuungsart zum Tragen kommen soll, allein beim Betreiber des Systems.**

Die Aufgabe eines seriösen Herstellers liegt lediglich in einer guten Beratung des Betreibers, welches Betreuungskonzept für die speziellen Belange des Betreibers am geeignetsten erscheint.

Es gibt grundsätzlich drei verschiedene Möglichkeiten, derer sich der Betreiber bedienen kann:

- Abstützung auf den Herstellerservice
- Auf- oder Ausbau von Eigenservice
- Betreuung durch einen Fremdservice.

Welche Serviceform die beste Voraussetzung dafür bietet, eine langfristige, nutzungsgerechte Betreuung des Systems sicherzustellen, hängt von vielen Einflußfaktoren ab:

Dabei ist es nur natürlich, daß die Hersteller die Meinung vertreten, daß Sie selbst häufig am besten eine optimale Betreuung gewährleisten können.

Unter bestimmten Bedingungen kann eine Kombination aus Hersteller- und Eigenservice die wirtschaftlichste Lösung sein.

Wohingegen aus Herstellersicht ein Fremdservice nur in wenigen Ausnahmefällen langfristig zu einer sinnvollen Systembetreuung führen kann.

Diese Aussage klingt so, als wollten wir als Hersteller uns nur die alte "Abhängigkeit" des Betreibers erhalten. Natürlich haben wir ein Interesse daran, am Servicemarkt entsprechend teilzuhaben, das soll gar nicht geleugnet werden. Allerdings gibt es auch eine Reihe gewichtiger, objektiver Gründe, die unseren Standpunkt unterstreichen.

Wer die Produktentwicklung in den letzten Jahren aufmerksam verfolgt hat, wird folgenden Feststellungen zustimmen:

- Die Systeme sind zunehmend komplexer geworden. Durch Integration der Mikroelektronik werden Anwenderwünsche nicht mehr nur durch kostenintensive HW, sondern in zunehmendem Maße durch flexible SW realisiert.
- SW ist selbst bei noch so intensivem Testaufwand nie ganz fehlerfrei, daher entsteht die Notwendigkeit von "Updates". Andererseits ermöglicht die SW auch durch "Upgrades" die Anpassung an neue, erweiterte Anwendungen, ohne die einmal gekaufte HW wesentlich zu verändern.
- Durch den Einsatz von umfangreichen SW-Programmen müssen bei der Systembetreuung andere Servicetools eingesetzt werden. Spezielle Test-SW, Dialog- und Expertensysteme werden eingesetzt. Selbst Fernservice ist keine Utopie mehr.

Bereits während der System-Entwicklung werden deshalb vom Hersteller die Weichen für eine schnelle, wirtschaftliche Service-Betreuung gestellt. Dabei gehört die Entwicklung geeigneter Servicetools genauso dazu wie die Erstellung spezieller Service-dokumentationen. Ferner sind eine umfangreiche Ersatzteilbevorratung sowie ausgiebige Schulungen des Servicepersonals ebenso Bestandteil der Vorbereitung wie der Einsatz moderner DV-Systeme zur Planung und Einsatzsteuerung des Servicepersonals sowie zur Überwachung der installierten Systeme.

Gute Gründe also, auch nach der Kaufentscheidung die Zusammenarbeit zwischen Betreiber und Hersteller partnerschaftlich erfolgreich fortzusetzen.

## **Differenzierte Vertragsarten sichern die gewünschte Betreuungsstufe ab**

Um den unterschiedlichen Anforderungen der Betreiber an die bildgebenden, komplexen Diagnostiksysteme bzw. Strahlentherapiegeräte gerecht werden zu können, haben wir im "PMS System-Service" fünf differenzierte Betreuungsstufen definiert:

- Initial - Paket
- Wartungs - Paket
- Service - Paket
- Service Plus - Paket
- Optionen.

Das Initial - Paket ergänzt die standardmäßigen Gewährleistungsverpflichtungen um zusätzliche wertvolle Leistungen von Anfang an. Es schließt geplante, kontinuierliche Wartungen ebenso ein wie regelmäßige Kontrollen zur Einhaltung der geltenden Sicherheitsbestimmungen und Nachschulungen des Bedienungspersonals.

Das Wartungs - Paket ist nach Ablauf der Gewährleistungszeit die notwendige Basis zur Erhaltung einer dauerhaften Betriebsqualität. Neben der Durchführung regelmäßiger Wartungs- und Kontrollarbeiten werden Hard- und Software-Updates durchgeführt. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Funktion des Systems laufend auf dem neuesten Stand der Technik gehalten wird. Eine Voraussetzung, um neue, erweiterte Anwendungen problemlos nachrüsten zu können.

Das Service - Paket bietet den richtigen Weg zur langfristigen, optimalen Systemnutzung. Zusätzlich zum Wartungspaket sind praktisch auch alle Reparatur- und Ersatzteilkosten abgedeckt. Nur spezielle Komponenten wie Vakuumartikel, Transducer und Magnete für MR-Systeme werden gesondert berechnet.

Über diesen Weg wird eine finanzielle Risikoabdeckung des Systembetriebes zu kalkulierbaren Bedingungen erreicht, verbunden mit dem Vorteil eines vereinfachten administrativen Aufwands. Außerdem liefert ein jährlicher Statusbericht dem Betreiber alle wichtigen Informationen über den Zustand seines Systems.

Das Service Plus - Paket umfaßt alle Vorteile des Servicepakets. Darüberhinaus wird auch der Ersatz kostenintensiver spezieller Komponenten wie Vakuumartikel, Transducer und MR-Magnete abgedeckt. Das bedeutet, der Betreiber kann die Systemkosten präzise planen und ist sicher vor finanziellen "Überraschungen".

Mit den Optionen bestimmt der Betreiber bis ins Detail die Kombination, die am besten auf seine Anforderungen und die betriebliche Situation zugeschnitten ist.

## **Optionen geben die Möglichkeit, individuell zu optimieren**

Optionen können nahezu mit jedem Betreuungspaket kombiniert werden und haben das Ziel, nur den Betreibern zusätzliche Leistungen für ihren Systembetrieb anzubieten, die auch wirklich davon Gebrauch machen können oder wollen.

Aus der Vielzahl möglicher Optionen sollen nur, einige beispielhaft angeführt werden:

### **- Nutzungsabhängige Vertragsvarianten**

Um dem unterschiedlichen Nutzungsgrad einzelner Systeme bei "verschiedenen Betreibern" gerecht werden zu können, sollte die Möglichkeit bestehen, den Betreuungsaufwand und damit die Kosten entsprechend anpassen zu können.

### **- Anwendergrundschulung für neue Mitarbeiter**

Bekanntermaßen stellen Bedienungsfehler einen nicht unerheblichen Anteil an scheinbaren Systemstörungen dar. Aus diesem Grunde ist die genaue Kenntnis der Systembedienung eine unabdingbare Voraussetzung für die bestimmungsgemäße Systemnutzung. Vom Hersteller sollten deshalb auch nach der Ersteinweisung weitere Schulungsmöglichkeiten, z.B. bei Personalwechsel, angeboten werden.

### **- Garantierte System-Verfügbarkeit**

Ein Thema, das von Betreibern in letzter Zeit immer häufiger ins Gespräch gebracht wird. Sicherlich richtig, denn das einzige, was wirklich zählt, ist die Verfügbarkeit über einen verabredeten Zeitraum. Dagegen stehen Fragen nach Reaktionszeit und Ersatzteillieferung zurück, weil sie nur Teilbereiche regeln. Andererseits ist die Definition einer System-Verfügbarkeit eine der schwierigsten Aufgaben, die es gibt. Wer hier nicht sehr gewissenhaft und eindeutig die Rahmenbedingungen festlegt und gegen das Machbare spiegelt, wird im Nachhinein mit Verärgerungen und Enttäuschungen leben müssen. Außerdem wird man auch akzeptieren müssen, daß Abweichungen vom marktüblichen Verhalten mit besonderen Vorkehrungen und damit häufig mit nicht unerheblichen zusätzlichen Kosten verbunden sind.

- **Erweiterte Service-Bereitschaft**

Auch dieses ein Kundenwunsch, der bei bestimmten Systemen immer häufiger geäußert wird. Auch hier ist eine saubere Definition und das richtige Augenmaß für das Machbare und Notwendige Grundvoraussetzung zur Vermeidung von Fehlentscheidungen. Zusätzlich muß bei der Realisierung derartiger Zusagen bedacht werden, daß Arbeitszeitregelungen laut Betriebsverfassungsgesetz der Mitbestimmung unterliegen und es ein allgemein bindendes Arbeitszeitgesetz zu beachten gilt.

- **Besondere Risikoversicherung**

Zur vollständigen Risikoabdeckung kann es in einigen Fällen sinnvoll sein, sich ergänzend zum Servicevertrag durch eine Zusatzversicherung auch gegen z.B. unsachgemäße Handhabung, Kurzschluß, Feuer, Wasser u.ä. zu versichern.

- **Kostenreduzierung durch Eigenservice**

Zu den Fällen, wo der Betreiber eigenes, qualifiziertes Servicepersonal zur Verfügung hat (Technisches Servicezentrum) kann eine individuell definierte Teilung der anfallenden Wartungs- und Reparaturarbeiten mit dem Hersteller zu einer besseren System-Verfügbarkeit und Verringerung der Gesamtbetreuungskosten führen.

- **Telefon-Serviceberatung**

Für Kunden, mit denen eine Aufgabenteilung durch Eigenservice verabredet ist, bieten wir einen Telefonservice mit Beratungsexperten an, so daß im Störfall eine telefonische Hilfe zur Fehlerbehebung bzw. eindeutigen Fehlereingrenzung zur Verfügung steht.

## **Durch gezielte Partnerschaft zur höheren Wirtschaftlichkeit**

Hersteller haben ein nicht uneigennütziges Interesse daran, daß verkaufte und inbetriebgenommene Systeme über einen möglichst langen Zeitraum eine gleichbleibende Qualität aufweisen und funktionsfähig bleiben.

Es gibt keine bessere Werbung als einen zufriedenen Kunden. Deshalb nehmen wir gern jede Hilfe auf, die uns diesem Ziel näher bringt.

Eine denkbare Möglichkeit auf diesem Wege ist die verabredete Nutzung von vorhandenem technischen Personal des Betreibers vor Ort. Dies allerdings nicht um jeden Preis, sondern es müssen im Einzelfall einvernehmlich Verabredungen für die Aufgabenteilung getroffen werden. So muß z.B. über folgende Punkte ausgiebig und unmißverständlich gesprochen werden:

- Qualifizierung durch entsprechende Ausbildung
- Sach- und fachgerechte Meßmittelausstattung
- Bevorratung mit einem festgelegten Ersatzteilset
- Verabredung der Schnittstelle, wie weit Eigenservice gemacht werden soll
- Ausfallkonzept für das System (Ausweichmöglichkeit)
- Unterstützung des Herstellerservice (2. Mann)
- Registrierung der durchgeführten Arbeiten in einem System-Logbuch (Produkthaftung).

Wenn alle diese Punkte in vertrauensvoller, partnerschaftlicher Zusammenarbeit geklärt sind, kann durch Eigenservice durchaus eine deutliche Reduzierung der externen Servicevertragskosten erreicht werden und gleichzeitig die System-Verfügbarkeit spürbar erhöht werden.

## **Zusammenfassung**

Serviceverträge eröffnen die Möglichkeit, die getätigte Investition und den wirtschaftlichen Systembetrieb durch eine gezielte Service-Betreuung über die gesamte Lebensdauer des Systems optimal abzusichern.

Zusätzlich geben sie die Gewähr, daß die Einhaltung geltender Sicherheitsvorschriften regelmäßig überwacht wird.

Serviceverträge sollten immer Individualverträge sein, die sich an den Anforderungen des Betreibers und den Möglichkeiten des Herstellers orientieren. Der Betreiber entscheidet letztlich, welche Vertragsvariante oder Option für ihn die beste ist. Ohne gegenseitiges Vertrauen und den festen Willen zu einer langfristigen, partnerschaftlichen Zusammenarbeit geht es dabei nicht.

W. Warnck, Dipl. Ing.  
Philips Medizin Systeme

## Facility Management im Krankenhaus

### Einleitung

Der Begriff des 'Facility Management' bedarf heute stets einer klaren Definition. Hier seien unter FM Betrieb und Bewirtschaftung von Objekten mit folgender Zielsetzung verstanden: *Nutzung und Betrieb* sollen *effizient, sicher* und damit *wirtschaftlich optimal* sein, während gleichzeitig *Wert und Funktionstüchtigkeit* des Objektes über eine *möglichst lange Zeit erhalten* bleiben.

Unter dem Begriff 'Objekt' sind im Krankenhaus die Gebäude mit ihren Räumen und den Haus- und Versorgungs-technischen Einrichtungen, die medizin-technischen Geräte und das Mobiliar, die Ueberwachungs- und Steuerungs-Einrichtungen sowie Dokumente zu den Objekten zusammengefasst.

Die FM-Aufgaben für den Betrieb und die Bewirtschaftung der Objekte können in folgenden Gruppen strukturiert werden: Planung der Einrichtung von Gebäuden und Räumen mit mobilen Objekten sowie ihre Nutzung durch organisatorische Einheiten, Instandhaltung und Reinigung, Ueberwachung des Betriebes, Optimierung von Leistung und Verbrauch, Budgetierung und Abrechnung und zuletzt die Verwaltung, Dokumentation und Darstellung der Objekt-Daten.

Die zur Verfügung stehenden Mittel, um die oben genannten Ziele zu erreichen, liegen hauptsächlich in der betrieblichen Organisation und den Werkzeugen, mit denen die FM-Aufgaben abgewickelt werden können.

### Facility Management als konzeptionelle Hülle für die Instandhaltung

Die Instandhaltung ist eine der Hauptaufgaben des FM. Sie unterstützt wichtige Zielsetzungen wie den sicheren Betrieb, eine maximale Verfügbarkeit der Objekte für den Benützer und den Erhalt von Wert und Funktionstüchtigkeit über eine möglichst lange Lebensdauer. Eine gut organisierte Planung, Steuerung und Kontrolle der Instandhaltung ermöglicht ihre effiziente Abwicklung (durch eigene oder Mitarbeiter von Dritt-Firmen) und die Minimierung der Aufwendungen (Zustands-abhängige Instandhaltung). Die Informatik ist ein nützliches und produktives Werkzeug zur Unterstützung der IH-Organisation, speziell auf dem Gebiet der Verwaltung der Datenbasis (Objektstruktur, Wartungspläne, Objekt-Geschichte).

## Facility Management Aufgaben



Facility Management beinhaltet dagegen *alle* objekt-bezogenen Aufgaben. FM definiert mit dieser umfassenden Sicht eine Leitlinie für das Konzept und die Realisierung organisatorischer Systeme für die einzelnen Aufgaben und erschliesst damit ein grosses Potential an Synergien. Die Teilbereiche im Kreis der FM-Aufgaben stehen tatsächlich in vielseitiger Abhängigkeit untereinander:

- Alle Aufgaben brauchen für ihre Abwicklung dieselben Objekt-Grunddaten und gehen davon aus, dass sich diese auf dem aktuellen Stand befinden. Die zentralisierte und standardisierte Verwaltung dieser Stammdaten ist Voraussetzung, um diese Forderung auf wirtschaftliche Art zu erfüllen. Auf der Ebene der Informatik ergeben sich daraus gewisse Richtlinien und sinnvolle Einschränkungen für die Auswahl von Hardware und Software zur Unterstützung der einzelnen FM-Aufgaben.

- Allein die Nutzungsmöglichkeit aller verfügbaren Objektdaten in einer standardisierten Form unterstützt einige FM-Aufgaben wesentlich: Dokumentation und Darstellung des Objekt-Inventars nach den verschiedensten Gesichtspunkten (Wert, Ort, organisatorische Zugehörigkeit, usw.); Einrichtungsplanung aufgrund der Raumpläne und der grafischen Darstellung der Einrichtungs-Objekte (medizinische Geräte, Betten, Mobiliar) und der Verkabelung, speziell bei Umzügen und Umnutzungen.

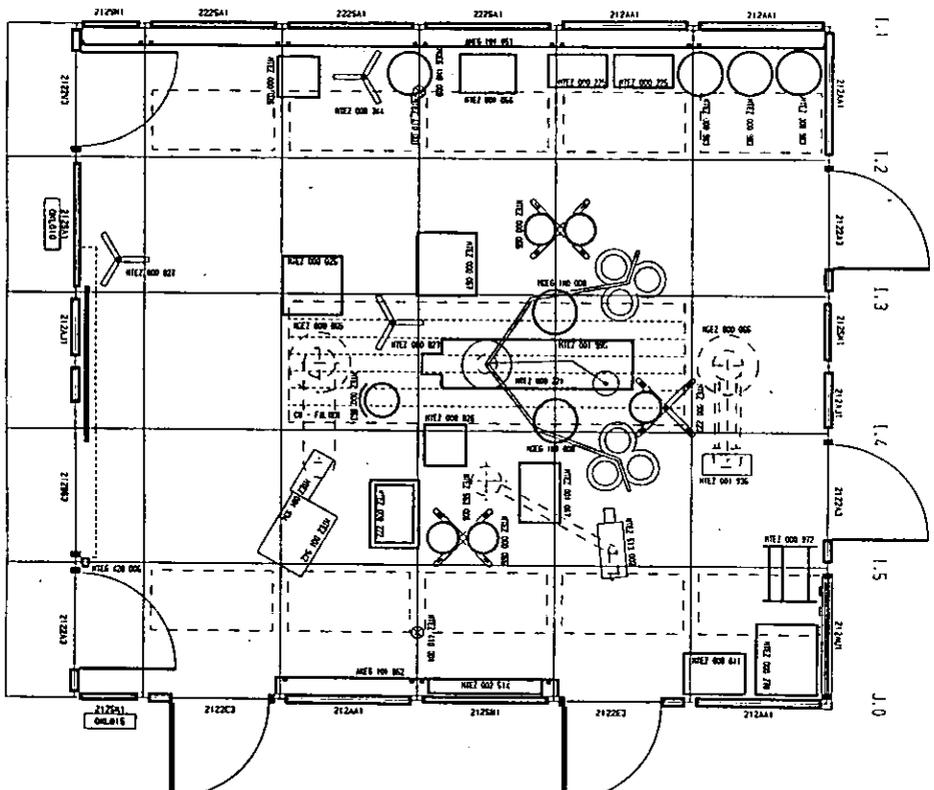
- Viele Daten, die bei der Abwicklung einer bestimmten Aufgabe als Resultat anfallen, werden in anderen Aufgaben als Eingabedaten gebraucht (zB. sind Verbrauchs- und Leistungs-Daten aus Ueberwachungsgeräten der Leittechnik Eingabedaten in die Instandhaltung und Abrechnung; Beschaffungsinformationen dienen ebenso der Instandhaltung wie der Buchhaltung). Ein umfassendes Daten-Konzept für alle FM-Aufgaben kann vermeiden, dass viele individuelle Schnittstellen zwischen verschiedenen Aufgaben geschaffen werden. Es kann den Weg zu einem allgemein gültigen Modell für den Datenaustausch weisen, das die zentrale Objekt-Datenbank als Drehscheibe mit einer standardisierten Schnittstelle für alle FM-Aufgaben benützt.

- Eine lückenlose Objekt-Geschichte ist von grosser Bedeutung zB. für den Nachweis der ausgeführten sicherheits-technischen Prüfungen an einem Objekt und die getroffenen IH-Massnahmen. Die wirtschaftliche Führung einer aussagefähigen Geschichte für alle wichtigen Objekte kann nur in einer Organisation erfolgen, die den Beitrag aller FM-Aufgaben dazu unter einem gemeinsamen Konzept betrachtet.

Ein FM-Konzept gibt somit die Leitplanken für einen zielgerichteten Aufbau der einzelnen Subsysteme vor. Speziell auf der Ebene der Informatik können damit Insellösungen vermieden werden, die später oft nur mit grossem Aufwand miteinander verbunden werden können.

Die unter einem FM-Konzept gesammelten Objekt-Daten (bezogen auf einen bestimmten Zeitpunkt oder als Dokumentation der Objekt-Geschichte) bilden zusammen mit den Daten über den Geschäftsverlauf eine gute Grundlage für die strategische Einsatz-Planung der Objekte.

# RAUMPLÄNE



### Facility Management ist als Gesamtaufgabe nicht delegierbar

- Die wichtigsten Ziele des FM im Krankenhaus umfassen
- den sicheren und dokumentierten Betrieb der medizintechnischen Geräte
  - die maximale Verfügbarkeit der Objekte für den Benutzer
  - die wirtschaftlich optimale Nutzung aller Objekte über eine möglichst lange Dauer.

Diese Zielsetzung ist als Ganzes zu sehen und zu verfolgen. Es ist von grossem Nutzen, organisatorische Strukturen zu schaffen, welche diese ganzheitliche Sicht unterstützen. Die Verantwortung, die FM-Zielsetzung zu erreichen, und die Kontrolle über den aktuellen jeweiligen Stand ist die unmittelbare Aufgabe der Leitung des Krankenhauses selbst und kann nicht delegiert werden. Speziell bei der Fremdvergabe gewisser FM-Aufgaben, zB. in der Instandhaltung, sind Kontrollinstrumente nötig, mit denen die geforderte Erfüllung der Aufgaben direkt überwacht und beurteilt werden kann.

### Facility Management als Beitrag zum ökonomischen Krankenhausbetrieb

Betrieb und Bewirtschaftung der Objekte unter einem umfassenden FM-Konzept kann die Wirtschaftlichkeit der vorhandenen oder geplanten Rationalisierungsmassnahmen in den einzelnen Aufgabenbereichen wesentlich verstärken. Mit der Einführung oder dem Betrieb einer Rechner-gestützten Instandhaltung ist ein wichtiger Baustein vorhanden, auf dem weitere FM-Aufgaben aufbauen können. Die Instandhaltung ihrerseits sollte mit Nachbar-Systemen verbunden werden und deren Organisation und Daten soweit als möglich mitbenutzen.

Autor: G. Sulzberger, Suter + Suter AG, Zürich

## Nutzerfreundliche Instandhaltungssoftware

von D. Langner, Wilhelmshaven

### 1. Einleitung

Wie paßt der Vortragstitel *"Nutzerfreundliche Instandhaltungssoftware"* in das Tagungsthema *"Durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice zum sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb"*?

Vordergründig wird die Verbindung hergestellt über den Sachzusammenhang durch das Wort *"Instandhaltung"*, die zusätzlich indirekt mit Fremdservice angesprochen wird.

Ich möchte die Brücke schlagen über die Ziele der Instandhaltung *"zum sicheren, ökonomischen Krankenhausbetrieb"* und daraus ableiten, daß diese Ziele im Aufgabenbereich des Technischen Dienstes am geeignetsten durch den Einsatz einer EDV unterstützt werden können.

Die Diskussion, ob EDV einzusetzen ist, gehört m. E. der Vergangenheit an. Vielmehr stellen sich jetzt die Fragen, wie setze ich das Instrument EDV ein, um meinem Ziel - sicherer, zuverlässiger und ökonomischer Krankenhausbetrieb - aus der Sicht der Technik näher zu kommen und wann und mit welchem Kostenaufwand kann ich die Einführung realisieren.

Zwischen der generellen Einsicht, daß EDV sinnvoll und wirtschaftlich für die Instandhaltung eingesetzt werden kann und der Realisierung dieser Erkenntnis durch EDV-Einführung klafft noch eine große Lücke.

Ausschlaggebend für den noch nicht gedeckten Bedarf sind u. a. fehlende Investitionsmittel, die für die Auswahl und Beschaffung der Hard- und Software und die Einführung zu investieren sind. Zum anderen darf aber auch nicht die Unsicherheit übersehen werden, die bei den Technischen Bereichen vorliegt über Vorgehensweise bei EDV-Auswahl und -Einführung.

Häufig liegt es daran, daß die eigene Erwartungshaltung, d. h. das festgelegte interne Ziel nicht in klare Forderungen umgesetzt worden ist. Bedingt durch die umfängliche Aufgabe des Technischen Dienstes neben Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anlagen und Geräte auch wirtschaftliche Betriebsführung zu gewährleisten, ist dies jedoch unerläßlich.

Erst wenn erkannt wird, daß nur über kritisches Hinterfragen der eigenen Wünsche, der beteiligten Mitarbeiter und anderer hausinterner Organisationseinheiten (in Eigeninitiative oder mit Fremdunterstützung) die erforderliche Klarheit für eine EDV-Konzeption erreicht werden kann, ist dies der erste Schritt zur richtigen Vorgehensweise.

Je besser die Forderungen ausgearbeitet und gegliedert werden in die Bereiche

- Systemperipherie/Hardware
- Systemhandling/Software-Handhabbarkeit
- Systemunterstützung/Software-Inhalt

desto deutlicher werden die Ansprüche, die Sie als Nutzer an das Führungsinstrument EDV stellen.

## 2. Definition "Nutzerfreundlich" (aus der Sicht des Verfassers)

Unter "Nutzerfreundliche Software" möchte ich hier verstanden wissen, die Wirkung der EDV insgesamt mit der Wertung: Vorhandene Nutzerfreundlichkeit, d. h. hoher Deckungsgrad zwischen EDV-Ist und Erwartungshaltung, bewirkt "Zufriedenheit bei der EDV-Nutzung".

Zufriedenheit sowohl im Umgang mit der Hard- und Software als auch mit der Unterstützung, die durch die Software bei den Aufgaben des Instandhaltungsmanagements in Art und Umfang erzielt wird.

In allen drei Bereichen gibt es Standards, die durch subjektives Empfinden bzw. Forderungen unterschiedlich bewertet werden.

Für die Ausprägung der Nutzerfreundlichkeit gibt es für die drei angesprochenen Bereiche Standards, die besonders im

- Systemhandling und in der
- Systemperipherie bezogen auf die EDV-Hardware

zum Tragen kommen und nur gering durch Eigenwünsche beeinflusst werden können.

Die Einflußmöglichkeiten auf die subjektive Zufriedenheit kann bei der Hardware nur durch den Ausstattungsgrad und die Produktwahl erreicht werden.

Während bei dem Software-Angebot schon die "angebotenen Varianten" größer sind, kann außerdem auf den Inhalt und Output individueller Einfluß genommen werden. Der ist jedoch in jedem Fall mit zusätzlichen Kosten verbunden, die um so höher sind, desto größer die Abweichung der Ist-Ausführung zu den Forderungen ist.

Die Reihenfolge der angeführten Bereiche stellt zugleich eine gewisse Wertung dar. Obwohl jede Schwachstelle (subjektive oder objektive Unzufriedenheit) in einem dieser drei Sachbereiche zwangsläufig zu einer Negativeinstellung des Nutzers in den anderen Bereichen führt und sogar eine Nutzungseinschränkung eines Systems und im Extremfall eine Nutzungsaufgabe nach sich ziehen kann.

Die Wertigkeit wird auch durch die Art der EDV-Nutzung bestimmt und wird sicher von dem Bediener anders gesehen als vom Informationsempfänger.

Diese von mir gebrachte Interpretation von Nutzerfreundlichkeit bezogen auf die drei Bereiche können Sie bei Anfragen an Software-Hersteller nicht anwenden, denn generell wird unter Nutzerfreundlichkeit nur der Bereich 2 "Systemhandling/Software-Handbabbbarkeit" verstanden und Ihre Anfrage wird dementsprechend mit Antworten aus diesem Bereich belegt.

Diese Eingrenzung wird ganz deutlich bei Software-Systemvergleichen, wie in der neuesten Ausgabe (März 1992) "Marktspiegel Instandhaltungs-, -planungs-, und -steuerungssysteme" des Forschungsinstituts für Rationalisierung (FIR) <sup>1)</sup> dargestellt, bei der die Erhebungsbögen für die Nutzerfreundlichkeit nur Bereich 2 betreffen.

Das ist die übliche Gliederung. Die von mir auch unter "Nutzerfreundlichkeit" angesprochenen Bereiche 1 und 3 werden in eigenständigen Rubriken durch detaillierte Fragen nach den Systemfähigkeiten und Hardware-Erfordernissen in dem Marktspiel abgedeckt.

Damit wir uns nicht zufrieden geben mit der Antwort - das Problem wird gelöst - sondern konkret fragen - wie wird es gelöst - um eine eigene Bewertung zu ermöglichen, habe ich den Bezug auf die Nutzerfreundlichkeit so breit angelegt.

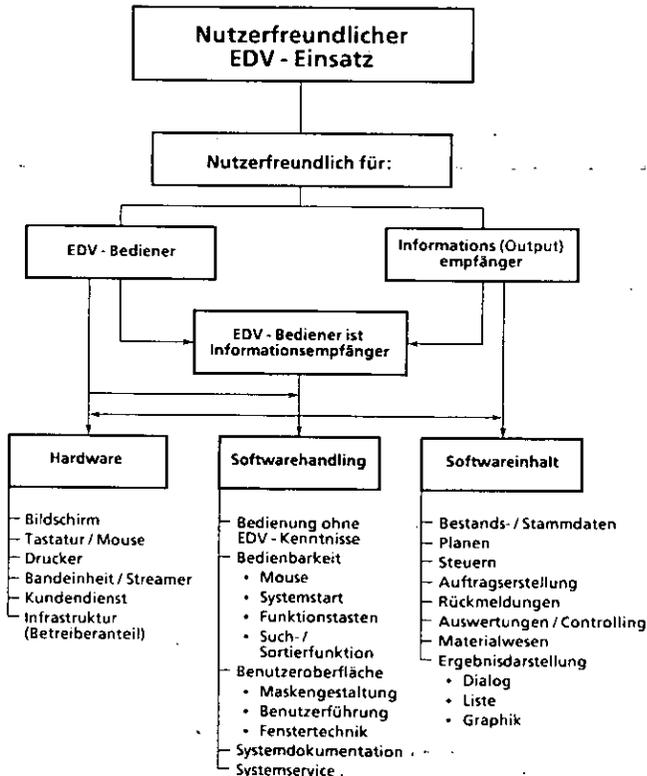
Diese lange Vorrede sollte die Wichtigkeit der "Nutzerfreundlichkeit" betonen und ihre Bedeutung als Entscheidungskriterium bei einer Beschaffung und bei der späteren Nutzung hervorheben.

### 3. EDV-Nutzer/Nutzungsbereich

Die so definierte Nutzerfreundlichkeit betrifft

- den Bediener der EDV (Arbeitsplatz am Bildschirm)
- den Informations- (Output-) empfänger (Instandhaltungsmanagement).

Beide sind in vielen Fällen vor allem bei der Zugänglichmachung von Informationsteilbereichen identisch.



---

## **MATERIALINFORMATIONSZENTRUM - GESELLSCHAFT FÜR LOGISTIK MBH**

### **Leistungsspektrum der Produktgruppe Wirtschaftslogistik Sozial- und Gesundheitswesen (WLG)**

Dienstleistungen für Einrichtungen  
im Sozial- und Gesundheitsbereich  
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. BPfIV 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 (Ambulanzen u. a.)
- Erstellung des KLN gem. BPfIV
- Unterstützung bei Pflegesatzverhandlungen und interner Budgetierung
- Unterstützung bei Schiedsstellenverfahren oder externer Pflegesatzprüfung

#### **Organisations- und EDV-Beratung mit Unterstützung bei der Einführung bezüglich**

- Controlling
- Schreibdienst
- Küche

#### **Krankenhaustechnische Dienstleistungen**

- Krankenhaustechnisches Informationszentrum (KTI)
- Umwelttechnisches Informationszentrum (UTI)

#### 4. Beispiele für "Nutzerfreundliche" EDV

Als besondere Forderung, die alle drei EDV-Bereiche tangiert, ist zu nennen:

- Vernetzungsfähigkeit für Mehrplatznutzung
- direkte Schnittstellenrealisierung zu anderen EDV-Systemen, z. B.
  - Anlagenbuchhaltung
  - Kopplung mit Zentraler Leittechnik (ZLT) bzw. Gebäudeleittechnik (GLT).

#### 4.1 EDV-Hardware

Ausgehend von dieser Nutzungsstruktur wurde in der Abbildung der die Nutzerfreundlichkeit ausmachende EDV-Bereich nutzerorientiert zugeordnet.

Folgende Auflistung soll verdeutlichen, welche Kriterien für die Einstufung zu einer nutzerfreundlichen Hardware herangezogen werden können.

- Bildschirm
  - Auflösung
  - Farbe/Monochrom
  - Abbildungsgrößen
- Drucker
  - Drucktechnik (Nadel/Tinte/Laser)
  - Druckqualität
  - Druckschnelligkeit
  - Geräusentwicklung
  - Papierzuführung
- Rechner
  - schnelle Verarbeitung
  - hohe Speicherkapazität
  - niedriger Geräuschpegel
- Kundendienst
  - schnelle Reaktionszeit
  - Ersatzgeräte bei Ausfällen
  - kostengünstig
- Infrastruktur
  - Arbeitsplatzgestaltung
  - Lichtverhältnisse
  - Umgebungsbedingungen
  - Kabelführungen (Kabelsalat)

#### 4.2 Systemhandling/Software-Handhabbarkeit

Dies ist der Bereich der üblicherweise unter "nutzerfreundlich" fällt. Aus den Beispielen in der Abbildung greife ich die wichtigsten hier auf.

Obwohl die EDV schon in viele Haushalte Eingang gefunden hat und auch die Eltern diesem Hobby nachgehen, sollte doch als erste Forderung für eine Softwarenutzung bleiben: *"keine EDV-Kenntnisse erforderlich"*, damit es nicht von dem Hobby abhängig ist, ob jemand dienstlich mit einer Instandhaltungs-Software umgehen kann oder nicht. Eigentlich ist dies eine generelle Forderung, die für jede Software gilt.

Im Einklang damit steht die Forderung, daß bei dem Angebot von Hilfefunktionen (am Bildschirm eingeblendete Texte) die Erklärungen einfach und verständlich für deutschsprachige Nutzer abgefaßt sind. Wir kennen alle die Gespräche mit dem EDV-Spezialisten, aus denen wir unbefriedigt rausgingen, weil wir von dem "EDV-Chinesisch" kaum etwas verstanden hatten. Das darf am Bildschirm und bei der Zuhilfenahme der Systemdokumentation nicht passieren. Auf weitere Kriterien, die unter Bedienbarkeit und Benutzeroberfläche fallen, werde ich im Rahmen des Vortrages detaillierter eingehen.

### 4.3 Software-Inhalt

Die in der Abbildung unter Software-Inhalt aufgeführten Positionen spiegeln im Grobtraster die inhaltlichen Forderungen an ein Instandhaltungssystem wider, die von fast allen Software-Anbietern realisiert wurden.

Erst bei näherer Betrachtung kann jedoch festgestellt werden, ob die Erwartungshaltung des späteren Systemnutzers im Detail, auch bezogen auf die Ergebnisdarstellung, erfüllt wird.

Das sind Untersuchungen, die vor einer Kaufentscheidung erfolgen müssen; den endgültigen Beweis bzw. Eindruck liefert der Systemeinsatz im "Tagesgeschäft".

Um den Nutzeransprüchen bezogen auf den Software-Inhalt gerecht zu werden, sollen die Forderungen, z. B. in folgenden Details durch das System abgedeckt werden:

- Stammdaten/Basisdaten
  - o Abbildung der instanzhaltenden Technik in beliebiger Eindringtiefe
    - \* mit Klassifizierung
    - \* mit Identifizierung
    - \* hierarchischer Strukturierung
  - o Arbeitsplandaten
  - o Adressenstammdaten
  - o Dokumentationsstammdaten
  - o jeweils mit auf Bedarf abgestimmten Datenfeldern
  - o keine Datenredundanz
- Planung von
  - o Maßnahmen
    - \* Personalbedarf
    - \* Materialbedarf
  - o Fremdfirmeneinsatz
  - o Terminen
  - o Budget
- Steuern von
  - o Maßnahmen
    - \* Personaleinsatz
    - \* Materialeinsatz
  - o Fremdfirmeneinsatz
  - o Einsteuern von Auftragsüberhängen
- Auftragserstellung und Ausgabe per EDV
  - o als Haupt- und Folgeauftrag
  - o für einmalige Nutzung, mit Eintragungsmöglichkeiten für Rückmeldungen als Einzel- bzw. Sammelauftrag
  - o zu geplantem Termin oder gezielt abrufbar
  - o übersichtlicher Auftragsaufbau
    - \* technikbezogene Angaben für Anlagen-/Geräteansprache
    - \* organisatorische Angaben
    - \* Maßnahmenbeschreibung
    - \* Bedarfsangaben (Material, Meß- und Prüfgeräte usw.)
    - \* Eintragungsfelder für Rückmeldeinformationen

- Rückmeldungen
  - Fertigstellungstermin
  - Auftragsdurchführender (Name oder Bereich)
  - Einsatz an
    - \* Arbeitsstunden
    - \* Material
  - Durchführungsinformationen
  
- Auswertungen
  - Vergleiche Planstunden zu Iststunden
  - Termintreue
  - Kosten
    - \* Personal, Material
    - \* Fremd-, Eigenkosten
    - \* nach Auftragsart (Wartung, Inspektion, Instandsetzung)
    - \* leistungsempfangende/leistende Kostenstelle unter Berücksichtigung von KHG, BpFIV, KHBV, AgrV
  
- Materialwesen
  - Materialentnahmen
  - Mindestbestandsüberwachung
  - Materialbestellungen
  - Materialverbräuche/Materialkosten
    - \* pro Materialart
    - \* pro Anlage/Gerät.

Als krankenhausspezifische "Nutzerfreundlichkeit" ist die Erfüllung von krankenhausspezifischen Forderungen anzusehen, denen auch der Technische Dienst mit seinen Aufgaben unterliegt. Das betrifft vor allem die richtige Zuordnung geplanter und entstandener Kosten für Eigenleistung, Fremdleistung und Material unter Beachtung der Verordnungen und Gesetze, wie BpFIV, KHBV und KHG.

Erst wenn der Technische Dienst die Möglichkeit hat, die erforderlichen Kostenzuordnungen eigenständig vorzunehmen und demzufolge auch zu kontrollieren, hat er die für seine Aufgaben richtigen Entscheidungsgrundlagen durch eine übersichtliche Budgetkontrolle.

Er ist dann nicht auf die Informationszulieferung der Kostenrechner angewiesen, kann im Gegenteil die von diesen gewünschte Kostentransparenz liefern.

Grundsätzlich sollten neben dem aufgeführten Software-Inhalt folgende Forderungen für den Umgang mit der Software für eine Bewertung der Nutzerfreundlichkeit herangezogen werden.

Die Software muß Voraussetzungen liefern, z. B. für:

- permanente, einfache Datenpflege
- das Protokollieren von Datenlöschungen
- Plausibilitätsprüfungen

- Parametervorgaben für
  - simulierte Planungsläufe (Rücksetzen von Datenbeständen)
  - Begrenzung von Berichtszeiträumen für Planung und Auswertungen
  - Terminfähigkeit (Direkterminierung, Intervall (Frist), Leistungsvorgaben (z. B. Betriebsstunden)
  - gezielte Planung und Auswertungen für
    - \* Organisationseinheiten (Kostenstellen, Fachbereiche, Werkstattbereiche)
    - \* Technische Betrachtungseinheiten (Funktionseinheiten, Anlagen, Geräte) nach Klassifizierungs- oder Identifizierungsmerkmalen
- Sicherstellung, daß Datenänderungen an einer Stelle durchgängig in allen Programmbereichen berücksichtigt werden, z. B. Änderung des Mengengerüstes in der technischen Bestandsführung muß in allen nachfolgenden Bearbeitungen, wie Planungen, Auftragsstellungen, Auswertungen berücksichtigt werden.
- Umsetzung von codierten Eingaben in Klartext bei Ausgaben
- Datenführung ohne Redundanz
- freie Wahl von Sortier- und Selektionskriterien für Auflistungen/Auswertungen
- Wahl der Informationsausgabe
  - per Bildschirm (mit der Möglichkeit des nachfolgenden Ausdrucks)
  - per Ausdruck (Liste)
- Wahl der Ergebnisdarstellung
  - Tabelle
  - graphisch.

Die Realisierung dieser Forderungen bietet auch wieder Lösungsvarianten, die durch die Nutzer unterschiedlich bewertet werden.

Grundsätzlich ist sicher in einigen Bereichen Kompromißbereitschaft erforderlich, u. a. auch unter der Annahme, daß durch einen gewissen Gewöhnungseffekt anfängliche Ablehnung zu einer Akzeptanz führt.

## 5. *Schlußbetrachtung*

Im Rahmen des Referates werden aus dem hier angeführten Spektrum für Nutzerfreundlichkeit einige Beispiele ausgewählt und vertiefend vorgetragen.

Durch die freundliche Unterstützung von Software-Herstellern, die Kontakte zu Krankenhäusern, die Instandhaltungs-Software einsetzen, vermittelt haben, ist es möglich, neben unseren auch deren Erfahrungen mit heranzuziehen.

Es werden dabei unterschiedliche Instandhaltungssysteme berücksichtigt.

Je nach Einsatzort und -dauer ist es möglich, über den Rahmen der "subjekten Zufriedenheit durch Nutzerfreundlichkeit" auch meßbare Erfolge als Ergebnis daraus darzustellen in Form von

- weniger Störungen durch intensivere Planung und Erfolgskontrolle von Maßnahmen
- gestiegene Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Technik
- gleichmäßigere Personalauslastung
- Kostentransparenz, eventuell Kostensenkung.

Dadurch wird dann die eingangs aufgestellte These

***EDV-Einsatz - ein sicherer Weg zum  
ökonomischen und sicheren Krankenhausbetrieb.***

durch die Praxis bestätigt.

## **Literaturverzeichnis**

1. Forschungsinstitut für  
Rationalisierung

Marktspiegel Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme.

Dipl.-Ing. Dieter Langner.  
MATERIALINFORMATIONSZENTRUM -  
GESELLSCHAFT FÜR LOGISTIK MBH  
Gökerstraße 50  
2940 Wilhelmshaven

"Management medizinisch-technischer Geräte mit dem Verfahren TOPEs"  
von D. H. Müller, Esslingen a. N.

### Einleitung

Am Beispiel eines mittelgroßen deutschen Krankenhauses (600 Betten, Haus der Zentralversorgung mit hauseigener MT-Serviceabteilung / TSZ) behandelt der Beitrag die Struktur, die Arbeit und die Führung der Medizintechnischen Abteilung, als Teil eines Ganzen, des Krankenhauses. Wie auf viele andere Krankenhäuser auch ist der ökonomische Druck bei uns von Jahr zu Jahr stärker geworden. Die Personalkosten steigen, die Beschaffungs- und Folgekosten der medizinisch-technischen Gerät steigen jährlich, dagegen stagnieren oder sinken sogar die dringend notwendigen Finanzmittel. Deshalb ist es von größter Bedeutung, daß alle Bereiche des Krankenhauses, auch die Abteilung Medizintechnik, ihre Organisations- und Arbeitsweise laufend unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimieren. Hierfür ist Transparenz notwendig, denn nur bei Kenntnis des Geschehens im Einzelnen erkennt man Ansatzpunkte für den Optimierungsprozeß.

### Abteilung Medizintechnik (TSZ)

Die Medizintechnische Abteilung als Dienstleistungsbetrieb trägt durch seine Arbeit dazu bei, daß beste Voraussetzungen für die medizinisch-technische Versorgung der Krankenhaus-Patienten geschaffen werden. Unsere Schwerpunkte sind sowohl technischer / sicherheitstechnischer als auch wirtschaftlicher Art. Das TSZ besteht seit Januar 1980, umfaßt insgesamt 6 Mitarbeiter, davon werden vier mit reinen Instandhaltungsarbeiten beauftragt, die restlichen zwei (Sachbearbeiterin und TSZ-Leiter) decken den Bereich "administrative Instandhaltung" sowie die Beschaffung neuer medizinisch-technischer Geräte ab. Unbestritten ist, daß infolge neuer gesetzlicher Vorgaben wie RÖV, MedGV, Eichordnung u. a. in den letzten Jahren die technisch-administrativen Anforderungen und Aufgaben massiv zugenommen haben.

Das 1980 langfristig gesteckte Ziel des TSZ, das gesamte medizinisch-technische Geschehen im Haus nur über die Abteilung Medizintechnik (TSZ) zu steuern, wurde 1991, also 12 Jahre später, erreicht. Heute bemühen wir uns, die Qualität unserer Leistungen noch weiter zu verbessern, den laufenden Routinearbeiten noch rascher nachzukommen und weitere Ansatzpunkte für Einsparungen zu finden und umzusetzen. Ziel der kommenden Jahre wird sein, die erreichte Qualität und Quantität unserer Arbeit zu halten, zu verbessern.

## TOPES - die Esslinger Lösung

Das Verfahren TOPES wurde 1983 vom Techn. Service-Zentrum (TSZ) der Städt. Krankenanstalten Esslingen a. N. in Zusammenarbeit mit der Firma TOPDATA GmbH, Sindelfingen, erstellt, erprobt und eingeführt. Es dient der Verwaltung und Dokumentation medizinisch-technischer Geräte und Anlagen, kann aber auch für den Bereich Krankenhausbetriebstechnik, sowie ganz allgemein zur Verwaltung sonstiger technischer Geräte eingesetzt werden. TOPES berücksichtigt die Forderungen der ab 1986 geltenden Medizingeräteverordnung. TOPES wird heute bereits in neun Rechenzentren für ca. 80 Krankenhäuser eingesetzt. In Baden-Württemberg steht TOPES als landeseinheitliches Dialogverfahren zur Verfügung.

## Funktionsbeschreibung

Die Verwaltung der medizinisch-technischen Geräte erfolgt heute vielfach noch manuell durch das Führen von Karteien, Ausschreiben von Reparaturaufträgen, Erfassen von Reparaturberichten, Überwachen von Terminen und erstellen diverser Statistiken. TOPES ist ein EDV-Verfahren, das diese manuellen Arbeiten (abgesehen vom erstmaligen Erfassungsaufwand) reduziert und insbesondere alle Folgearbeiten automatisch erledigt. Das Verfahren ist voll Dialogfähig; die Eingabe und Verarbeitung der Daten erfolgt über einen Bildschirm. Dabei werden die einzelnen Verfahrensteile komfortabel durch übersichtliche Masken dargestellt, die auf einfache Weise durch Verarbeitungscodes angesteuert werden. Dem Benutzer stehen umfangreiche Help-Funktionen zur Verfügung. Ausdrucke können sofort über einen dezentralen Drucker erfolgen. Die Erstellung und der Ausdruck von Geräteübersichten erfolgt zentral über leistungsfähige Drucker.

## Verfahrensteile

Das Verfahren umfaßt die Geräte-, Vorgangs-, Lager-, Anschriften-, Termin- und Tabellenverwaltung sowie Auswertungen (Dialogauswertungen bzw. Vorgangsauftrag und -Bericht, Gerätestamblatt, Gerätebuch usw.). Jedes Gerät wird durch einen eindeutigen Ordnungsbegriff gekennzeichnet. Pro Gerät werden alle relevanten Stammdaten (Hersteller, Modell, Typ, Kundendienst, Lieferant, Daten der Anlagenbuchhaltung usw.) erfaßt. Zu jedem erfaßten Gerät können Vorgänge bearbeitet werden (Reparaturen, Wartungen, Inspektionen, Ausmusterungen usw.). Jeder Vorgang wird durch eine Vorgangsart gekennzeichnet und mit einer eindeutigen Auftragsnummer versehen. Die Vorgangsdaten umfassen die Auftragsdaten und die Berichtsdaten (Zeiten, Kosten, Fehlerursachen usw.).

Die für Wartung und Reparatur benötigten Materialien können durch ein einfaches Lagerhaltungsverfahren verwaltet werden (Bestellnummer, Lagerort, Lagerbestand, Einzelpreis, Gesamtwert). Die Verwaltung von Anschriften bzw. sonstigen Informationen der Hersteller, Lieferanten und des Kundendienstes ist Teil des Verfahrens. In einer Wiedervorlagendatei werden Hinweise auf fällige Termine (z. B. Wartung, Einweisung) hinterlegt, die im Dialogverfahren abgefragt werden können. TOPES ist ein tabellengesteuertes Verfahren: der Anwender kann die für ihn relevanten Tabellen (Standorte, Stationen, Vorgangsarten, Zugriffsberechtigungen usw.) im Dialog aufbauen und so das Verfahren optimal an seine Anforderungen anpassen.

#### Voraussetzungen zum Einsatz

Das Verfahren kann unter den IBM-Betriebssystemen DOS/VSE bzw. MVS mit CICS/VS und VSAM eingesetzt werden. Eine Version für Siemens BS2000 mit UIM und SESAM steht auch zur Verfügung. Neu ist die PC-Version.

TOPES berücksichtigt nicht nur die Belange der Medizintechnik, sondern gibt verschiedenste Informationen an Verwaltung und an das medizinische Personal weiter. So kann die Krankenhausleitung auf die TOPES-Datenbasis zurückgreifen zwecks Entscheidungsfindungen, die den medizinisch-technischen Gerätepark betreffen. TOPES erleichtert auch das Arbeiten im Ärzte- bzw. Pflegebereich durch Einweisungsdokumentation, EDV-geführte Gerätebücher, Übersichten für Kostenstellenverantwortliche usw. Der Hauptnutzer ist nach wie vor die Medizintechnik. Trotzdem ist die Einbindung von TOPES ins TSZ-Geschehen so gestaltet, daß bei etwaigen Ausfällen der EDV der normale Betrieb der Abteilung nicht wesentlich gestört wird. TOPES bringt Arbeitserleichterung und Zeiteinsparung fürs Personal, bringt Transparenz und damit auch Kosteneinsparungen fürs Krankenhaus.

#### Tägliche Routine

TOPES ist seit Jahren fest in die Routinearbeit des TSZ eingeführt. Es bietet den Servicetechnikern auf Anfrage aussagekräftige Informationen über Stammdaten medizinisch-technischer Geräte, über Zubehör, Besonderheiten, Meßwerte, Schaltzustände, Lebenslauf usw. In unserer technisch-administrativen Arbeit erfolgt die Gerätebewirtschaftung, von der Ersterfassung neuer Geräte über die tägliche Auftragserfassung und -abwicklung bis hin zu gerätebezogenen Auswertungen, rechnergestützt.

Beispiel A: Ein Endoskop wird wegen schlechtem Bildfeld zur Reparatur eingeschickt. Der Kostenvoranschlag fällt diesmal sehr hoch aus: DM 12.820,--. Lohnt sich die Reparatur? Nach Analyse der Gerätestammdaten (u. a. Baujahr 1988, Anschaffungskosten 24.200,--, Restbuchwert ca. DM 5.100,--), des Gerätelebenslaufes (wiederholte Reparaturen) und Auswertung der bisher aufgelaufenen Servicekosten von DM 14.210,-- kann eine Entscheidung zur Reparatur nur negativ lauten. Der medizinische Fachbereich muß eine Ersatzbeschaffung des Endoskops bei der Verwaltung beantragen.

Beispiel B: Es wird beabsichtigt, einen neuen Gefäßdoppler zu beschaffen. Die Verwaltung bittet um Stellungnahme seitens der Abteilung Medizintechnik. Zu berücksichtigen ist die Reparaturhäufigkeit, Ausfallzeiten, Fehlerursachen und die Folgekosten im Betrieb des zu ersetzenden Dopplers der Firma X. Die Geräte-Stammdaten werden eingesehen, ebenfalls der Gerätelebenslauf in Kurzform, wonach Auswertungen angestoßen werden. Ergebnis: Das zu ersetzende Gerät mit der ID-Nr. C 250 hat in der Zeit vom 13. Mai 1986 bis heute Instandhaltungskosten in Höhe von ca. 12 % der Anschaffungskosten verursacht, d. h. unter 3 % p. a. Die Fehleranalyse weist ebenfalls auf eine normale Nutzung des Gerätes hin. Aus Sicht der Medizintechnischen Abteilung bestehen keine Bedenken gegen den beabsichtigten Kauf des Gerätes des Herstellers X.

Im Vortrag werden anhand weiterer Beispiele die routinemäßigen und speziellen Fragestellungen veranschaulicht. Die Fragen werden mit Rechnerhilfe rasch und ohne größeren Aufwand beantwortet. Der breite Nutzerkreis ist dadurch möglich, daß TOPES über die Anforderungen der MedGV hinausgeht und auch zusätzliche Daten, z. B. zur Wirtschaftlichkeit, enthält und auswertet.

#### Mögliche Erweiterungen

TOPES wurde in den letzten Jahren laufend gepflegt; zur Zeit läuft Version 2.0. Aber nicht alles, was man mit Rechnern realisieren kann, ist sinnvoll und wirtschaftlich. Wenn die Medizintechnische Abteilung ihre Arbeit weg vom Geräteservice schwerpunktmäßig auf EDV-Betreuung verlegt, vorwiegend Daten eingibt, Software testet, unbeachtete Auswertungen erstellt usw., dann geht dies alles an der eigentlichen Aufgabe der Instandhaltung medizinisch-technischer Geräte vorbei. Je nach Wunsch der TOPES-Anwender wurden bisher Programmerweiterungen realisiert, die zur heutigen Version 2.0 geführt haben. Erweiterungen, wie z. B. Module für Investitionsplanung für technische Geräte und Anlagen oder Übernahme von Meßdaten, sind in Vorbereitung.

### Zusammenfassung

Unsere Antwort zur Frage "ja/nein zu rechnergestützter Instandhaltung und Gerätebewirtschaftung?" lautet: Ja - aber die EDV-Lösung muß den unterschiedlichen Größen der Krankenhäuser, den Anforderungen und Möglichkeiten der Medizintechnischen Abteilung angepaßt sein. Je früher man den Einstieg in die o. a. Problematik wagt, desto rascher wird man Erfahrungen sammeln können, die letztendlich nach entsprechender Optimierung zu dem angestrebten Ziel - die systematische und wirtschaftliche Betreuung der Geräte, zum Management der medizinisch-technischen Geräte im Krankenhaus - führen wird. Mit TOPES haben wir einen großen Schritt in diese Richtung getan.

### Literatur

- (1) Gessner, U.  
"Optimierung und Management der Medizintechnik" in Tagungsband "Medizinisch-technische Geräte im Krankenhaus" MHH Hannover 1980
- (2) Müller, D. H.  
"MedGV mit EDV?" in Führen & Wirtschaften (F&W) / Februar 1987
- (3) Hartung, P.  
"Augen auf beim Software-Kauf" in Instandhaltung / April 1985
- (4) Ambach, Ch.  
"Management-Transparenz durch computergesteuerte Instandhaltung"  
in Tagungsband "Sanierung von Krankenhäusern in Ost und West",  
MHH Hannover 1991
- (5) Kerl, R.  
"Mehrplatz-EDV-Programm für die MedGV" in KrankenhausTechnik /  
Januar 1986
- (6) Küster, R.  
"Instandhaltungskosten transparent gemacht" in KrankenhausTechnik /  
März 1991
- (7) "Marktbild: Computersysteme für das Medizingerätmanagement" in  
KrankenhausTechnik / Oktober 1989

### Anschrift des Verfassers:

Städt. Krankenanstalten  
Techn. Service-Zentrum  
Hirschlandstr.-97  
7300 Esslingen a. N.  
Tel. 0711 / 3103-2230

**Erfahrungen mit der computergestützten Instandhaltung  
der Betriebstechnik in einer Medizinischen Universität**

-----

Dipl.-Ing. G. Uhlhorn, Lübeck

**1. Einführung**

Für die Verfügbarkeit und die Funktionalität betriebstechnischer Einrichtungen, ungeachtet der Aufgabenstellung eines Betriebes, ist heute eine gezielte Instandhaltungsplanung nicht mehr fortzudenken. Sie wird einerseits unterstrichen durch die Forderung nach ständig zuverlässiger Verfügbarkeit und andererseits durch die erforderlichen Bemühungen nach optimaler Wirtschaftlichkeit, die durch die Kostenexplosion im Gesundheitswesen besondere Bedeutung erhält.

**Problemstellung:**

Abgesehen von Krankenhausneubauten, bei denen es vorstellbar ist, bereits von Anbeginn eine EDV-gestützte Instandhaltung der betriebstechnischen Einrichtungen zu organisieren, ergibt sich in den meisten Fällen das Problem, eine sinnvoll geplante Instandhaltung in Krankenhäusern aufzubauen, deren betriebstechnische Einrichtung häufig nicht verwaltungstechnisch erfaßt, die Nutzungsdauer nicht selten überschritten und über deren Wirtschaftlichkeit keine Aussagen bestehen. Betrachten wir einmal den Begriff Nutzungsdauer, so fließen hier mit Sicherheit gleichermaßen die Begriffe Instandhaltung und Betriebszeit pro Tag ein.

Eine Betrachtung aus diesem Blickwinkel läßt die Problematik, wie sie sich in der Krankenhausbetriebstechnik abzeichnet, deutlich werden. Ein weiterer Aspekt ist das Verhältnis, in welchem die geplante Instandhaltungstätigkeit zu der ungeplanten Instandsetzung stehen sollte.

Trägt man beispielsweise in einem Diagramm auf der Abszisse die Betriebskosten und auf der Ordinate den Grad der Wartung ein, erhält man, wenn keinerlei Wartung durchgeführt wird, mit Sicherheit extrem hohe Betriebskosten. Werden jedoch im entgegengesetzten Falle die Anlagen täglich bis in das Innerste durchleuchtet, so wird auch dieses Verfahren extrem hohe Kosten verursachen. Das heißt, der wirtschaftliche Bereich wird irgendwo in der Mitte liegen und mit Sicherheit gleichermaßen anlagen-spezifisch sein.

Die Notwendigkeit, vorbeugende Instandhaltung der betriebstechnischen Anlagen in Krankenhäusern intensivieren zu müssen, entwickelte sich erst in dem letzten Jahrzehnt. Die Problematik liegt in der Tatsache, daß in der Vergangenheit alle Kosten, die die Technik verursacht, als gegeben hingenommen wurden und somit als unabwiesbare Sollwerte zu akzeptieren waren. Um dieses Denken und die vielen anderen Einflüsse, die zu einem unwirtschaftlichen Betrieb führen auszuschalten, müssen über ein geeignetes System Sollwerte erarbeitet werden, die eine möglichst große Wirtschaftlichkeit erlauben.

Erlauben Sie mir bitte, aus diesem Grunde noch einmal auf das eingangs beschriebene Diagramm zurückzukommen, in dem wir feststellten, daß eine optimale Wirtschaftlichkeit für jede Anlage spezifisch nur erreicht werden kann, wenn die geplante Instandhaltung und die ungeplante Instandsetzung in bestimmter Relation zueinander stehen. Das heißt, wenn Instandsetzungsarbeiten nur in sehr geringem Umfange oder gar überhaupt nicht anfallen, stellt sich der Aufwand an geplanter Inspektion und Wartung als extrem überzogen dar. Wird beispielsweise bei baugleichen Anlagen und gleichen Wartungsplänen festgestellt, daß eine dieser Anlagen in besonderem Maße instandsetzungsintensiv ist, die andere dagegen kaum einer Instandsetzung bedurfte, so ist die Ursache dieser unterschiedlichen Verhaltensweisen zu untersuchen. Die Begründung mag darin liegen, daß eine Anlage beispielsweise nur zwei Stunden, die andere Anlage dagegen zwanzig Stunden pro Tag läuft. Vorstellbar ist auch, daß sich die eine Anlage in einem sehr sauberen und leicht zugänglichen, die andere dagegen in einem staubigen und unzugänglichen Umfeld befindet. Als Konsequenz ist in beiden Fällen dafür Sorge zu tragen, die Intervalle der Wartungspläne zu straffen, respektive zu dehnen, um ein akzeptables Verhältnis zwischen geplanter und ungeplanter Instandhaltung zu erreichen.

Die wichtigsten Ziele einer geplanten Instandhaltung sind:

- ständige Vergügbarkeit
- optimale Funktionalität
- geringe Stillstandzeiten
- wirtschaftlicher Betrieb
- das weitgehend störungsfreie Erreichen der Nutzungsdauer.

## 2. Arten der Instandhaltung

In der DIN 31051 und den VDE-Richtlinien 3801 und 3005 werden Begriffe der Instandhaltung, die Organisation und das Betreiben ausführlich dargestellt und erläutert.

Für die in der Praxis anfallenden Leistungen bezüglich der Erreichbarkeit des gesetzten Zieles sind in erster Linie die folgenden Untergliederungen der Instandhaltung zu nennen:

- geplante Instandhaltung
- geplante Instandsetzung
- ungeplante Instandhaltung
- Bedienen, Betätigen.

### 3. Organisation der Instandhaltung

Die Voraussetzungen für die Entwicklung eines Instandhaltungssystems ist die EDV-gerechte Bezeichnung einer jeden betriebstechnischen Anlage. Für den Aufbau dieser Bezeichnung sind die verschiedensten Möglichkeiten denkbar. Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine sogenannte sprechende Bezeichnung, die also einen Hinweis auf den Aufstellungsort der Anlage gibt, sich als recht problematisch darstellt. Lassen Sie mich diese Aussagen an dem Beispiel einer Klimaanlage konkretisieren. Klimaanlagen sind in verschiedene Anlagenteile aufgegliedert, wie beispielsweise Ansaugung, Zuluftgerät und Abluftgerät. In den seltensten Fällen sind diese einzelnen Anlagenteile in einem Raum untergebracht, sondern häufig extrem dezentralisiert. Durch die Unterbringung der verschiedenen Anlagenteile in unterschiedlichen Räumen ist eine raumbezogene Angabe der Gesamtanlage nicht mehr möglich, das heißt, eine raumbezogene Kennzeichnung der einzelnen Anlagenteile läßt die Zusammengehörigkeit dieser Anlagenteile zu der Gesamtanlage nicht mehr erkennen. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, sich betriebsspezifische Anlagenbezeichnungen zu erarbeiten, in die bereits bestehende Numerierungen oder Aussagen einfließen sollten, um Doppelbezeichnungen zu vermeiden.

Voraussetzung für die geplante Instandhaltung sind anlagenbezogene Wartungspläne, die entweder in kalendarischer Intervallgebung oder aber nach Betriebsstunden erstellt werden müssen. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, daß es nicht ausreichend sein kann, die einmal erstellten Wartungspläne in starrer Konsequenz abzuarbeiten; es ist vielmehr darauf zu achten, daß die Instandhaltungsplanung einer ständigen Korrektur unterworfen sein muß.

Die Aktivitäten der geplanten Instandhaltung werden bei einer kalendarischen Intervallgebung in monatliche, vierteljährliche, halbjährige und jährliche Wartungszeiträume eingeteilt, wobei selbstverständlich auch tägliche und wöchentliche Inspektionen in den Wartungsplan aufgenommen werden können.

Bevor ich auf den Aufbau der Wartungsaufträge eingehe, möchte ich kurz die Organisationsformen des betriebstechnischen Dienstes der Medizinischen Universität zu Lübeck darstellen. Die Aufteilung erfolgt in Sachgebiete, wie Klimatechnik, Elektrotechnik, Energietechnik sowie Wasser- und Sanitärtechnik. Zusätzlich wurden Wartungsfirmen für Klimaanlagen beschäftigt, die - wie das Personal des betriebstechnischen Dienstes - in das Instandhaltungssystem eingebunden sind und täglich mindestens einen Monteur zur Wahrung der Instandhaltungstätigkeiten zur Verfügung stellen.

Um die geplante Instandhaltung gemäß der Wartungspläne durchführen zu können, müssen die Wartungsaufträge derart gestaltet sein, daß sie den durchführenden Handwerkern unmißverständlich die ihm abverlangten Arbeiten aufzeigen. Der Handwerker hat die Dauer der Tätigkeiten in Minuten, in einer hierfür vorgesehenen Spalte des Auftragsformulars einzutragen. Unter Rückmeldecode in einer weiteren Spalte sind Benachrichtigungen zu verstehen, die der Handwerker dem System für die weitere Auswertung mitteilen möchte. So bedeutet beispielsweise 00 Auftrag erledigt, 01 würde bedeuten Auftrag erledigt, kleinere Reparatur durchgeführt, was wiederum

aussagt, daß der Handwerker im Zuge seiner Wartungs- und Inspektionsarbeiten mit dem ihm zur Verfügung stehenden Werkzeug ohne Material und ohne wesentlichen Aufwand kleinere Reparaturen durchgeführt hat. Diese Zeiten werden in einer hierfür vorgesehenen weiteren Spalte in Minuten gesondert eingetragen. Ein weiterer Rückmeldecode - O2 - bedeutet, der Auftrag wurde erledigt, eine Instandsetzung jedoch, die von dem Wartungshandwerker nicht erbracht werden kann, muß an den Meister weitergeleitet und über einen separaten Auftrag als ungeplante Instandsetzungsarbeit erledigt werden. Für eine möglichst umfassende Dokumentation sind alle nicht erfüllten Tätigkeiten durch Verwendung der hierfür geschaffenen Rückmeldecodes zu begründen.

In Erweiterung der geplanten Instandhaltung wurde die geplante Instandsetzung eingeführt, die unkontrollierte Ausfälle und damit verbundene Kosten durch Stillstandszeiten weitgehend verhindern soll. Das heißt, durch entsprechende Arbeitsvorbereitungen wie Materialbeschaffung, Bereitstellung von Arbeitskräften, Terminplanung und frühzeitige Information der Nutzer, wird nach einer Betriebszeit von ca. 25.000 bis 35.000 Betriebsstunden eine Grundinstandsetzung bei den Anlagen durchgeführt, die sich durch eine überdurchschnittliche Störungshäufigkeit auszeichnen.

Eine wirtschaftliche Instandhaltungsplanung soll Betriebsstörungen und damit verbundene Instandsetzungstätigkeiten vermindern, kann und sollte sie jedoch nicht verhindern. Die Information sich abzeichnender oder bereits eingetretener Störungen erfolgt entweder, wie bereits dargestellt, über den Rückmeldecode O2 anläßlich einer Inspektion und Wartung oder aber durch eine elektrische Übertragung auf die Störmeldeanlage.

Wie für die geplante Instandhaltung werden auch für alle ungeplanten Tätigkeiten Aufträge geschrieben, die, wenn es sich um Instandsetzungen an betriebstechnischen Anlagen handelt, gleichermaßen die Anlagen-Nummer enthalten müssen und in das System eingegeben werden. Die Veranlassung der Störungsbeseitigung bzw. der Instandsetzung erfolgt durch den Fachmeister.

#### 4. Durchführung der Instandhaltung

Der Rhythmus der Instandhaltungsvorgänge ist ein Kreisprozess beginnend mit der geplanten Instandhaltung, der daraus resultierenden Rückmeldung, der Beauftragung von Instandsetzungsmaßnahmen und letztlich die Fertigmeldung der Instandsetzung, um dann erneut mit der geplanten Instandhaltung zu beginnen. Die Inspektions- und Wartungsaufträge, deren Aufbau eingangs bereits erwähnt wurde, werden monatlich ausgedruckt und durch die Sachgebiets- bzw. Abteilungsleiter an die entsprechenden Handwerker zur Durchführung weitergeleitet. Diese Regelung bietet den Mitarbeitern die Möglichkeit, sich die Zeiten für die hier vorgegebenen Tätigkeiten eigenständig einzuteilen. Lediglich bei den vierwöchentlich durchzuführenden Instandhaltungstätigkeiten werden Richtzeiten ausgedruckt, um zu gewährleisten, daß der Vierwochenintervall annähernd eingehalten wurde. Der letzte Abgabetermin ist der 26. Tag des Fälligkeitsmonates, damit bis zum Neuausdruck für den Folgemonat gewünschte Änderungen, die mit dem Rückmeldecode 52 auf dem Wartungsauftrag vermerkt wurden, in das System eingegeben und für die Betreuung der Anlagen im Folgemonat Berücksichtigung finden können.

Die Zusammenfassung aller durch diese geplante Instandhaltung ermittelten Daten werden in Statistiken zusammengefaßt, die für beliebige Zeitabschnitte ausdrückbar sind und somit wichtige und informative Aussagen über die einzelnen Arbeitsbereiche ermöglichen.

Die bis hier gemachten Ausführungen bezogen sich überwiegend auf den geplanten Teil der Instandhaltung, nämlich Inspektion und Wartung. Da der Sammelbegriff "Instandhaltung" die nicht stets planbare Instandsetzung gleichermaßen beinhaltet, ergab sich verständlicherweise die Forderung, zusätzlich alle anfallenden Arbeiten und Aktivitäten EDV-mäßig zu erfassen. Voraussetzung hierfür war es, Arbeitsartenbezeichnungen für alle ungeplanten Tätigkeiten und Zeiten einzuführen, um auch Urlaub, Krankheits-, Dienstbefreiungszeiten und sonstige Leistungen als auch die zu differenzierenden Aufträge an das LBA mit ihren unterschiedlichen Dringlichkeiten in spezielle Programme einzufügen und selektierbar werden zu lassen. Für die Auftragsanträge, die durch den Nutzer an den betriebstechnischen Dienst bzw. durch den betriebstechnischen Dienst an das Landesbauamt gerichtet werden, wurden Formulare erarbeitet, die die für die Bearbeitung erforderlichen Angaben erhalten.

Im Dezernat Technik werden diese Anträge mit all ihren Informationen in das System eingegeben und an den zuständigen Meister zur Bearbeitung weitergeleitet. Nach Beendigung der Arbeit trägt der Handwerker in kurzen Worten die tatsächlich durchgeführte Arbeit und die aufgewandte Arbeitszeit in das Auftragsformular ein. Ein weiteres Blatt mit der gleichen Auftrags-Nummer dient der Materialanforderung und bleibt für die Nachbestellung und Kostenstellenbelastung beim Lagerhalter. Jeder Handwerker faßt seine tagsüber erledigten Arbeiten und Zeiten in einem Tagesbericht zusammen, dem die abgearbeiteten Anträge beigelegt werden und leitet sie an den Datentypisten zur Eingabe in das System weiter. Diese Form der Erfassung sämtlicher Arbeiten und Zeiten ermöglicht eine lückenlose Übersicht des gesamten Arbeitsschehens. Durch die Gegenüberstellung aller eingetragenen und durchgeführten Aufträge, unter Berücksichtigung der Ausfallquoten durch Urlaub und Krankheit, kann über Trendanalysen dargestellt werden, welche Erfüllungsquote durch den betriebstechnischen Dienst erbracht werden konnte und wie viele Aufträge dem Landesbauamt übergeben bzw. durch Fremdfirmen erledigt werden mußten. Insbesondere zeigt dieses System wesentliche Vorteile in der Zusammenarbeit mit dem Landesbauamt. Nach anfänglichen Schwierigkeiten wurde diese Antragstellung durch das Landesbauamt akzeptiert, wodurch einerseits unnötig umfangreiche Korrespondenz vermieden wurde, andererseits das Ausdrucken von Mahnlisten ermöglicht wird, die aussagen, mit welchem Erfüllungsgrad die in Auftrag gegebenen Leistungen abgearbeitet wurden.

Die bisherigen Ausführungen basierten auf einer zeitlich festgelegten Organisationsform, die für jeweils 1 Jahr Gültigkeit hatte. Um die geplante Inspektion und Wartung auf den Charakter und die Nutzung der einzelnen betriebstechnischen Anlagen abstimmen zu können, ist ein betriebszeitabhängiger Planungsaufbau wesentlich sinnvoller als eine auf Wochen bezogene Wartungseinteilung. In der Medizinischen Universität zu Lübeck wurde eine entsprechende Systemänderung beauftragt. Alle Betriebs-, Gefahren- und Störmeldungen auch Zähl- und Meßwerte aus der gesamten Liegen-

schaft werden elektronisch auf eine zentrale Störmeldeanlage übertragen und ausgedruckt. Für die Datenübertragungen von dem Störmelderechner auf den Rechner des Instandhaltungssystems mußte vorab über die Druckerschnittstellen eine Kompatibilität erreicht werden, da es sich jeweils um unterschiedliche Rechnerfabrikate handelt. Zugegebenermaßen werden hier noch Schwierigkeiten gesehen, deren Lösung jedoch kurzfristig zugesagt wurde.

Durch die elektronische Zählung der Betriebsstunden über die Störmeldeanlage und der Eingabe von oberen Grenzwerten ist nach endgültiger Fertigstellung der geplanten Rechnerkonstellation die Möglichkeit gegeben, nach beispielsweise 1000 Betriebsstunden den Instandhaltungsrechner zu veranlassen, die vierwöchigen Inspektions- und Wartungspläne auszudrucken. Durch beliebige Festlegung der oberen Betriebsstundengrenzwerte ist eine optimale Flexibilität der Inspektions- und Wartungsabstände gegeben. In gleicher Weise ist geplant, Anlagenstörungen auf den Instandhaltungsrechner zu übertragen, um auf diese Weise automatisch die Instandsetzungsaufträge ausdrucken zu lassen. Da bisher noch keine Erfahrungen mit diesem System vorliegen, bin ich mir sehr wohl im Klaren darüber, daß bis zum routinemäßigen Betrieb noch eine Fülle bis dato unwägbarer Einflüsse abgearbeitet werden müssen. Insgesamt wird durch die betriebszeitengesteuerte Instandhaltung größere Effizienz und geringere Arbeitsintensität gegenüber dem momentan praktizierten Prinzip, das ca. 20 bis 23 % der gesamten Menpower bindet, erreicht werden.

Ich hatte erwähnt, alle in das System eingegebenen Daten in Form von Statistiken ausdrucken lassen zu können, um Erkenntnisse von Entwicklungen oder auch extreme Abweichungen erkennbar zu machen und entsprechend reagieren zu können. Es ist eine bekannte Tatsache, daß Statistiken, die länger als eine DIN-A-4-Seite sind, langweilen und nicht gelesen bzw. ausgewertet werden. Es muß somit vermieden werden, stapelweise Papier auszudrucken, durch das sich mit Sicherheit kaum jemand hindurcharbeiten wird. Aus dieser Erkenntnis heraus wurden Programme erstellt, die eine komprimierte Zusammenfassung der Arbeitsstunden inklusive aller sonstigen Arbeitsarten ermöglichen. Die Stunden für die Wegezeiten sind generell den Stunden der geplanten Instandhaltung zuzuordnen, da in die Inspektions- und Wartungsaufträge lediglich die tatsächlichen Arbeitszeiten eingetragen werden.

Dieses beinhaltet die Logik, alle betriebstechnischen Anlagen bezogen auf die aufgewandten Inspektions- und Wartungszeiten einheitlich beurteilen zu können und keine Verzerrungen für Anlagen zu erhalten, die weit vom Einsatzort entfernt sind. Für das Jahr 1990 entfielen auf die geplanten Instandhaltungstätigkeiten inklusive der Wegezeit - wie bereits erwähnt - 23 % der Gesamtjahresstunden. Mit den monatlichen Ausdrucken der hier dargestellten Zusammenfassung sind Abweichungen und Tendenzen eindeutig erkennbar. Im Falle gravierender Veränderungen kann jederzeit auf die Langform der einzelnen Statistiken zurückgegriffen werden, um somit eine minutiöse Ursachenerkennung zu erhalten.

Weitere Programme ermöglichen die Zusammenfassung der aufgewandten Zeiten für Inspektion/Wartung einerseits und die Instandsetzungsarbeiten andererseits, um auch diese Abhängigkeiten erkennbar und

vergleichbar werden zu lassen. Auffällig stellten sich stets wiederkehrend die für Kontrollgänge angefallenen Zeiten dar, die sich hauptsächlich auf die Versorgungstechnik der OP-Bereiche beziehen. Diesen sehr sensiblen medizinischen Funktionseinheiten gebührt verständlicherweise besondere Aufmerksamkeit, und es ist sicherlich gerechtfertigt, in diesen Fällen die Wirtschaftlichkeit in den Hintergrund treten zu lassen. Dennoch wurde nach intensivem Recherchieren ein Anlagenverhalten erkennbar, das eine Vernachlässigung der Kontrollen verbat und ein stetes Abgleichen von Ist- zu Sollwerten unabweisbar erscheinen ließ. Zur Vermeidung der Kontrollgänge und im Sinne einer weiteren Rationalisierung wurden als vorrangige Maßnahme Messungen angestrebt, die elektronisch auf die Störmeldeanlage übertragen und ausgedruckt werden, um somit durch Kontrolle dieser Ausdrücke täglich eine gezielte Überwachung der Anlagen und deren Verhalten zu erreichen.

Ein Zusammenfassen der Inspektions- und Wartungszeiten verdeutlicht das Verhalten der einzelnen Anlagen und läßt Rückschlüsse über evtl. notwendige Korrekturen der Wartungsintervalle erkennen. D.h. die erreichte Transparenz aller Geschehnisse ermöglicht nicht nur eine optimale Instandhaltungsorganisation, sondern erlaubt gleichzeitig Einblick und Kenntnis über Entwicklung und Zustand der Anlagen.

### Schlußbetrachtungen

Wenn auch Zahlen, Tabellen und Verhältnisse recht steril anmuten, so glaube ich doch, Ihnen ein System beschrieben zu haben, das eine Fülle von Variationsmöglichkeiten bietet. Läßt man rückwirkend die einzelnen Entwicklungsschritte Revue passieren, so ist erkennbar, daß sich jede einzelne Phase in chronologischer Folge aus der Praxis des Betriebsablaufes bis zum jetzigen Stand entwickelt hat, das Ende der Möglichkeiten jedoch sicher noch nicht erreicht wurde. Es wurde beispielsweise ein Energie- und Medienerfassungsprogramm erstellt, das es ermöglicht, über die Hauptnutzungsflächen sowohl die spezifischen Verbräuche als auch die dazugehörigen Kosten der einzelnen Gebäude zu erfassen und für die Fremdverbraucher, wie beispielsweise die Zentrale Universitätsverwaltung und die der Liegenschaft angeschlossenen Fachhochschulen, entsprechende Rechnungen auszudrucken. Bei der Programmgestaltung wurde berücksichtigt, die bei weitem nicht ausreichenden Meßeinrichtungen erweitern zu können, um auch diese Kosten möglichst weitgehend kostenstellenbezogen abrechnen und die Großverbraucher entsprechend selektieren zu können. Die kurz- bzw. mittelfristige Planung sieht vor, wenn die bereits erwähnte Kompatibilität der Störmelde- und die Instandhaltungsrechner in der Routine läuft, ein Budgetprogramm für die betriebstechnischen Anlagen zu entwickeln, um Abschreibungen und Kapitaldienst in die Beurteilung der gesamten Betriebstechnik einfließen lassen zu können.

Prüfungen überwachungsbedürftiger Anlagen

- Dampfkesselanlagen, Druckbehälter, Rohrleitungen

-----

In Dampfkesseln und Druckbehältern wird Energie gespeichert, die mechanisch mittels Pumpen oder Verdichter oder durch Wärme mittels Feuerung oder Beheizung zugeführt ist. Bei einem Aufreißen oder Zerknall der drucktragenden Wandung kann diese gespeicherte Energie in Sekundenbruchteilen freigesetzt werden, wodurch in der Nähe befindliche Personen (Beschäftigte oder Dritte) sowie die Umgebung gefährdet werden können. Die gespeicherte Energie und damit die möglichen Auswirkungen eines Schadens lassen sich mit dem Druckinhaltsprodukt (zul. Betriebsüberdruck multipliziert mit dem Rauminhalt) und dem Verhalten des Beschickungsgutes beschreiben. Bei Flüssigkeiten tritt der Effekt der Nachverdampfung ein, wenn z.B. Wasser bei einer Temperatur oberhalb der Siedetemperatur bei Atmosphärenbedingungen plötzlich entspannt wird. Daher sind diese Flüssigkeiten im Gefährdungspotential den Dämpfen und Gasen gleichgesetzt. Stoffspezifische Eigenschaften des Beschickungsgutes von Druckbehältern, z.B. von Ammoniak in Kälteanlagen, werden von dieser Betrachtung des Gefährdungspotentials nicht erfaßt und sind daher gesondert zu bewerten.

1. In Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG legt das Grundgesetz dem Staat eine Schutzpflicht für das Leben und die körperliche Unversehrtheit seiner Bürger auf. Diese Schutzpflicht weist dem Staat eine "Garantenstellung" für die Sicherheit bei risikobehafteter Technik zu. Dieser Verantwortung kommt der Staat durch den Erlaß von Rechtsvorschriften, die

- die Herstellung und den Betrieb  
sowie
- die Prüfung und Überwachung

regeln, nach.

Für die hier betrachteten Überwachungsbedürftigen Anlagen sind diese Anforderungen auf der gesetzlichen Grundlage des § 24 GewO in der

- Verordnung über Dampfkesselanlagen - DampfkV  
und der

- Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und  
Füllanlagen - DruckbehV

festgelegt.

2. Den Verordnungen sind Anhänge beigefügt. Darin sind die Sicherheitsmaßstäbe in Form sogenannter Leitlinien beschrieben. Diese Leitlinien sollen einerseits ein bestimmtes Sicherheitsniveau garantieren, andererseits dem Konstrukteur genügend Spielraum für neue technische Lösungen bieten. Dadurch wird der technische Fortschritt im Rahmen der erforderlichen Sicherheit nicht eingeengt. Diese Leitlinien werden präzisiert durch die allgemein anerkannten Regeln der Technik, die nach der letzten Änderung der Gewerbeordnung vom 09. November 1990 den Stand der Technik auch als Entwicklungsstand fortschrittlich abbilden sollen. Diese Technischen Regeln für

- Dampfkesselanlagen die Technischen Regeln Dampfkessel (TRD)
- Druckbehälteranlagen die Technischen Regeln Druckbehälter (TRB)
- Druckgasbehälter und Füllanlagen die Technischen Regeln Druckgase (TRG)
- Rohrleitungen die Technischen Regeln Rohrleitungen (TRR)

werden in den dafür beim Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung heterogen zusammengesetzten Technischen Ausschüssen ermittelt. Dieses dynamische Verfahren sichert einerseits die rasche Reaktion, z.B. bei Schadensfällen, und paßt andererseits die Sicherheitsvorgaben dem technischen Fortschritt an. So ist auch die Verpflichtung der Betreiber zu verstehen, Unfälle und Schadenfälle unverzüglich anzuzeigen.

Aus der Ermittlung der Ursachen kann ggf. die Anlagensicherheit verbessert und das Technische Regelwerk geändert oder ergänzt werden.

3. Wenn Betreiber sich nach diesen Technischen Regeln richten, haben sie üblicherweise nicht mit Beanstandungen zu rechnen. Dies ist für den Betreiber eine große Hilfestellung bei der Erfüllung seiner gesetzlichen Grundsatzpflichten, die sich neben den Bestimmungen ggf. erforderlicher Erlaubnis- oder Genehmigungsbescheide aus § 25 DampfkV und § 13 DruckbehV ergeben. Hiernach hat der Betreiber die Anlage in einem ordnungsgemäßen Zustand zu erhalten, ordnungsgemäß zu betreiben, zu überwachen, notwendige Instandsetzungsarbeiten unverzüglich vorzunehmen und die den Umständen nach erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen zu treffen.

Der Betrieb ist einzustellen, wenn sich die Anlage nicht mehr in einem ordnungsgemäßen Zustand befindet und hierdurch Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden können. Andernfalls handelt der Betreiber ordnungswidrig. Das gilt auch für Verstöße gegen die Vorschriften über Abzeigepflichten, Erlaubnisvorbehalte und durchzuführende Prüfungen. In Schadensfällen, z.B. mit Körperverletzung, greift zudem das Strafrecht.

4. Für Dampfkessel, d.h. Behälter oder Rohranordnungen in denen Wasserdampf oder Heißwasser mit einer Temperatur oberhalb der atmosphärischen Siedetemperatur für die Verwendung außerhalb des Druckraumes erzeugt wird, gilt grundsätzlich der Erlaubnisvorbehalt nach § 10 DampfkV. Dies ermöglicht der zuständigen Behörde, anhand der einzureichenden Unterlagen und der Prüfung des Sachverständigen präventiv festzustellen, ob die geplante Anlage den Anforderungen der Verordnung entspricht. Sind die Anforderungen erfüllt, so hat der Antragsteller einen Rechtsanspruch auf die Erteilung der Erlaubnis. Die Frage der Beschaffenheit der Anlage ist bei der Erteilung der Erlaubnis mit dem Erlaubnisbescheid zu beantworten. Aus den mit dem Erlaubnisbescheid verbundenen Unterlagen und aus den Maßgaben ergibt sich, welchen Anforderungen die Anlage entsprechen muß.

Daneben gilt auf der Grundlage des § 4 BImSchG mit den in der 4. BImSchV vorgegebenen Schwellenwerten für die Feuerungswärmeleistung der immissionsschutzrechtliche Genehmigungsvorbehalt, der die dampfkesselrechtliche Erlaubnis und ggf. weitere behördliche Entscheidungen, wie beispielsweise zur Brennstofflagerung, wegen der Konzentrationswirkung des § 13 BImSchG einschließt.

Die Schwellenwerte der Feuerungswärmeleistung betragen beispielsweise für feste und flüssige Brennstoffe, ausgenommen Heizöl EL, 1 Megawatt, für Heizöl EL 5 Megawatt und für gasförmige Brennstoffe 10 Megawatt. Zur Einschätzung dieser Werte ist ein Kessel mit einer Dampfleistung von etwa 10 t/h bei 16 bar und einer Feuerungswärmeleistung von etwa 7 MW vorstellbar. Im Zuge des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens sind die Emissions- und Immissionsverhältnisse sachverständig zu prüfen. Bereits an den Schwellenwerten sind die günstigen Umweltbedingungen der Gasfeuerung zu erkennen.

5. Ausgehend vom Druckinhaltsprodukt als charakteristische Größe des Gefährdungspotentials hat der Ordnungsgeber die Dampfkessel in Gruppen von I bis IV eingeteilt. Die wesentlichen Merkmale ergeben sich aus der Übersicht "Einteilung der Dampfkessel" (Anlage 1). Einerseits ist für die Gruppen I und III der Wasserinhalt, andererseits für die Gruppe II der zul. Betriebsüberdruck begrenzt. Bei der Gruppe III ist zusätzlich der Druckinhalt begrenzt, während die Gruppe IV alle Dampfkessel erfaßt, die im Druck und Inhalt darüberliegen.

Diese Einteilung beschreibt die Prüfanforderungen, die in der Übersicht "Prüfungen an Dampfkesselanlagen" (Anlage 2) zusammengestellt sind.

Deutlich ist, daß die Bauartzulassung von Dampfkesseln im Erlaubnisverfahren Vorteile bietet. Die Bauartzulassung beinhaltet die sicherheitstechnische Prüfung des Baumusters mit der Feststellung, daß hierfür

die Anforderungen der DampfkV erfüllt sind. Das Prüfergebnis des Sachverständigen wird von einer Behörde in einem Zulassungsbescheid festgestellt. Wie die Übersicht "Prüfungen an Dampfkesselanlagen" zeigt, vereinfacht sich das Erlaubnisverfahren damit in vielen Fällen zu einer Anzeige, weil die sicherheitstechnischen Anforderungen im Grundsatz bereits geprüft sind. Dagegen kann die Baumusterzulassung den Aufstellungsort nicht beinhalten. In der Regel ist für feststehende Dampfkesselanlagen der Gruppen II und IV der Aufstellungsraum sicherheitstechnisch relevant. Dabei sind auch die baurechtlichen Anforderungen zu beachten.

6. Dampfkesselanlagen dürfen nach ihrer Errichtung oder wesentlichen Änderung erst in Betrieb genommen werden, nachdem der zuständige Sachverständige die Anlage geprüft und das positive Ergebnis der Prüfung bescheinigt hat. Auch hier ergeben sich bei der Abwicklung für die einzelnen Dampfkesselgruppen Besonderheiten. Eine Abnahmeprüfung, die für den Betreiber im Vordergrund steht, weil sie am Aufstellungsort durchgeführt wird, ist im Regelfall erforderlich. Lediglich die Dampfkessel der Gruppe I mit einem zul. Betriebsüberdruck bis 32 bar sind hiervon ausgenommen, dafür ist eine Installationsbescheinigung des Herstellers vorgesehen.

Die Abnahmeprüfung der Dampfkesselanlage hat sich auf den Dampfkessel und auf die zur Anlage gehörenden Bestandteile zu erstrecken. Wesentliche Grundlagen enthält dabei die Erlaubnis. Im einzelnen sind zu prüfen:

- Aufstellung, Zugänglichkeit, Bedienungsmöglichkeiten, Rettungswege
- Dokumentation, bereits durchgeführte Prüfungen
- Ausrüstungsteile der Wasser- und Dampfseite

- Ausrüstungsteile der Feuerung
- elektrische Einbindung der Ausrüstungsteile
- Betriebsweise

Der Betreiber erhält eine Ausfertigung der Prüfbescheinigung und nimmt diese in seine Dampfkesselakte auf.

Bei wesentlichen Änderungen, dies sind Änderungen, die die Sicherheit der Anlage beeinträchtigen können, sind die vorangestellten Prüfungen und Behördenverfahren analog durchzuführen.

7. Aufbauend auf die Erlaubnis, Anzeige oder Bauartzulassung bilden die Prüfungen vor Inbetriebnahme, insbesondere die Abnahmeprüfung, die Basis für die wiederkehrenden Prüfungen. In diesem eng vermaschten System bauen die Prüfungen aufeinander auf. Dies hat für die Abwicklung Vorteile, weil die Ergebnisse vorangestellter Prüfungen einfließen und nicht immer wieder neu erarbeitet werden müssen.

Dampfkesselanlagen der Gruppe IV sind wiederkehrenden Prüfungen durch den Sachverständigen zu unterziehen. Diese wiederkehrenden Prüfungen bestehen aus den

- inneren Prüfungen in Fristen von 3 Jahren
- Wasserdruckprüfungen in Fristen von 9 Jahren
- äußeren Prüfungen in Jahresfrist.

Die wiederkehrende innere Prüfung wird im allgemeinen durch Inaugenscheinnahme der drucktragenden Wandung vorgenommen und erforderlichenfalls durch Anwendung geeigneter Hilfsmittel wie Wanddickenmessungen oder Oberflächenrißprüfungen ergänzt. So sind beispielsweise die Bereiche der Eckankerschweißnähte besonders kritisch zu prüfen, weil erfahrungsgemäß hier häufig Anrisse auftreten.

Bei der wiederkehrenden Wasserdruckprüfung werden die Kesselbauteile daraufhin geprüft, ob durch die Wasserdruckbelastung Risse, Formänderungen oder Undichtigkeiten auftreten. Der Prüfüberdruck beträgt im allgemeinen das 1,3fache des zul. Betriebsüberdruckes.

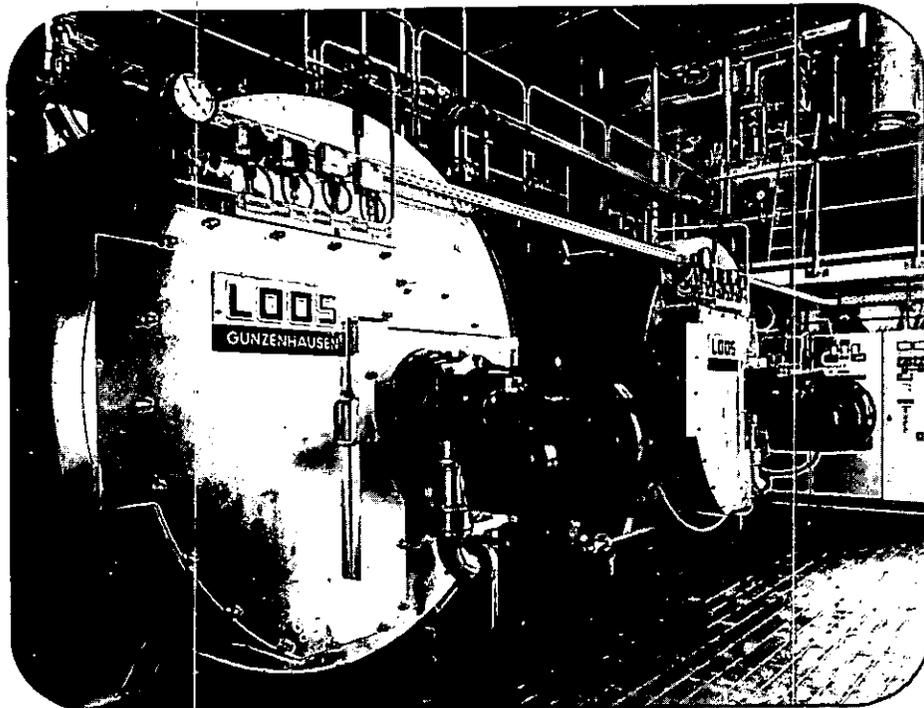
Die wiederkehrende äußere Prüfung erfaßt die Anlage unter Betriebsbedingungen. Neben den allgemeinen Betriebsbedingungen stehen insbesondere die Ausrüstung der Wasser- und Dampfseite sowie die Ausrüstung der Feuerung im Vordergrund. Gerade die Ausrüstung gewinnt zunehmend an Bedeutung, weil beispielsweise unter den Bedingungen der Technischen Regeln Dampfkessel 604 ein Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung bis zu einem Zeitrahmen von 72 Stunden möglich ist. Wegen dieser Bedeutung ist zusätzlich zu den vorgenannten Prüfungen jährlich eine weitere äußere Prüfung vorgegeben.

Eine Besonderheit bilden noch die Dampfkessel der Gruppe II. Bei einem Wasserinhalt von mehr als 2000 Litern sind auch an diesen Anlagen äußere Prüfungen jährlich durchzuführen.

8. Wie die Einteilung der Druckbehälter in Prüfgruppen (Anlagen 3 und 4) zeigt, läßt sich der Verordnungsgeber bei der Einschätzung dieses Gefährdungspotentials ebenso vom Druckinhaltsprodukt leiten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Druckbehälter in ihrer Anwendung außerordentlich vielseitig sind. Dies führt neben den grundsätzlichen Beschaffens-, Betriebs- und Prüfvorschriften zu einer großen Anzahl Sonderregelungen, die im Anhang II zu § 12 der DruckbehV aufgenommen sind (z.B. Schnellverschlüsse an Sterilisations-Autoklaven).

Auch sind neben den Druckbehältern, die durch Gase oder Dämpfe oder vergleichbare Flüssigkeiten beaufschlagt werden (Gruppen I bis IV), Druckbehälter für reine Flüssigkeiten aufgeführt (Gruppen V bis VII), weil in den heute angewendeten Druckbereichen bis einige 1000 bar Flüssigkeiten nicht mehr inkompressibel sind und erhebliche Energiepotentiale speichern können.

# ... das neue Energie- und Kostensparen im Krankenhaus



Dampf und Heißwasser zu niedrigen Kosten.  
Für alle Bereiche im Krankenhaus.  
Bereitgestellt mittels intensivierter Kesseltechnik.  
Geräuscharm, energiebewußt, emissionsarm  
- so, daß auch die Umwelt  
aufatmet.

Mehrere Kessel arbeiten dynamisch im  
Leistungsverbund, erkennen Spitzenzeiten  
und Schwachlastphasen; werden vollauto-  
matisch-vollelektronisch geregelt. Dauerhaft  
wartungsarm.

Genau vertraut mit der Wärmetechnik im  
Krankenhaus.

Am besten, Sie sprechen gleich mal mit einem  
unserer Systemspezialisten über krankenhau-  
serfahrene Kesselsysteme ...

Eisenwerk Theodor Loos GmbH  
Dampfkessel · Heißwasserkessel · Mietkessel  
Nürnberger Straße 73 · 8820 Gunzenhausen  
Tel. (09831) 560 · Tx 61242 · Fax (09831) 56233

**LOOS**  
GUNZENHAUSEN  
DAS KESSELSYSTEM

9. Für Druckbehälter besteht im Gegensatz zu Dampfkesselanlagen kein Erlaubnisvorbehalt, d.h. der Betrieb ist unmittelbar an die Einhaltung von Prüfvorschriften gebunden. Genehmigungsvorbehalte können sich aber aus den Bauordnungen (in Niedersachsen beispielsweise für Behälter größer  $6 \text{ m}^3$  Rauminhalt) oder aufgrund von Gefährlichkeitsmerkmalen des Beschickungsgutes aus dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (beispielsweise für Behälter mit brennbaren Gasen ab 3 Tonnen Fassungsvermögen) ergeben.

Der Betreiber ist gehalten, vor der Inbetriebnahme des Druckbehälters die erstmaligen Prüfungen und die Abnahmeprüfung durchführen zu lassen. Obwohl diese Vorschrift formal an den Betreiber gerichtet ist, wendet sie sich bei den erstmaligen Prüfungen inhaltlich jedoch weitgehend an den Hersteller, denn Druckbehälter werden in aller Regel erst nach der Durchführung der erstmaligen Prüfungen vom Hersteller ausgeliefert. Zweckmäßigerweise werden die Druckbehälter vom Betreiber beim Hersteller so bestellt.

Die Abnahmeprüfung ist die letzte Prüfung vor der Inbetriebnahme und gliedert sich in

- Ordnungsprüfung, Unterlagen der vorangegangenen Prüfungen, Kennzeichnung, Prüfzeichen,
- Prüfung der Ausrüstung hinsichtlich der Anordnung, Beschaffenheit und Funktion,
- Prüfung der Aufstellung, Bedienbarkeit, Zugänglichkeit, Standfestigkeit, Schutz vor äußeren Einwirkungen, Schutz vor den aus Sicherheitseinrichtungen austretenden gefährlichen Stoffen.

Sind diese Anforderungen der Druckbehälterverordnung erfüllt, so erstellt der Sachverständige eine Prüfbescheinigung, in der der ordnungsgemäße Zustand des Druckbehälters dokumentiert ist. Der Betreiber nimmt diese Bescheinigung zu seiner Prüffakte.

Druckbehälter der Gruppe I, soweit sie für brennbare, ätzende oder giftige Stoffe verwendet werden, und Druckbehälter der Gruppe II werden mit einem Herstellerzertifikat über die ordnungsgemäße Herstellung und einer erfolgreichen Druckprüfung geliefert. Ferner gehört zur Prüfung vor Inbetriebnahme auch, daß mindestens ein Sachkundiger diese Druckbehälter einer Abnahmeprüfung unterzieht. Der Verordnungsgeber hat den Sachverständigen für Prüfungen an Behältern mit geringerem Gefährdungspotential Sachkundige zur Seite gestellt. Diese Sachkundigen müssen umfangreiche Anforderungen erfüllen, so müssen sie z.B. neben persönlichen Voraussetzungen hinsichtlich der Prüftätigkeit weisungsungebunden sein, Erfahrungen besitzen, über die erforderlichen Prüfeinrichtungen verfügen und erfolgreich in einem staatlich legitimierten Lehrgang Kenntnisse über Druckbehälterprüfungen nachweisen.

Die Zusammenstellung "Prüfungen an Druckbehältern" (Anlage 5) gibt einen Überblick über die durchzuführenden Prüfungen, jeweils bezogen auf die Prüfgruppen.

10. Wie bei den Dampfkesseln werden auch bei den Druckbehältern mit den vorangestellten Prüfungen die Grundlagen für die wiederkehrenden Prüfungen geschaffen.

Dabei sind einerseits feste Prüffristen vorgeschrieben (Druckbehälter der Gruppen IV und VII) und andererseits den Betreibern Ermessensräume zugewiesen (Druckbehälter der Gruppen I (soweit prüfpflichtig), II, III und VI). Bei den letzteren hat der Betreiber aufgrund seiner Erfahrung mit der Betriebsweise und dem Beschickungsgut die Prüffrist festzulegen.

Wiederkehrende Prüfungen bestehen aus inneren Prüfungen und Druckprüfungen. Bei feuer-, abgas- oder elektrisch beheizten Druckbehältern sind auch äußere Prüfungen durchzuführen.

Bei den inneren Prüfungen, die in Fristen von 5 Jahren durchzuführen sind, ist die drucktragende Wandung des Behälters auf Ihre Beschaffenheit zu prüfen. Wie bei den Dampfkesseln geschieht dies in der Regel durch Besichtigung, erforderlichenfalls mit Hilfsmitteln. Neben der Beurteilung der Wandung sind auch die Ausrüstungsteile in die Prüfung einzubeziehen, soweit dies bei inneren Prüfungen, d.h. nicht betriebenen Druckbehältern möglich ist.

Druckprüfungen sind in Fristen von 10 Jahren durchzuführen. Der Prüfüberdruck beträgt in der Regel das 1,3fache des zul. Betriebsüberdruckes. Das Prüfergebnis soll zeigen, daß durch die Prüfdruckbelastung Risse, Formänderungen oder Undichtigkeiten nicht auftreten. Damit wird die noch ausreichende Festigkeit des Behälters nachgewiesen.

Die äußeren Prüfungen, die wie bei den Dampfkesseln in Jahresfrist durchzuführen sind, erstreckt sich insbesondere auf das Vorhandensein, die Beschaffenheit und die Funktion der Ausrüstungsteile. Da der Behälter bei den äußeren Prüfungen betrieben werden soll, kommt der Funktionsprüfung der Ausrüstung besondere Bedeutung zu.

11. Bei Rohrleitungen hat der Verordnungsgeber die Prüfpflicht einerseits vom Durchmesser und vom Druckdurchmesserprodukt sowie andererseits vom Druck und von den stoffspezifischen Eigenschaften des Fördermediums abhängig gemacht. Mit dieser jüngsten Änderung der Druckbehälterverordnung (Wirkung ab dem 1. Mai 1989) werden in Anlehnung an die Druckbehälterprüfvorschriften auch für Rohrleitungen erstmalige Prüfungen, Abnahmeprüfungen und wiederkehrende Prüfungen vorgegeben.

Der Geltungsbereich der Druckbehälterverordnung ist für Rohrleitungen mit mehr als 0,1 bar zul. Betriebsüberdruck zur Fortleitung brennbarer, ätzender oder giftiger Stoffe erfüllt. Zu den Rohrleitungen gehören auch solche Leitungen, die Druckbehälter miteinander oder mit sonstigen der Druckerzeugung dienenden Anlagenteilen verbinden. Zu den Rohrleitungen gehören auch deren Ausrüstungsteile.

Während die materiellen Anforderungen an die Hersteller oder Errichter von Rohrleitungen, die Werkstoffe, die Berechnung, die Herstellung und Verlegung, die Ausrüstung und den Korrosionsschutz für alle Rohrleitungen unabhängig vom Durchmesser gelten, werden die Verpflichtungen für die Prüfung erst ab einem Nenndurchmesser von mehr als 25 mm vorgeschrieben, wobei für Rohrleitungen in Flüssiggasanlagen erweiterte Bestimmungen gelten.

Die Prüfpflichtgrenzen werden in der "Zusammenstellung Prüfungen an Rohrleitungen" (Anlage 6) deutlich. Bei Rohrleitungen mit einem Nenn-durchmesser größer 25 mm und einem Produkt aus zul. Betriebsüberdruck und Nenn-durchmesser größer 2000 sind Sachverständigenprüfungen auch wiederkehrend im Regelfall alle 5 Jahre durchzuführen. Bei Rohrleitungen, die dieses Druckdurchmesserprodukt nicht erreichen, hat (wie bei den vergleichbaren Druckbehältern) der Betreiber aufgrund seiner Erfahrung mit der Betriebsweise und dem Beschickungsgut die Prüffrist festzulegen.

Für Rohrleitungen zum Betrieb mit sehr giftigen Stoffen oder Flüssiggas gelten erweiterte Bestimmungen, die auf das besondere Gefährdungspotential abheben.

Die Prüfvorschriften für Rohrleitungen lehnen sich an die für Druckbehälter an. So sind

- erstmalige Prüfungen, bestehend aus der Prüfung der für die Herstellung und Errichtung der Rohrleitung erforderlichen Unterlagen, Prüfung der Rohrleitungsbeschaffenheit und Verlegung, Druckprüfung
- Abnahmeprüfungen, bestehend aus Ordnungsprüfung und Prüfung der Ausrüstung

in neu ermittelten Technischen Regeln Rohrleitungen festgelegt.

Die wiederkehrenden Prüfungen bestehen aus

- äußeren Prüfungen, Beschaffenheit der Rohrleitung, Beschaffenheit und Funktion der Ausrüstung
- Druckprüfungen, die sich an die entsprechenden Druckbehälteranforderungen anlehnen.

Die Prüfergebnisse werden in Prüfbescheinigungen dokumentiert. Diese Prüfbescheinigungen sind Voraussetzung für die Inbetriebnahme oder den Weiterbetrieb der Rohrleitungen. Der Betreiber nimmt die Prüfbescheinigungen zu seinen Unterlagen.

12. Bestehende Rohrleitungen, d.h. Rohrleitungen die vor dem 01. Mai 1989 errichtet worden sind und nunmehr von der Druckbehälterverordnung erfaßt werden, sind mit einer Übergangsfrist von 2 Jahren belegt. Die Betreiber dieser Rohrleitungen sind gehalten, äußere Prüfungen und Druckprüfungen in entsprechender Anwendung der vorangestellten Prüfvorschriften innerhalb von 2 Jahren, beginnend mit dem 01. Mai 1989, durchzuführen. Für Rohrleitungen, die mit Druckbehältern verbunden sind; dürfen die Prüfungen mit den Druckbehälterprüfungen zusammengelegt werden.

**Zusammenfassung:**

Auf der Grundlage der Gefährdungspotentiale in überwachungsbedürftigen Anlagen sind Prüfungen Maßnahmen zur Verhütung von Schäden und Unfällen, aber auch zur Vermeidung von Betriebsstörungen und damit zur Betriebssicherheit und Verfügbarkeit der Anlagen.

Rechtsverordnung nach § 24 GewO nennen den Betreibern von Dampfkesselanlagen, Druckbehältern und Rohrleitungen exakte Prüfvorgaben. Die Anlagen dürfen betrieben werden, wenn die Prüfvorschriften eingehalten sind und die Prüfergebnisse dies zulassen. Dabei bauen die Prüfungen so aufeinander auf, daß die Ergebnisse vorangegangener Prüfungen in nachfolgende Prüfungen einfließen und damit zur wirtschaftlichen Durchführung beitragen.

**Verfasser:**

Dipl.-Ing. Rolf Ahlhorn

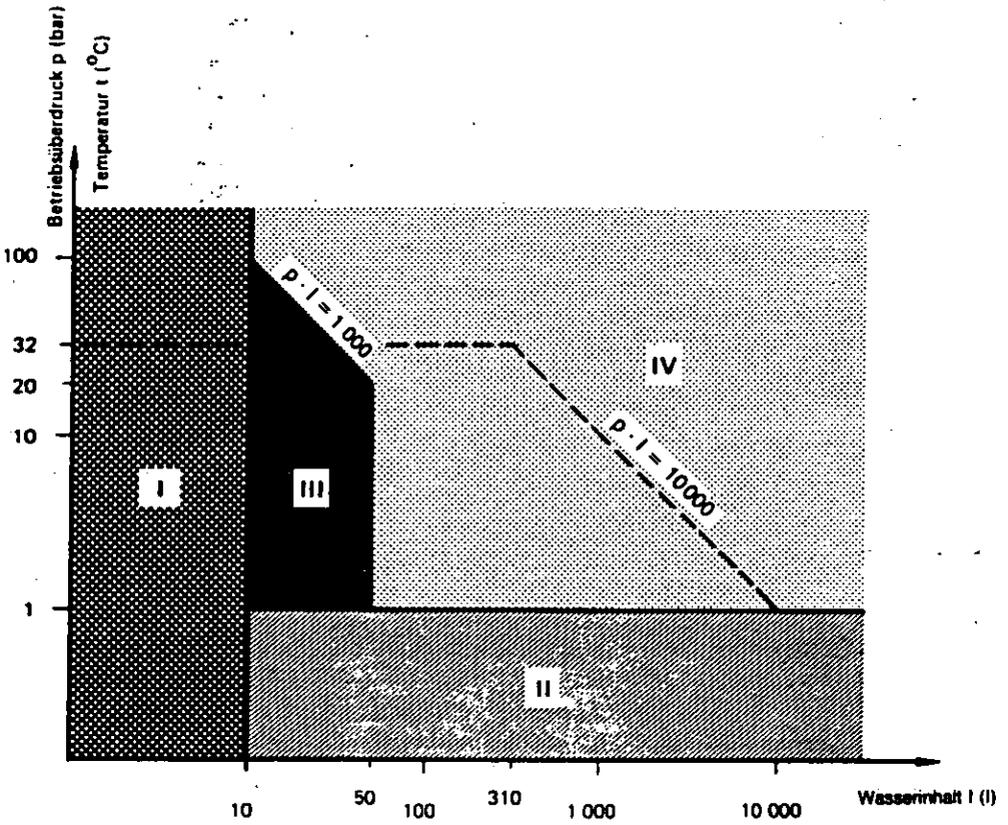
Technischer Überwachungs-Verein

Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.

Am TÜV 1

3000 Hannover 81

6 Anlagen

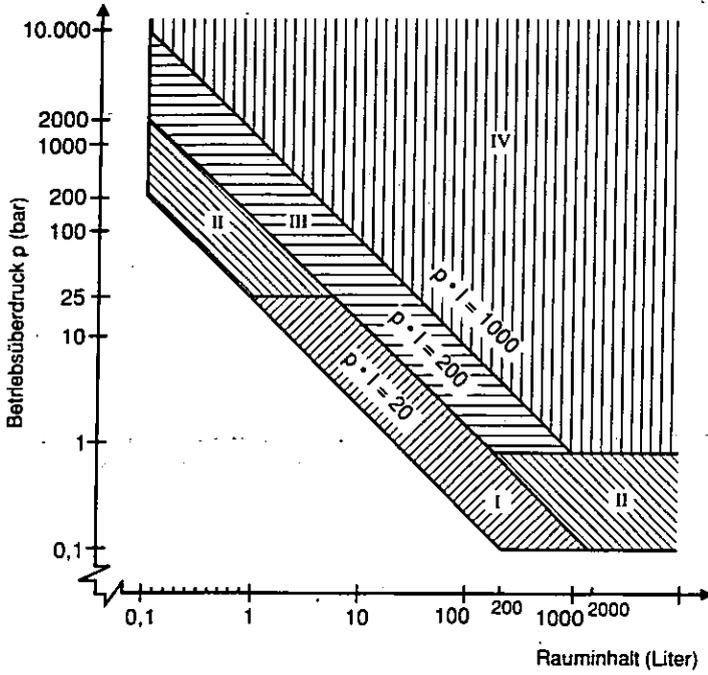


Einteilung der Dampfkessel

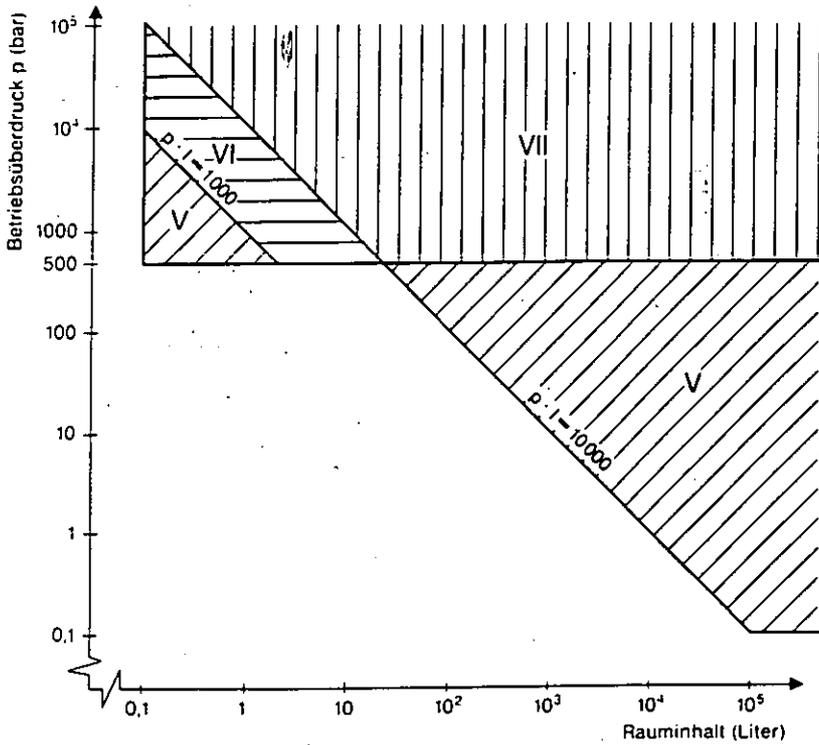
Einteilung	Weitere Merkmale	Prüfung vor Inbetriebnahme						Wiederkehrende Prüfungen		
		Erlaubnis	Anzeige	Baurückfassung	Bauprüfung	Wasserdruckprüfung	Abnahmeprüfung	Innere Prüfung (3 Jahre)	Wasserdruckprüfung (9 Jahre)	Äußere Prüfung (1 Jahr)
Gruppe I: I ≤ 10 t	p ≤ 32 bar	—	—	—	—	0	0	—	—	—
	p > 32 bar	x	—	—	x	x	x			
Gruppe II: I > 10 t und p ≤ 1 bar oder I ≤ 120° C	Beheizungsleistung < 1 MW	x	—	—	x	x	x	—	—	(x)
	Beheizungsleistung ≥ 1 MW	—	x	x	—	0	0			
Gruppe III: 10 t < I ≤ 50 t, p > 1 bar oder I > 120° C und p · I ≤ 1000	p ≤ 32 bar u. Beheizungsleistung < 1 MW	x	—	—	x	x	x	—	—	—
	p > 32 bar u. Beheizungsleistung ≥ 1 MW	—	x	x	—	0	0			
Gruppe IV: p > 1 bar (außer Gruppe I und II)	p ≤ 32 bar u. Beheizungsleistung < 1 MW u. p · I ≤ 100000	x	—	—	x	x	x	x	x	x
	—	—	x	x	—	0	x			
	p > 32 bar u. Beheizungsleistung > 1 MW	x	—	—	x	x	x			

Prüfungen an Dampfkesseln

- x Sachverständiger
- o Hersteller
- (x) Sachverständigenprüfung bei mehr als 2000 Liter Wasserinhalt



Einteilung der Druckbehälter, Prüfgruppe I bis IV

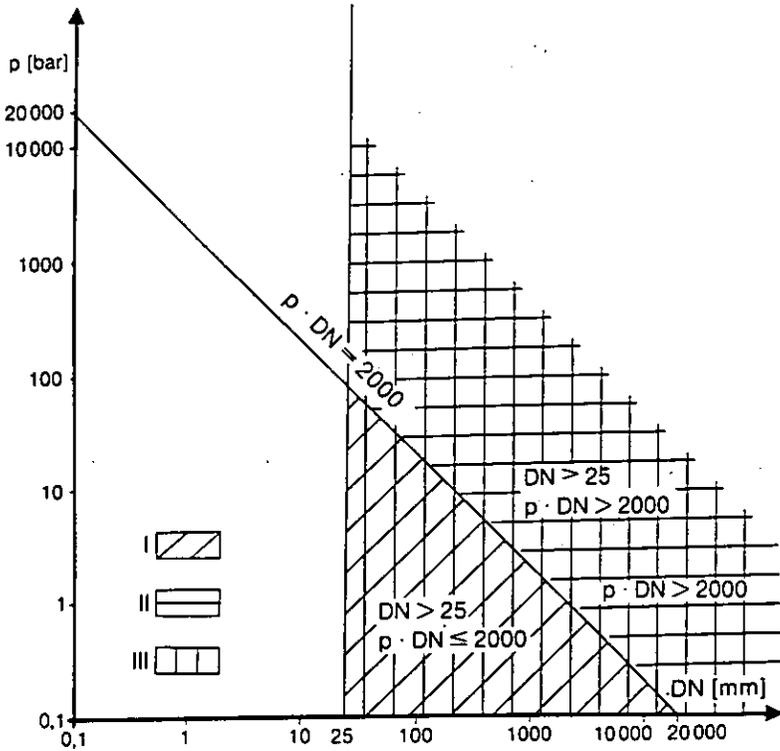


Einteilung der Druckbehälter, Prüfgruppe V bis VII

Druck wird ausgeübt durch	§ 8			§ 9				§ 10		
	Prüfgruppe	zulässiger Betriebsüberdruck p in bar	Druckinhaltsprodukt p·l in bar·l	Prüfung vor Inbetriebnahme					Wiederkehrende Prüfungen	
				erstmalige Prüfung durch Sachverständige	durch Hersteller	Abnahmeprüfung				
					Druckprüfung	Sachverständige	durch Sachkundige	Sachverständige	durch Sachkundige	
a) Gase oder Dämpfe b) Flüssigkeiten oder Feststoffe mit Gas- oder Dampfpolster c) Flüssigkeiten, deren Temperatur die Siedetemperatur bei Atmosphärendruck überschreitet	I	$0,01 < p \leq 0,1$	-	-	ja <sup>1)</sup>	-	ja <sup>1)</sup>	-	ja <sup>1)</sup>	
		$0,1 < p \leq 25$	$\leq 200$	-	ja <sup>1)</sup>	-	ja <sup>1)</sup>	-	ja <sup>1)</sup>	
	II	$0,1 < p \leq 1$	$> 200$	-	ja	-	ja	-	ja	
		$> 25$	$\leq 200$	-	ja	-	ja	-	ja	
	III	$> 1$	$200 < p \cdot l \leq 1.000$	ja	-	ja	-	-	ja	
	IV	$> 1$	$> 1.000$	ja	-	ja	-	ja	-	
Flüssigkeiten, deren Temperatur die Siedetemperatur bei Atmosphärendruck nicht überschreitet	V	$\leq 500$	$> 10.000$	-	-	-	-	-	-	
		$> 500$	$\leq 1.000$	-	-	-	-	-	-	
	VI	$> 500$	$1000 < p \cdot l \leq 10.000$	ja	-	ja	-	-	ja	
	VII	$> 500$	$> 10.000$	ja	-	ja	-	ja	-	

<sup>1)</sup> Dies gilt nur für Druckbehälter der Prüfgruppe I, die für brennbare, ätzende oder giftige Stoffe verwendet werden.

Prüfungen an Druckbehältern



Bereich	Eigenschaften des Fördermediums	Vor Inbetriebnahme durch		Wiederkehrend durch
		Erstprüfung	Abnahmeprüfung	
I	giftig, brennbar, ätzend	Hersteller/ Errichter	Sachkundige	Sachkundige
II	giftig, brennbar, ätzend	Sachverständige	Sachverständige	Sachverständige
III	sehr giftig	Sachverständige	Sachverständige	Sachverständige

Prüfungen an Rohrleitungen, ausgenommen für Flüssiggas

## Überwachungsbedürftige Anlagen - Prüfungen Elektrische Anlagen

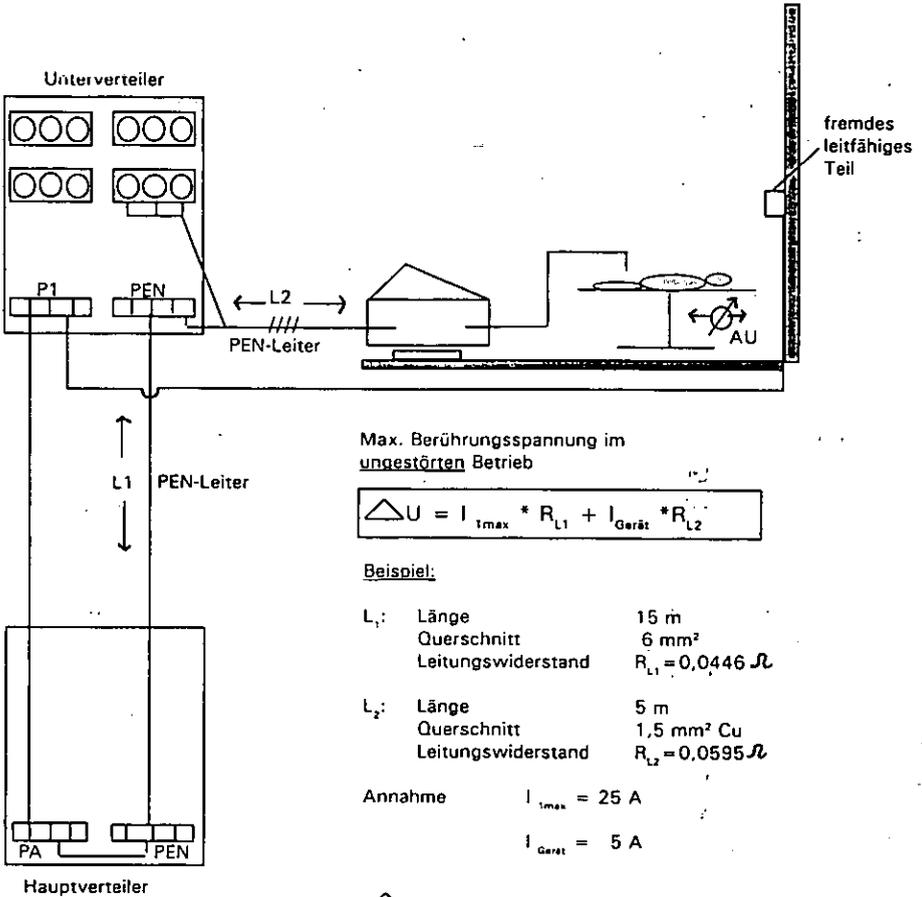
Im europäischen Sprachgebrauch sind Prüfungen technischer Anlagen Maßnahmen der Instandhaltung. Prüfungen sind demzufolge in regelmäßigen Abständen erforderlich, um einen sicherheitstechnisch unbedenklichen und reibungslosen Betrieb zu gewährleisten. Grundlage für die Prüfung einer elektrischen Anlage in einem Krankenhaus sind die technischen Regeln, die zum Zeitpunkt der Errichtung der Anlage gültig waren. Es gilt der sog. Bestandsschutz, demzufolge Änderungen bzw. Anpassungen an neuere Bestimmungen nicht verlangt werden. Eine Ausnahme bilden solche Fälle, für die in den zutreffenden Verordnungen oder technischen Regeln ausdrücklich Anpassungsmaßnahmen vorgeschrieben worden sind. In diesen Fällen kann sich die Prüfung nicht auf den Erhaltungszustand der Anlage in Bezug auf den Zeitpunkt der Errichtung beschränken, sondern muß Änderungen vorschlagen. Derartige Anpassungsforderungen waren für elektrische Anlagen in Krankenhäusern in DIN VDE 0107 vom Juni 1981 enthalten und betrafen die im Krankenhaus verwendete Netzform und den Potentialausgleich.

Prüfungen, ob und in welchem Umfange vorhandene elektrische Anlagen an die jetzt gültigen technischen Regeln angepaßt werden müssen, können nur von erfahrenen, mit dem Krankenhausbetrieb vertrauten Sachverständigen, wie z. B. denen der TÜV vorgenommen werden. Dabei müssen wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt und mit sicherheitstechnischen Aspekten in Einklang gebracht werden.

### Elektrische Sicherheit im Krankenhaus

Die grundlegenden sicherheitstechnischen Anforderungen an die elektrische Sicherheit im Krankenhaus lassen sich in den beiden folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Es muß verhindert werden, daß durch Potentialdifferenzen zwischen Bauteilen des Gebäudes und den Gehäusen von Geräten (z.B. bei Isolationsfehlern) über den Körper des Patienten, der mit medizinischen Geräten oder anderen technischen Einrichtungen in Berührung kommen kann, ein gefährlicher Körperstrom fließen kann.



Max. Berührungsspannung im ungestörten Betrieb

$$\Delta U = I_{\text{tmax}} * R_{L1} + I_{\text{Gerät}} * R_{L2}$$

Beispiel:

- L<sub>1</sub>: Länge 15 m  
 Querschnitt 6 mm<sup>2</sup>  
 Leitungswiderstand R<sub>L1</sub> = 0,0446 Ω
- L<sub>2</sub>: Länge 5 m  
 Querschnitt 1,5 mm<sup>2</sup> Cu  
 Leitungswiderstand R<sub>L2</sub> = 0,0595 Ω

Annahme I<sub>tmax</sub> = 25 A  
 I<sub>Gerät</sub> = 5 A

$$\Delta U = 1115 \text{ mV} + 298 \text{ mV}$$

$$\Delta U = 1413 \text{ mV (!)} \gg 10 \text{ mV}$$

falsch ! ändern !

Bild 1 Patienten-Berührungsspannung bei Installation mit PEN-Leitern

2. Für lebenswichtige und lebensrettende oder bei einem Eingriff in den Patienten unabdingbar notwendige medizinische Geräte muß ein Stromausfall auch für kurze Unterbrechungszeiten unbedingt vermieden werden.

Um diese Anforderungen sicherzustellen, sind eine Reihe von Maßnahmen erforderlich, die im folgenden dargelegt werden sollen.

### 1.1 Schutz bei indirektem Berühren

Nicht nur durch einen vollkommenen Körperschluß eines spannungsführenden Leiters in einem medizinischen Gerät, sondern auch durch Kriechströme und unvollkommene Körperschlüsse kann das metallene Gehäuse eines Gerätes und die damit verbundenen Armaturen eine Spannung annehmen, die bei Berührung den Menschen gefährden. Wegen der teilweise sehr intensiven Berührung des Patienten mit medizinischen Geräten bzw. peripheren Einrichtungen, wie Sonden, Katheter u. a., unmittelbar am Körper, darf im Fehlerfall die Berührungsspannung von max. 220 V nur für maximal 200 Millisekunden bestehen bleiben und muß danach auf eine Fehlerspannung von 25 V begrenzt werden. Bei Eingriffen im Körper, insbesondere am Herzen, auf 10 mV. Schutzmaßnahmen in den elektrischen Anlagen müssen so bemessen sein, daß diese Werte im Betrieb und bei Auftreten eines Fehlers eingehalten werden.

Eine Grundvoraussetzung, um diese Forderung zu gewährleisten ist, daß an keiner Stelle im Krankenhaus der Neutralleiter (N) gleichzeitig als Schutzleiter (PE) verwendet wird. Wenn dies der Fall ist, also durch diesen "Schutzleiter" (PEN) ein Strom fließt, muß sich längs dieses Leiters nach den elektrotechnischen Regeln ein Spannungsgefälle einstellen (siehe Bild 1). Diese Spannungsdifferenz besteht am Ende des Leiters zwischen den mit diesem Leiter in Verbindung stehenden Gehäuse, z. B. eines Medizingerätes und anderen geerdeten Teilen. Es handelt sich dabei um eine betriebsmäßig bleibende Spannungsdifferenz, die bei Überbrückung durch Berührung einen Stromfluß durch den Körper zur Folge hat. In Operationseinrichtungen und damit in Verbindung stehenden Räumen sowie Intensivstationen, Katheterisierungsräumen (Räumen der Raumgruppe 2) sind Patienten durch Spannungsdifferenzen von mehr als 10 mV bereits akut gefährdet.

Raumgruppe 0	Raumgruppe 1	Raumgruppe 2
<p>max. Berührungsspannung <math>\leq 65 \text{ V}_{\sim}</math>  <u>bei Einspeisung EVU:</u></p> <p>alle Maßnahmen nach VDE 0100 Teil 410</p> <p><u>bei Einspeisung aus Sicherheitsstromversorgung:</u></p> <p>Meldung im IT-Netz  Schutzisolierung  Schutzkleinspannung (SELV)  Funktionskleinspannung (PELV und FELV)</p> <p>Schutz durch Abschalten mit FI-Schaltern  Schutz durch Abschalten (Nullung)  (nur mit rechnerischem Nachweis)</p>	<p>max. Berührungsspannung <math>\leq 25 \text{ V}_{\sim}</math></p> <p>nur folgende Maßnahmen (bei Einhaltung 25 V):</p> <p>Schutzkleinspannung (SELV)  Funktionskleinspannung (PELV und FELV)  (FELV nicht für OP-Leuchten)</p> <p>Schutz durch Abschalten mit FI-Schaltern:  30 mA bis 63 A  300 mA über 63 A oder Betriebsmittel außerhalb Handbereich</p> <p>Schutz durch Meldung im IT-Netz  (<math>R_i &gt; 100 \text{ k}\Omega</math> / <math>U_{\text{res}} &lt; 25 \text{ V Gs}</math>  <math>i_{\text{res}} &lt; 1 \text{ mA}</math>, Meldung <math>\leq 50 \text{ k}\Omega</math>)</p> <p>Schutztrennung mit 1 Verbraucher</p> <p>Räume für intrakardiale Eingriffe</p> <p><math>U_b \leq 1 \text{ V}</math>  im Bereich 1,25 m um die Patientenposition gilt in Anlagen ohne PEN-Leiter als erfüllt</p>	<p>max. Berührungsspannung <math>\leq 25 \text{ V}_{\sim}</math></p> <p>nur folgende Maßnahmen (bei Einhaltung 25 V):</p> <p>Schutzkleinspannung (SELV)  Funktionskleinspannung (PELV und FELV)  (FELV nicht für OP-Leuchten)</p> <p>Schutz durch Abschalten mit FI-Schaltern nur für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Röntengeräte</li> <li>- Großgeräte (&gt;5 kW)</li> <li>- Stromkreise für Geräte nicht medizinischer Anwendung</li> <li>- Raumbeleuchtung</li> <li>- OP-Tischausrüstung</li> </ul> <p>Schutz durch Meldung im IT-Netz  (<math>R_i &gt; 100 \text{ k}\Omega</math> / <math>U_{\text{res}} &lt; 25 \text{ V Gs}</math>  <math>i_{\text{res}} &lt; 1 \text{ mA}</math>, Meldung <math>\leq 50 \text{ k}\Omega</math>)</p> <p>Schutztrennung mit 1 Verbraucher</p> <p><math>U_b \leq 10 \text{ mV}</math>  im Bereich 1,25 m um die Patientenposition gilt in Anlagen ohne PEN-Leiter als erfüllt</p>

Ein Vielfaches dieses Spannungswertes stellt sich jedoch bei einem stromdurchflossenen Neutralleiter schon bei verhältnismäßig kurzen Leitungslängen ein. Insbesondere in älteren Häusern, in denen die konsequente Verlegung eines getrennten Schutzleiters ab Hauptverteilung im Krankenhaus nicht gewährleistet ist, muß die Messung dieser "10 mV-Bedingung" zu Zeiten des stärksten Betriebes im Krankenhaus regelmäßig im Rahmen der Prüfung gemessen werden.

Die in normalen Installationen möglichen Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren (teilweise oder vollständiger Körperschluß in einem Gerät) müssen im Krankenhaus auf solche beschränkt werden, bei denen eine höhere Berührungsspannung als 25 V nicht länger als Zeit als 200 Millisekunden bestehen bleiben kann. In Fällen, in denen bei einem Fehler eine Abschaltung in Kauf genommen werden kann, eignet sich hierfür besonders der Einsatz von Fehlerstromschutzschaltern (30 mA) im TN-Netz, sofern man nicht Geräte einsetzen kann, die von Hause aus mit Kleinspannung, d. h. einer Spannung von 24 V betrieben werden (siehe Blatt 2).

In Bereichen, in denen eine Netzabschaltung nicht in Kauf genommen werden kann, muß eine Schutzmaßnahme angewandt werden, die im Falle eines Körperschlusses lediglich zu einer Meldung führt, ohne daß der Betrieb beeinträchtigt wird. Dazu eignet sich ein gegen Erde isoliertes Netz mit Isolationsüberwachung (IT-Netz), in dem ein erster Fehler lediglich zu einer Meldung führt. In einem solchen Netz kann auch bei einem vollständigen Körperschluß an einem Gerät ein Patient beim Berühren des Gehäuses keine Spannungsdifferenz überbrücken, so daß ein gefährlicher Körperstrom ausgeschlossen ist. So kann ein fehlerhaftes Gerät bis zur Beendigung des erforderlichen Einsatzes weiterbetrieben werden, ohne Personal oder Patienten zu gefährden.

Es bedarf keiner besonderen Erklärung, daß solche dem Krankenhausbetrieb angepaßten besonderen Schutzmaßnahmen regelmäßig geprüft werden müssen, um die Sicherheit auf Dauer zu gewährleisten.

## 1.2 Potentialausgleich

Unbeschadet der beschriebenen Maßnahmen muß im Krankenhaus ein zusätzlicher Potentialausgleich vorgesehen werden, mit dem denkbare Potentialunterschiede zwischen leitfähigen elektrischen Betriebsmitteln und vom Patienten im Anwendungsfall berührbaren fest eingebauten leitfähigen Teilen durch leitfähige Verbindungen überbrückt werden. Durch solche festen Verbindungen können Spannungsunterschiede verhindert werden.

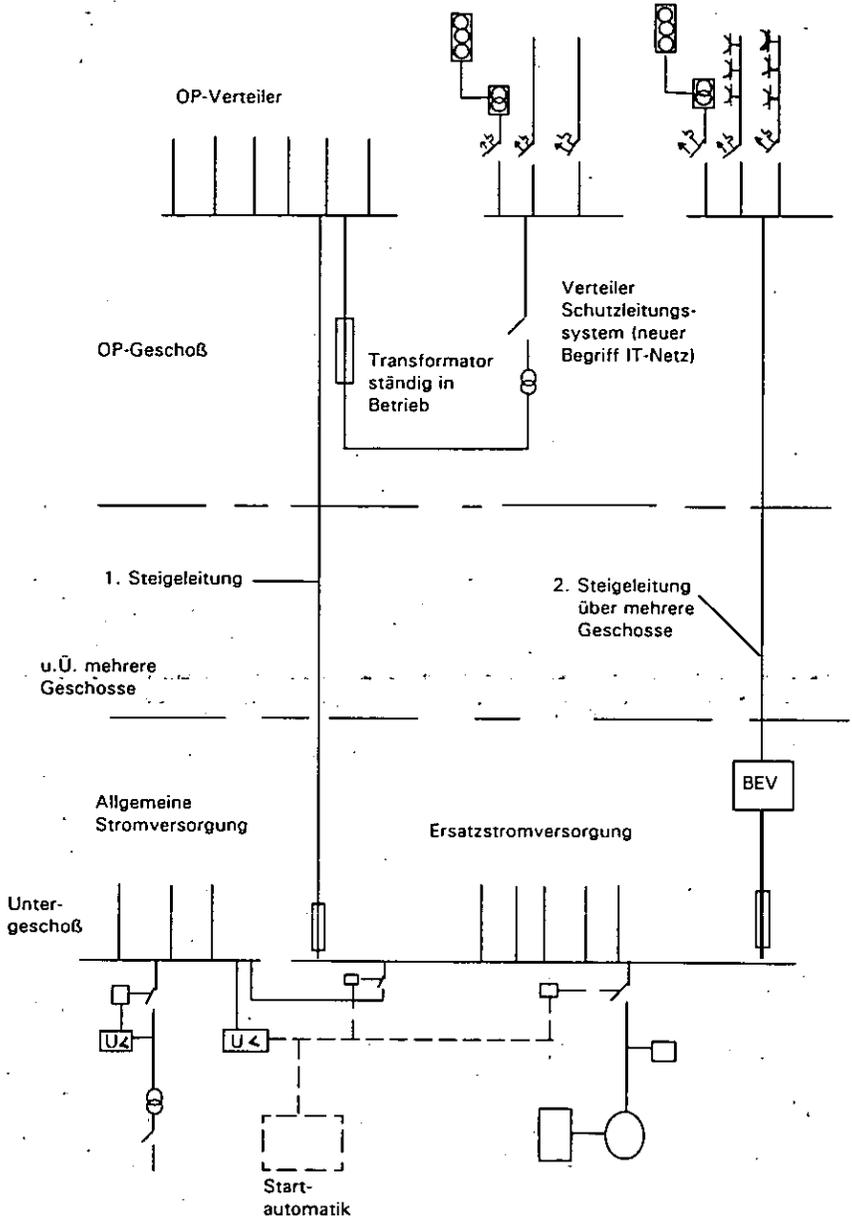
Dieser zusätzliche Potentialausgleich bedingt, daß alle leitfähigen Teile in einem Umkreis von 1,25 m um die bestimmungsgemäßen Positionen der Patienten an einen Potentialausgleichsleiter (PA) angeschlossen werden müssen. "Leitfähige Teile" in diesem Sinne sind Wandhalter, Schienen, Rohrleitungen, Heizkörper u.a.

Dieser Bereich um die Patientenposition war nach der VDE 0107/6.81 doppelt so groß, was zur Folge hatte, daß fast alle metallenen Einbauten, z. B. eines Operationsraumes einschl. Fenster- und Türrahmen, Seifenspender, Handtuchhalter, an den PA angeschlossen werden mußten. Dieser hohe Aufwand ist jetzt wesentlich reduziert. Erleichternd dabei ist auch, daß grundsätzlich nur die bestimmungsgemäße Patientenposition bei der Installation zu berücksichtigen ist und nicht ein denkbarer Ausnahmefall, wie er z. B. in einem Notfallkrankenhaus oder einer Entbindungsstation immer einmal vorkommen kann.

## 2.1 Sicherheitsstromversorgung

Der wesentlichste Gesichtspunkt für die Projektierung der Stromversorgung von Räumen, in denen ein Stromausfall nicht hingenommen werden kann (Räume der Raumgruppe 2) ist, daß die Erfassung eines Stromausfalles und die Zuschaltung einer Sicherheitsstromversorgung grundsätzlich an der letzten Unterverteilung erfolgen muß, die diese "sensiblen Räume" versorgt. Wenn nur ein Spannungsausfall des öffentlichen Elektrizitätsversorgungsunternehmens erfaßt wird, d. h. ein Spannungsausfall nur am Hauptverteiler des Krankenhauses gemessen wird, bleiben die viel

Schutzleitungssysteme für einen OP  
z.B. grüne Steckdosen z.B. orange Steckdosen



**Bild 3** Unsichere Stromversorgung der Steckdosen im OP

häufigeren internen Fehler unberücksichtigt. Ein Spannungsausfall am Unterverteiler einer Intensivstation kann z. B. dadurch verursacht sein, daß die speisende Leitung, über die noch weitere Raumgruppen versorgt werden, überlastet ist und ein Überstromschutzorgan in dieser Leitung anspricht. Fehlt dann unmittelbar an dem betroffenen Verteiler, z. B. einer Intensivstation, eine Ersatzstromversorgung oder eine zweite Zuleitung von einer Ersatzstromquelle, dann ist ein Stromausfall über lange Zeit unvermeidbar mit all den katastrophalen Folgen, die man sich in solchen Raumgruppen eines Krankenhauses leicht ausmalen kann. Eine sichere Stromversorgung ist demzufolge nur gewährleistet, wenn im letzten Unterverteiler von Räumen der Raumgruppe 2 die Möglichkeit besteht, direkt oder über eine zweite Leitung eine zweite Stromquelle wirksam werden zu lassen.

Angesichts der Bedeutung, die die Stromversorgung in der heutigen Apparatemedizin hat, hätte die für VDE 0107 zuständige Kommission gern in die jüngste Ausgabe vom November 1989 eine Anpassungsforderung für die Sicherheitsstromversorgung in dem dargelegten Sinne aufgenommen. Dieses Vorhaben ist jedoch an formalrechtlichen Einwänden von Behörden gescheitert, obwohl die Kommission hier eine Anpassung für zwingend erforderlich hielt.

Krankenhäuser sind häufig so aufgebaut, daß Teile der Stromversorgung eines OP über eine im Keller angeordnete besondere Ersatzstromversorgung mit einer einzigen Zuleitung eingespeist werden (siehe Bild 3). Dabei befindet sich die Umschalteneinrichtung in der BEV. Spricht in dieser einzigen Zuleitung ein Überstromschutzorgan an, so ist trotz vorhandener BEV (neuerdings ZSV) eine Stromversorgung nicht mehr gegeben.

## 2.2 Brandschutzmaßnahmen

Die Sicherheit der Stromversorgung ist auch bei Vorhandensein von 2 Zuleitungen zur Unterverteilung einer Raumgruppe 2 nur dann gegeben, wenn nicht durch Brandeinwirkung beide Zuleitungen gleichzeitig beschädigt werden können. Aus diesem Grunde kommt dem Brandschutz für elektrische Anlagen in Krankenhäusern eine besondere Bedeutung zu. Deshalb wurden

Blatt 4

## **Maßnahmen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit in bestehenden Anlagen mit BEV**

1. Die Zuleitung zwischen BEV-Anlagen und Unterverteilern von Räumen der Raumgruppe 2 muß so verlegt sein, daß mechanische Beschädigungen oder Brandeinwirkungen nach Möglichkeit vermieden sind. Gegebenenfalls sind zur Erreichung dieses Zieles nachträgliche Brandschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der "Richtlinien über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen", die in einigen Bundesländern als Verordnungen bereits erlassen worden sind, erforderlich.
2. In dieser Leitung darf zwischen dem Transformator und der zu versorgenden Schiene im Unterverteiler kein Überstromschutzorgan angeordnet sein.
3. Jeder Transformator ist mit einer Überstrom-Meß- und Meldeeinrichtung mit optischer und akustischer Meldung auszurüsten. Die optische Meldung darf nicht löschar sein. Die Meldung muß auf dem Überwachungstableau der Station oder in der Zentrale (hier genügt Sammelmeldung) erkennbar sein. Eine Abschaltung des Transformators darf nicht erfolgen. Das Krankenhauspersonal ist dahingehend zu unterweisen, daß bei Ansprechen der Meldeeinrichtungen betriebliche Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung erforderlich sind.
4. Der Transformator des IT-Netzes darf auf der Primärseite nur gegen Kurzschluß geschützt sein. Dieses Kurzschlußstromschutzorgan kann gegebenenfalls (zum Beispiel bei Anlagen mit nur einem Trafo) auch die netzseitige Gerätesicherung der Umschalt einrichtung sein.
5. Die in den BEV-Anlagen üblicherweise enthaltenen Überlastanzeigen, die nur die Gesamtbelastung der BEV berücksichtigen, müssen mit optischer und akustischer Meldung auf dem Überwachungstableau der Station, gegebenenfalls in der Zentrale, erkennbar sein.

die von einer Bund-Länder-Kommission erarbeiteten "Richtlinien über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen, Fassung September 1988" im Beiblatt 1 zur VDE 0108 veröffentlicht und gelten auch in Krankenhäusern. Demnach dürfen elektrische Leitungen grundsätzlich nicht offen verlegt sein und die sie umgebenden Bauteile müssen einer bestimmten Feuerwiderstandsklasse genügen. Nach Möglichkeit müssen die beiden Zuleitungen für die Netzstromversorgung und einer Ersatzstromversorgung auf getrennten Wegen zu ihrem Zielort geführt sein.

### 2.3 Hilfsweise Maßnahmen in bestehenden Krankenhäusern

Die Versorgungssicherheit kann in solchen Fällen, in denen eine räumlich fern untergebrachte Ersatzstromversorgung mit Umschalteneinrichtung über eine einzige Zuleitung zum Unterverteiler geführt wird, dadurch erhöht werden, daß ein Ausfall dieser Zuleitung weitgehend ausgeschlossen ist. Dies geschieht durch eine brandschutztechnisch sichere Abklemmung dieser einzigen Zuleitung und die Herausnahme jeglicher Überstromschutzorgane, d. h. Verzicht auf einen Überstromschutz und Inkaufnahme einer möglichen Überlastung. Dies ist dann möglich, wenn in der letzten Unterverteilung eine Meßeinrichtung vorhanden ist, die im Falle einer Überlastung eine Warnung gibt, die das Personal in die Lage versetzt, den Stromverbrauch zu reduzieren. Im Zweifelsfall ist es eher hinzunehmen, die elektrische Anlage auf Kosten der Lebensdauer für eine gewisse Zeit zu überlasten, als durch einen völligen Stromausfall, d. h. Ansprechen eines Überstromschutzorgans, einen totalen Stromausfall hinzunehmen mit den denkbaren Folgen für einen Patienten (Maßnahmen siehe Blatt 4).

### Zusammenfassung

Insbesondere in Krankenhäusern, die nicht nach den neuesten Anforderungen an die Starkstromanlagen in Krankenhäusern gemäß VDE 0107/11.89 gebaut worden sind, muß die Patientensicherheit durch eine regelmäßige Überwachung und Prüfung des Istzustandes und durch sich daraus im Einzelfall ergebende Nachrüstungen und Anpassungsmaßnahmen sichergestellt werden. Dabei sind Funktionsprüfungen von Fehlerstromschutzschaltern, Isolationsüberwachungseinrichtun-

gen, Messungen des Potentialausgleichs, der höchstmöglichen auftretenden Berührungsspannung erforderlich; aber auch die Besichtigung und Erprobung eines Ersatzstromaggregates einschl. dessen Aufstellung, Belüftung und Brandschutz bis hin zur ausreichenden Bevorratung mit Kraftstoff. Mit solchen Prüfungen sollten erfahrene, langjährig mit der Materie vertraute Sachverständige betraut werden.

#### Literatur-Verzeichnis

- 1) VDE 0107/6.81 Errichten und Prüfen von elektrischen Anlagen in medizinisch genutzten Räumen
- 2) VDE 0107/11.89 Starkstromanlagen in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern mit Beiblatt 1 und Entwurf Änderung 1
- 3) VDE 0108/10.89 Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen mit Menschenansammlung  
Teil 1: Allgemeines  
Beiblatt zu Teil 1: Baurechtliche Regelungen  
Teil 4: Hochhäuser
- 4) VDE-Schriftenreihe Heft 17: Starkstromanlagen in Krankenhäusern  
Erläuterungen zu VDE 0107
- 5) Zeitschrift Krankenhaustechnik, Januar 1992  
W. Twachtmann: Sichere Stromversorgung im Krankenhaus

#### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. W. Twachtmann

i. Hs. des TÜV Norddeutschland e. V.

Große Bahnstr. 31

2000 Hamburg 54

## Prüfungen überwachungsbedürftiger Anlagen

### Aufzugsanlagen

#### 1. Einleitung

Aufzugsanlagen gehören auch heute noch auf Grund der von ihnen ausgehenden Gefahren

- Absturz bzw. Übergeschwindigkeit des Fahrkorbes
- Absturz an den Zugangsstellen in den Schacht infolge nicht geschlossener Schachtzugänge
- Quetsch- und Schergefahren

zu den überwachungsbedürftigen Anlagen gemäß § 24 Gewerbeordnung.

Mit dem Einigungsvertrag vom 31.08.1990/1/ traten die Gewerbeordnung/2/ und die Aufzugsverordnung/3/ mit den im Vertrag genannten Maßgaben - d. h. unter Wahrung des Bestandsschutzes - auch in den neuen Bundesländern in Kraft. Lediglich die in der Aufzugsverordnung enthaltenen Betriebsvorschriften mußten spätestens bis zum 31.12.1991 angewendet werden.

#### 2. Vorschriftenwerk und Sachverständigenwesen

Die heute geltenden Aufzugsbestimmungen sind in den Technischen Regeln für Aufzüge (TRA) 001 aufgeführt (siehe Anlage 1). Maßgebend für die Errichtung und den Betrieb von Aufzugsanlagen ist die Aufzugsverordnung vom 27.02.1980. Danach müssen Aufzugsanlagen nach den Vorschriften des Anhangs zu § 3 Abs. 1 dieser Verordnung und im übrigen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet und betrieben werden. Zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik zählen neben den vom Deutschen Aufzugausschuß ermittelten und vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung (BMA) im Bundesarbeitsblatt bekanntgegebenen TRA /4/

auch die europäischen Normen für elektrisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge DIN EN 81 Teil 1/5/ und hydraulisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge DIN 81 Teil 2 /6/.

Prüft die zuständige Behörde - nach § 24d der Gewerbeordnung im Regelfall das Gewerbeaufsichtsamt -, ob eine Aufzugsanlage den Anforderungen des § 3 Abs. 1 der Aufzugsverordnung entspricht, so hat sie gemäß der "Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Aufzugsverordnung" /3/ in der Regel davon auszugehen, daß diese Anforderungen erfüllt sind, soweit die Aufzugsanlage den TRA bzw. den EN 81-1 oder EN 81-2 entspricht.

Diese Prüfungen führen im Regelfall die gemäß § 24c Abs. 1 und 2 der Gewerbeordnung amtlich anerkannte Sachverständige durch, die in den Technischen Überwachungs-Organisationen zusammengefaßt sind. Die in der ehemaligen DDR vorhandene Staatliche Technische Überwachung, die ebenfalls derartige Prüfungen durchführte, ist aufgelöst worden. Die Mitarbeiter wurden z. T. von der neu gebildeten Gewerbeaufsicht oder von den in den neuen Bundesländern gegründeten Technischen Überwachungs-Vereinen übernommen. Diese neuen Vereine arbeiten eng mit den Technischen Überwachungs-Vereinen der Altbundesländer zusammen. So sind seit dem 01.01.1992 der TÜV Sachsen-Anhalt und der TÜV Hannover zum gemeinsamen TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt zusammengewachsen und betreuen das mittlere und südliche Niedersachsen, das nördliche Nordrhein-Westfalen sowie Sachsen-Anhalt.

### 3. Vorschriften für die Errichtung und Inbetriebnahme eines Aufzuges

Im Regelfall ist die Errichtung einer Aufzugsanlage - dazu gehört auch die wesentliche Änderung - vor Beginn der Arbeiten dem Sachverständigen anzuzeigen (§ 7 AufzV, Anzeigepflicht). Der Anzeige sind die technischen Unterlagen beizufügen. Lediglich bei der Errichtung von Mühlen-, Lagerhaus- und Behindertenaufzügen ist darüber hinaus die Erlaubnis der zuständigen Behörde einzuholen (§ 8 AufzV, Erlaubnis).

Zuständige Behörde ist für den öffentlich zugängigen Bereich das Gewerbeaufsichtsamt, für den Privatbereich die Bauaufsicht. Zur Erteilung der Erlaubnis ist die Stellungnahme des Sachverständigen nach Prüfung der Unterlagen erforderlich.

Ist die Aufzugsanlage fertiggestellt, muß vor der Inbetriebnahme eine Abnahmeprüfung gemäß § 9 AufzV durchgeführt werden, in der vom Sachverständigen gemäß TRA 102 Ziffer 2 geprüft wird, ob die Anlage entsprechend den Anforderungen der AufzV errichtet worden ist. Werden keine Mängel festgestellt, durch die Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden, wird die Abnahmebescheinigung ausgestellt.

#### 4. Haupt- und Zwischenprüfungen

Hauptprüfungen gemäß § 10 AufzV werden zwei Jahre nach der Abnahmeprüfung und dann in 2jährigen Rhythmen durchgeführt. Prüfinhalte sind in TRA 102 Ziffer 3 aufgeführt. Prüfungen von Treibfähigkeit, Fangvorrichtung und Bremse beim Seilaufzug bzw. von Rohrbruchsicherung und Nachholeinrichtung beim hydraulischen Aufzug werden mit Belastungsgewichten durchgeführt. Bei bestimmten Aufzugsarten kann durch neu entwickelte Prüfmethode auf die Belastungsgewichte verzichtet werden.

Zwischen der Abnahmeprüfung und der ersten Hauptprüfung sowie zwischen den Hauptprüfungen unterliegen die Aufzugsanlagen einer nicht angekündigten Zwischenprüfung gemäß § 11 AufzV. Der Prüfumfang für die Zwischenprüfung ist in TRA 102 Ziffer 4 festgelegt.

#### 5. Sonstige Prüfungen

Die "Prüfung nach Schadensfällen" (§ 12 AufzV), die durch die Aufsichtsbehörde "Angeordnete Prüfung" (§ 13 AufzV) bei Schadensfällen oder aus sonstigem besonderen Anlaß sowie die "Hauptprüfung vor Wiederinbetriebnahme" (§ 14 AufzV) bei einem außer Betrieb gesetzten Aufzug vervollständigen die Palette der Prüfungen an Aufzugsanlagen.

## 6. Anforderungen an den Betrieb

In § 19 der AufzV wird der Betreiber einer Aufzugsanlage angewiesen,

1. die Anlage ordnungsgemäß zu betreiben und in betriebs-sicherem Zustand zu erhalten, insbesondere in dem erforderlichen Umfang von einer sachkundigen Person warten und instandsetzen zu lassen,
2. die Wartungszugänge und Notzugänge zum Fahrschacht sowie die Zugänge zum Triebwerk und zu den zugehörigen Schalteinrichtungen unter Verschuß zu halten,
3. mit der Anlage zu befördernde Lasten so zu sichern, daß eine Gefährdung mitfahrender Personen und eine Beschädigung der Anlage vermieden werden,
4. in der Nähe des Triebwerkes eine Anweisung über den ordnungsmäßigen Betrieb der Anlage anzubringen,
5. wenn die Anlage außer Betrieb gesetzt ist, durch Hinweisschilder an den Fahrschachttüren hierauf hinzuweisen,
6. die Fahrschachtzugänge außer Betrieb gesetzter Personen-Umlaufaufzüge sicher abzusperrern.

(2) Die Anlage ist außer Betrieb zu setzen, wenn sie Mängel aufweist, durch die Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden. Fahrschachtzugänge mit schadhafte Türen oder mit schadhafte Türverschlüssen sind gegen Zutritt zu sichern.

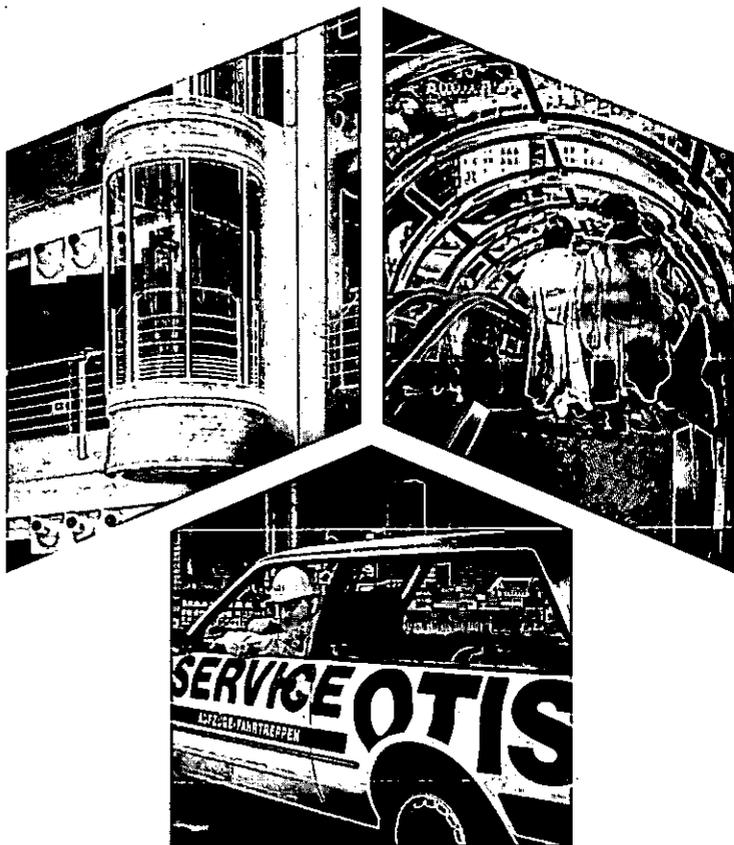
Diese Betriebsvorschriften werden durch die TRA 007 präzisiert und gelten gemäß Einigungsvertrag bereits ab 01.01.1992 auch in den neuen Bundesländern.

Dieses gilt auch für die in § 20 AufzV erhobene Forderung nach Bestellung mindestens eines Aufzugswärters für die Aufzugsanlagen, in denen Personen befördert werden dürfen. Dieser Aufzugswärter muß

1. die Anlage beaufsichtigen,
2. die Mängel, die sich an der Anlage zeigen, bestimmten Personen melden,

# 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 Fahrsteige**

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 Servicelahrzeuge, 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**

## OTIS GmbH

Otisstraße 33, (Postfach)  
W-1000 Berlin 27  
Telefon (0 30) 43 04-0  
Telefax (0 30) 4 32 30 12  
Telex 1 83 731

## OTIS GmbH

**Werk Pankow**  
Mühlenstraße 62-65  
O-1100 Berlin  
Telefon 47 02-0  
Telefax 47 02-3 21

## OTIS GmbH

**Werk Leipzig**  
Rosenowstraße 22  
O-7025 Leipzig  
Telefon 24 93 50  
Telefax 24 93 79

## OTIS Escalator GmbH.

Industriestr. 2, (Postfach 480)  
W-3060 Stadthagen  
Telefon (0 57 21) 7 06-0  
Telefax (0 57 21) 9 14 80  
Telex 9 72 206

## Büro Aachen

Wildbacher Mühle 43/45  
W-5100 Aachen  
Telefon (02 41) 1 20 76 0

## Büro Bad Reichenhall

Karl-Weiß-Straße 5a  
W-8230 Bad Reichenhall  
Telefon (0 86 51) 6 10 37 0

## Büro Berlin (City)

Landgrafenstraße 14  
W-1000 Berlin 30  
Telefon (0 30) 2 64 82-0

## Büro Berlin Mitte

Chausseestraße 35  
O-1040 Berlin  
Telefon 2 88 30

## Service Nord

Hertefeldstraße 2  
W-1000 Berlin 20  
Telefon (0 30) 3 33-30 11

## Service Süd

Germaniastraße 21  
W-1000 Berlin 42  
Telefon (0 30) 7 51 30 72

## Büro Bielefeld

Otto-Brenner-Straße 63  
W-4800 Bielefeld 1  
Telefon (05 21) 29 50 15 0

## Büro Bonn

Brunngasse 2  
W-5300 Bonn 1  
Telefon (02 28) 67 10 71 0

## Büro Braunschweig

Porschestraße 10  
W-3300 Braunschweig  
Telefon (05 31) 31 40 68 0

## Büro Bremen

Zum Panrepel 7-9  
W-2800 Bremen 44  
Telefon (04 21) 4 38 68-0

## Büro Chemnitz

Palmstraße 26  
O-9072 Chemnitz  
Telefon 41 44 81

## Büro Cottbus

Straße der DSF 2  
O-7513 Cottbus  
Telefon 52 51 37

## Büro Dortmund

Markhege 102  
W-4600 Dortmund 30  
Telefon (02 31) 94 60 10-0

## Büro Dresden

Gutzkowstraße 10  
O-8012 Dresden  
Telefon 4 65 52 29 / 30

## Büro Düsseldorf

Ungelshheimer Weg 6  
Postfach 30 03 29  
W-4000 Düsseldorf 30  
Telefon (02 11) 42 00 66 0

## Büro Erfurt

Am Laitrand 1  
O-5032 Erfurt  
Telefon 6 46 55 15

## Büro Essen

Münchener Straße 68  
Postfach 10 28 22  
W-4300 Essen 1  
Telefon (02 01) 8 10 46-0 0

## Büro Frankfurt / Main

August-Schanz-Straße 13a  
W-6000 Frankfurt 50  
Telefon (0 69) 5 48 50-0 0

## Büro Frankfurt / Oder

Birnbaumsmühle 65  
O-1200 Frankfurt / Oder  
Telefon 36 70

## Büro Freiburg

Rimsinger Weg 16  
W-7800 Freiburg  
Telefon (07 61) 44 10 91 0

## Büro Gera

Parkstraße 10  
O-6500 Gera  
Telefon 58 21 60 / 61

## Büro Halle

Ludwig-Wucherer-Str. 12/14  
O-4020 Halle  
Telefon 8 76-0

## Büro Hamburg

Wandalenweg 14  
W-2000 Hamburg 1  
Telefon (0 40) 23 60 06-0 0

## Büro Hannover

Mergenthalerstraße 8  
W-3014 Laatzen 1  
Telefon (05 11) 82 40 24 0

## Büro Karlsruhe

Am Storrenacker 3  
W-7500 Karlsruhe 1  
Telefon (07 21) 61 60 73 0

## Büro Kassel

Kohlenstraße 125  
W-3500 Kassel  
Telefon (05 61) 2 30 77 0

## Büro Kiel

Barkauer Straße 119  
W-2300 Kiel 14  
Telefon (04 31) 71 40 64 0

## Büro Koblenz

Moselweisser Straße 56  
W-5400 Koblenz  
Telefon (02 61) 4 06 21-0

## Büro Köln

Amsterdamer Straße 230  
W-5000 Köln 60  
Telefon (02 21) 7 15 11-0 0

## Büro Leipzig

Rosenowstraße 22  
O-7025 Leipzig  
Telefon 24 93-0

## Büro Lübeck

Gutenbergstraße 4  
W-2407 Bad Schwartau  
Telefon (04 51) 2 40 05 0

## Büro Magdeburg

Babelsberger Straße 12  
O-3027 Magdeburg  
Telefon 5 79 12

## Büro Mannheim

Angelstraße 15  
Postfach 24 02 34  
W-6800 Mannheim 24  
Telefon (06 21) 8 64 12 0

## Büro München

Landsberger Straße 183  
W-8000 München 21  
Telefon (0 89) 5 70 00-0 0

## Büro Nürnberg

Wischelstraße 71  
W-8500 Nürnberg 80  
Telefon (09 11) 3 18 95-0 0

## Büro Potsdam

Möbelhof 4  
O-1581 Potsdam  
Telefon 8 75 47 77

## Büro Regensburg

Liskircherstraße 23  
W-8400 Regensburg  
Telefon (09 41) 2 60 71 0

## Büro Rostock

Dalwitzhofer Weg 3  
O-2500 Rostock  
Telefon 45 41 51 / 52 / 53

## Büro Saarbrücken

Schopenhauerstraße 24  
W-6600 Saarbrücken  
Telefon (06 81) 3 91 95 0

## Büro Schwedt

Wendenstraße 1  
O-1330 Schwedt  
Telefon 2 34 48

## Büro Schwerin

Egon-Erwin-Kisch-Straße 11  
O-2792 Schwerin  
Telefon 34 20 10

## Büro Stuttgart

Erich-Heion-Straße 27  
W-7012 Fellbach  
Telefon (07 11) 5 75 49-0 0

## Büro Ulm

Mühlsteige 4  
W-7900 Ulm  
Telefon (07 31) 60 18 85 0

## Büro Wiesbaden

Hasengartenstraße 14c  
W-6200 Wiesbaden  
Telefon (06 11) 70 28 51 0

## Büro Wuppertal

Aisenstraße 19  
W-5600 Wuppertal 1  
Telefon (02 02) 30 70 20 0

3. eine Weiterbenutzung der Anlage verhindern, wenn durch Mängel an ihr Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden,
4. eingreifen, wenn Personen durch Betriebsstörungen im Fahrkorb eingeschlossen sind.

Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, daß ein Aufzugswärter jederzeit leicht zu erreichen ist, solange die Anlage zur Benutzung bereitsteht.

Der Aufzugswärter kann von der ständigen Präsenz an der Aufzugsanlage entbunden werden, wenn ein Notrufleitsystem gemäß TRA 106 installiert ist. Die Befreiung eingeschlossener Personen wird dann von den Mitarbeitern der Notrufleitzentrale übernommen.

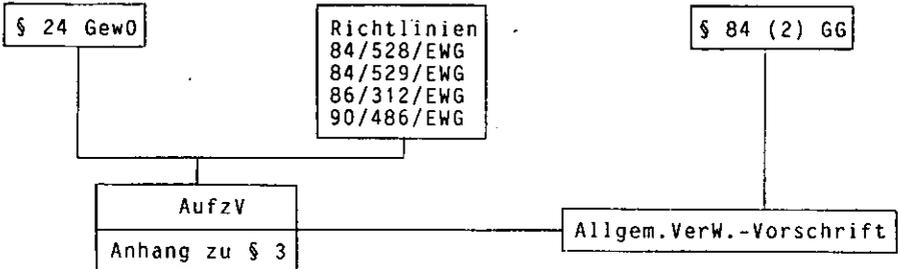
Die Aufzugsindustrie ist dabei, Systeme zu entwickeln, die generell einen Aufzugswärter ersetzen können. Dazu soll die in TRA 007 aufgeführte regelmäßige Überprüfung der Aufzugsanlage durch den Aufzugswärter von Zusatzsystemen übernommen werden, so daß im Störungs- oder Gefahrenfall die Wartungsfirma sofort unterrichtet wird. Erste Ansätze dazu sind recht erfolgversprechend.

Der Aufzugswärter mit Wartungsbefugnis, der vor der Änderung der Aufzugsverordnung im Jahre 1988 noch im § 20 erwähnt wurde und eine Prüfung durch den Sachverständigen bedurfte, ist nicht mehr aufgeführt. Jetzt liegt es allein im Verantwortungsbereich des Betreibers, sich von der Sachkunde des Wartungspersonals zu überzeugen.

Bei Aufzugshersteller- und -Wartungsfirmen ist das sicherlich kein Problem; sollen jedoch Wartungs- und kleinere Instandsetzungsarbeiten vom hauseigenen Personal durchgeführt werden, ist sicherlich Vorsicht geboten.

Dipl.-Ing. Oskar Rosin  
im TÜV Hannover e. V.  
Zentralabteilung Aufzugstechnik  
Am TÜV.1.

Aufzugsbestimmungen



TRA	001	Allgemeines. Aufbau und Anwendung der TRA
	002	Verzeichnis der i.d. TRA genannten Normen ...
	003	Berechnung der Treibscheibe
	004	-
	005	-
	006	Wesentliche Änderungen
	007	Betrieb
	101	Prüfung von Bauteilen .
	102	Prüfung von Aufzugsanlagen
	103	-
	104	Prüfung von Fassadenaufzügen ...
	105	Prüfung von Bauaufzügen ...
	106	Leitsysteme für Fernnotruf
	200	Personen-, Lasten- und Güteraufzüge
	300	vereinfachte Güteraufzüge ...
	400	Kleingüteraufzüge
	500	Personen-Umlaufaufzüge
	600	Mühlenaufzüge
	700	Lagerhausaufzüge
	800	-
	900	Fassadenaufzüge
	1100	Bauaufzüge mit Personenbeförderung
DIN EN 81 Teil 2		Elektrisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge
	81 Teil 2	Hydraulisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge
SR Kunststoffrollen. Glastüren. Heberanschlag. Hydraulik. Führungsschienen		
Auslegungen zu DIN EN 81-1 und DIN EN 81-2		

Schrifttum

- /1/ Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik über die Herstellung der Einheit Deutschlands - Einigungsvertrag - vom 31. August 1990
- /2/ Gewerbeordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 01. Januar 1987 (BGBl. I S. 425), zuletzt geändert durch Artikel 18 des Gesetzes vom 28. Juni 1990 (BGBl. I S.1221)
- /3/ Verordnung über Aufzugsanlagen (Aufzugsverordnung - AufzV) vom 27. Febr. 1980 (BGBl. I S. 173, 205), zuletzt geändert durch Anlage I, Kap. VIII, Sachgebiet B Abschnitt II Nr. 2 des Einigungsvertrages vom 31. August 1990 in Verbindung mit Artikel 1 des Gesetzes vom 23. September 1990 (BGBl. II S. 885, 1024) sowie  
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Aufzugsverordnung in der durch Artikel 3 der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ablösung von allgemeinen Verwaltungsvorschriften nach § 24 der Gewerbeordnung bekanntgegebenen Fassung vom 27. Februar 1980 (BAnz. Nr. 43 vom 01. März 1980)
- /4/ Technische Regeln für Aufzüge,  
aufgestellt vom Deutschen Aufzugausschuß, in der jeweils neuesten Fassung veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt
- /5/ DIN EN 81 Teil 1  
Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Personen- und Lastenaufzügen sowie Kleingüteraufzügen  
Teil 1\_ Elektrisch betriebene Aufzüge, Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- /6/ DIN EN 81 Teil 2  
Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Personen- und Lastenaufzügen sowie Kleingüteraufzügen  
Teil 2: Hydraulisch betriebene Aufzüge, Beuth-Verlag GmbH

## Empfehlungen für bauliche Gestaltung und sicherheitstechnische Ausrüstung nach einer Begehung

Dipl.-Ing. M. Wagner, Stuttgart

---

### 1. Rechtliche Grundlagen

Die Grundlagen des Bauordnungsrechtes stellen die Bauordnungen dar, mit deren materiellen Bestimmungen Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung, für Leben und Gesundheit abgewehrt werden sollen.

Zu diesen Bauordnungen gehört auch die Krankenhausbau-Verordnung-KhBau-VO. Sie regelt speziell für den Krankenhausbereich die

- allgemeinen Vorschriften,
- Bauvorschriften,
- Anforderungen an Räume und Raumgruppen,
- Fachkrankenhäuser, Sonderkrankenhäuser und entsprechende Fachabteilungen
- Betriebsvorschriften
- zusätzliche Bauvorlagen, Prüfung
- Schlußvorschriften.

Da das Bauordnungsrecht der Gesetzgebungskompetenz der Länder unterliegt, wurde, um eine bundeseinheitliche Regelung zu finden, 1959 eine Musterkrankenhaus-Bauordnung entworfen, die den Ländern als Vorlage dienen soll. Die zuständige Fachkommission "Bauaufsicht" der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Länderminister (ARGEBAU) passen diese Musterbau-Ordnung laufend der technischen Entwicklung an.

Bisher wurde die Muster-Krankenhaus-Bauverordnung nur von dem Bundesland Nordrhein-Westfalen am 21. Februar 1978 als "Verordnung über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern - Krankenhausbauverordnung - (KhBau-VO) in den Landesverordnungen aufgenommen.

Die übrigen Bundesländer haben die Muster- Krankenhaus-Bauverordnung zwar noch nicht offiziell in das jeweilige Landesrecht übernommen jedoch wird auf die Erfüllung der Anforderungen im allgemeinen verwiesen.

In den Bundesländern Hessen, Bremen und Saarland gelten derzeit die Richtlinien über Anlage, Bau, Betrieb und Einrichtung von Krankenhäusern (Krankenhaus-Richtlinie-KHR).

Die KHR sind keine Rechtsvorschriften. Sie gelten im Sinne der Landesbauordnungen als Weisung und verpflichten die Bauaufsichtsbehörden, sie in Ihren Entscheidungen zugrunde zu legen.

Die Regelungen in den neuen Bundesländern müssen noch abgewartet werden. Es ist jedoch anzunehmen, daß man sich an den Regelungen der Partnerbundesländer orientieren wird.

Das Ziel des Vortrages ist es, technischen Leitern, Entscheidungsträgern und sonstigen interessierten Personen von Krankenhäusern, Herstellern von technischen Ausrüstungen, Bauplanern, Architekten, Prüfingenieuren etc., die Anforderungen der KhBauVO an die bauliche Gestaltung und sicherheitstechnische Ausrüstung von Krankenhäusern zu erläutern und anhand von Beispielen transparent zu machen.

Das von der Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU erstellte Muster einer Verordnung über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern (Krankenhausbauverordnung - KhBauVO - in der Fassung vom Dezember 1976) diente als Grundlage der Erstellung dieses Vortrags.

Eine Betrachtung über die Eignung von Rettungswegen für die Evakuierung von Kranken sowie die Aufstellung eines Evakuierungsplanes runden den Themenkreis der KhBauVO sinnvoll ab.

Die in dem Vortrag gezeigten Bilder und Fallbeispiele wurden in einem Krankenhaus aufgenommen.

## **2. Allgemeine Anforderungen**

### **2.1 Geltungsbereich**

Der Geltungsbereich der Krankenhausbauverordnung (KhBauVO) bezieht sich auf den Bau und Betrieb von Krankenhäusern und andere bauliche Anlagen mit entsprechender Zweckbestimmung.

### **2.2 Begriffsbestimmung**

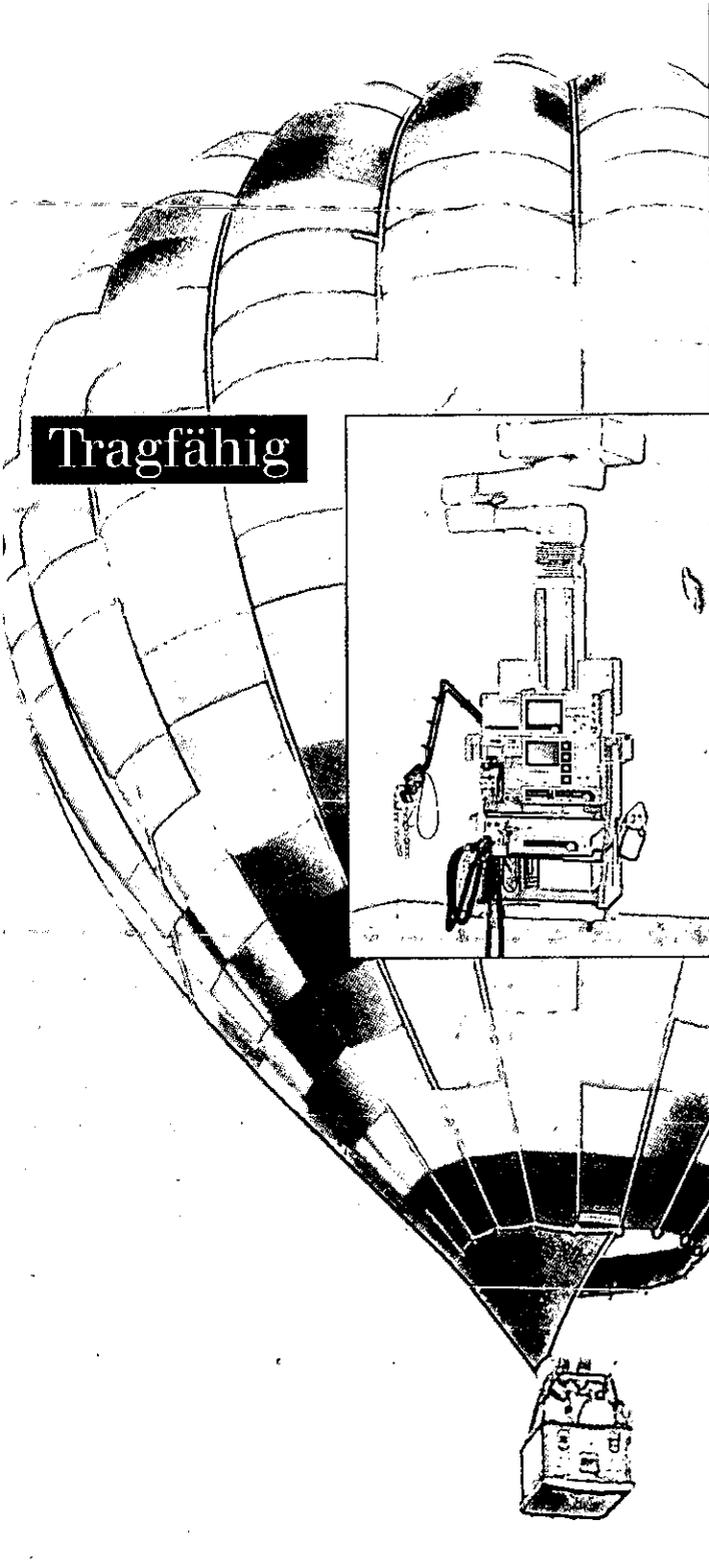
Unter dem Begriff Krankenhaus werden bauliche Anlagen verstanden, in denen eine

- durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistung Krankheiten, Leiden oder Körperschäden festgestellt, geheilt oder gelindert werden sollen,
- Geburtshilfe geleistet wird
  - die zu versorgenden Personen untergebracht und gepflegt werden können.

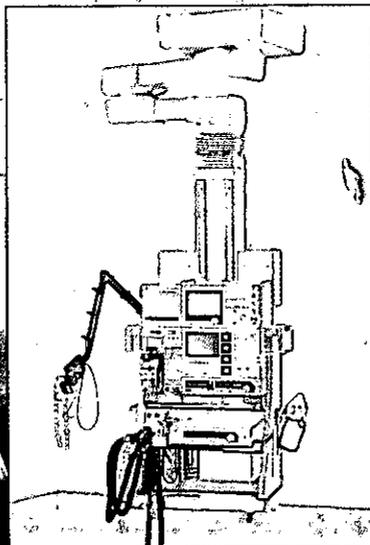
**Polikliniken**, die sinngemäß, soweit die Zweckbestimmung es erfordert, den Anforderungen der KhBauVO unterliegen, sind bauliche Anlagen, in denen Kranke untersucht und behandelt, nicht jedoch untergebracht, gepflegt und gepflegt werden.

**Sonderkrankenhäuser**, sind Krankenhäuser in denen nur Kranke mit bestimmten Krankheiten für eine meist längere Verweilzeit aufgenommen werden. Im Gegensatz zu Krankenhäusern sind sie für einen überörtlichen Einzugsbereich bestimmt.

# Dräger



**Tragfähig**



Die moderne Medizintechnik in Krankenhausbereichen 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.**

Das Krankenhaus wird allgemein aufgeteilt in

**Bereiche, z.B.:**

- **Pflegebereiche** darunter sind Gebäude oder Gebäudeteile zu verstehen, die jeweils in **Pflegeeinheiten** unterteilt werden.
- **Untersuchungs- und Behandlungsbereiche**, dies sind Gebäude, Gebäudeteile oder Raumgruppen in denen Krankheiten, Leiden oder Körperschäden **untersucht oder behandelt** werden, und

**Einheiten, z.B.:**     u

- "**Pflegeeinheiten**", das sind Raumgruppen in Krankenhäusern, in denen Kranke **stationär** untergebracht, verpflegt, gepflegt und behandelt werden,
- **Operationseinheiten**, das sind Raumgruppen in denen Operationen vorbereitet und durchgeführt werden,
- **Entbindungseinheiten**, dies sind Raumgruppen, in denen konservative und operative Geburtshilfe geleistet wird,
- **Intensiveinheiten**, in denen Kranke intensiv überwacht, behandelt und gepflegt werden.

Die Umkleide-, Wach- und Pausenräume für Ärzte, Krankenpflegepersonal und andere Betriebsangehörige werden den jeweiligen Einheiten und Bereichen als zugehörig betrachtet.

Zur Definition des Brandverhaltens von Bauteilen und Materialien sind in der DIN 4102 Teil 1 und Teil 2 entsprechende Benennungen festgelegt worden. Grundsätzlich wird dabei unterschieden zwischen:

- **Baustoffklassen** und deren **bauaufsichtlichen Benennung**
- **Feuerwiderstandsklassen** von Bauteilen.

Die Baustoffklassen berücksichtigen neben der Art des Stoffes auch den Einfluß von Gestalt und Oberfläche auf das Brandverhalten. Die Feuerwiderstandsklassen sind gestaffelt nach der Feuerwiderstandsdauer in Minuten, während ein Bauteil unter den Prüfbedingungen nach DIN 4102 Teil 2 die gestellten Anforderungen erfüllt.

Die in der KhBauVO benutzten Begriffe wie

- feuerhemmende Bauteile
- feuerbeständige Bauteile
- ausreichend gegen Feuerwiderstandsfähige Bauteile
- nicht brennbare Baustoffe

beinhalten letztlich die Festlegung einer bestimmten Feuerwiderstandsklasse, die den Anforderungen an das Bauteil entsprechen muß.

Nachfolgend werden die für innerhalb und außerhalb des Gebäudes geltenden wichtigen Vorschriften diskutiert.

### 3. Bauliche Vorschriften

- Sicherheitsvorschriften auf dem Krankenhausgrundstück
- Sicherheitsvorschriften im Krankenhaus
  - \* Flure, Treppen und Treppenträume
  - \* Wände, Decken, Böden und Türen
  - \* Aufzüge, Brandwände, Beschilderungen und Alarmeinrichtungen

### 4. Betriebsvorschriften

- Anforderungen der Krankenhausbauverordnung an Rettungswege
- Evakuierung von Patienten, Personal und Besuchern in Gefahrensituationen

## 5. Brandschutztechnische Ausstattung

## 6. Haustechnische Anlagen

- Beleuchtung und elektrische Anlagen
- Heizungs- Klima- und Lüftungsanlagen
- Blitzschutzanlagen

## 7. Prüfungen nach KhBauVO

Nach § 38 der KhBauVO sind in Krankenhäusern vor der ersten Inbetriebnahme sowie nach wesentlichen Änderungen in den angegebenen Zeitabständen zu prüfen:

! Prüffachgebiete	! Prüfintervalle
!	! (in Jahren) KhBauVO
! - Rauchabzugseinrichtungen, ! Entlüftungsvorrichtungen für ! Treppenhäuser	! 3
! - Feuerlöscheinrichtungen	! 3
! - Feuermeldeeinrichtungen	! 3
! - Selbsttätige Feuerlöschanlagen	! 1
! - Alarmeinrichtungen	! 3
! - Blitzschutzanlagen	! 5
! - Lüftungsanlagen und ! Klimaanlage	! 3
! - Elektrische Anlagen*	! 3 (5)

\* (Wenn durch Fachkräfte (VDE) zwischenzeitlich geprüft wurde, dann 5 Jahre).

In Abständen von max. 5 Jahren prüft die Bauaufsichtsbehörde mit dem Gesundheitsamt, der Feuerwehr und dem Gewerbeaufsichtsamt die Krankenhäuser unter anderem auch auf die Einhaltung der vorgeschriebenen Prüfungen/Prüfintervalle (§ 38 (11) KhBauVO).

Besteht ein Überwachungsvertrag mit einer fachlich geeigneten Institution, so entfallen die Prüfungen der brandschutztechnischen Einrichtungen und Geräte.

Das Personal ist mit jährlich mindestens 1 mal zu belehren über

1. die Anordnung und Bedienung der Feuerlöschgeräte, die Feuerlösch-, Feuermelde- und Alarminrichtungen und
2. die Brandschutzordnung, insbesondere über das Verhalten bei einem Brand (§36 KhBauVO).

Für die Betriebssicherheit der technischen Anlagen und die Einhaltung der Betriebsvorschriften hat der Betreiber des Krankenhauses mindestens einen fachkundigen Betriebsangehörigen der Bauaufsichtsbehörde zu nennen.

Im Erdgeschoß, bei Pförtner, und auf allen anderen Geschossen ist ein Evakuierungsplan anzubringen. Im Einvernehmen mit der zuständigen Behörde ist vom Betreiber eine Brandschutzordnung sowie ein Feuerwehrplan nach DIN 14095 zu erstellen.

Für den Prüfer stellen sich in Krankenhäusern folgende Aufgabengebiete aufgrund der KhBauVO dar:

- Rauchabzugseinrichtungen
- Feuerlöschgeräte (Handfeuerlöscher)
- Feuerlösch-, Feuermelde- und Alarmanlagen
- Selbsttätige Feuerlöschanlagen
- Blitzschutzanlagen

Die Prüfung obiger Anlagen und Geräte ist durch Sachverständige durchzuführen.

Für die Prüfung der:

- Lüftungsanlagen und der
- Elektrischen Anlagen und Einrichtungen

sind anerkannte Sachverständige zugelassen.

## **8. Zusammenfassung**

Mit der Gegenüberstellung der Forderungen der KhBauVO an die bauliche Gestaltung und sicherheitstechnische Ausrüstung von Krankenhäusern einerseits und der realen Ausführung anhand der zitierten Klinik andererseits, wurde versucht, für Betreiber und den mit der Sicherheitstechnik betrauten Personen das komplexe Problem "Sicherheit im Krankenhaus" transparenter zu machen.

Anforderungen welche die Hygienevorschriften an die bauliche Ausführung stellen wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Bei der Begehung wurde deutlich, daß auf den Rat und die Hilfe eines Sachverständigen nicht verzichtet werden sollte, damit ein sicherer und störungsfreier Betrieb des Krankenhauses weiterhin aufrecht erhalten werden kann.

Dipl. Ing. Michael Wagner  
DEKRA AG Institut für Sicherheit, Umweltschutz und Energie  
Abteilung S33  
Postfach 810207

7000 Stuttgart 80

## Arbeitssicherheit bei der Anlagen-Instandhaltung

S. Radandt, Mannheim

### 1 Problematik

Wenn man die heutigen Sicherheitsstrategien mit den Ergebnissen der Unfallanalysen vergleicht, wird schon hieraus die Problematik der Arbeitssicherheit bei der Anlagen-Instandhaltung deutlich.

Die Hauptursachen für Unfälle bei Instandhaltungsarbeiten sind

- fehlende organisatorische Vorbereitung
- fehlende technologische Vorbereitung der Instandhaltungsmaßnahmen
- fehlende oder sicherheitswidrige Handlungen
- mangelndes Risikobewußtsein.

In Abbildung 1 sind die besonderen Gefährdungen bei der Anlagen-Instandhaltung dargestellt.

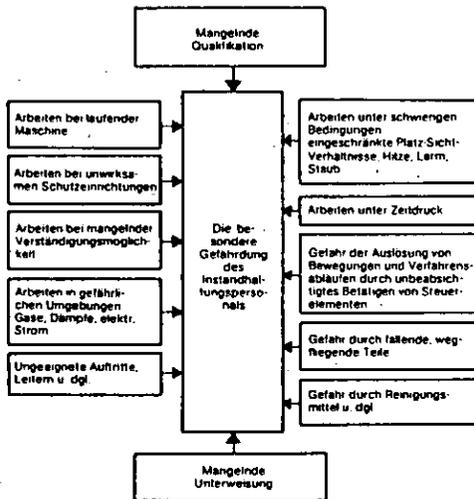


Abbildung 1: Gefährdungen bei Instandhaltungsarbeiten

Die Instandhaltung kann in verschiedene Aufgabengebiete unterteilt werden, was wiederum unterschiedliche Qualifikationen der Personen, die mit den betreffenden Instandhaltungsarbeiten beschäftigt sind, erfordert. Man unterscheidet Störungsbeseitigung, Inspektion, Instandsetzung und Wartung.

Die Arbeitssicherheit wird dabei durch die Art der Aufgabe, die Qualifikation des Personals, die technischen Vorgaben und die Organisationsform bestimmt. Möglichkeiten, die Arbeitssicherheit bei der Instandhaltung zu erhöhen, sind in Abbildung 2 dargestellt.

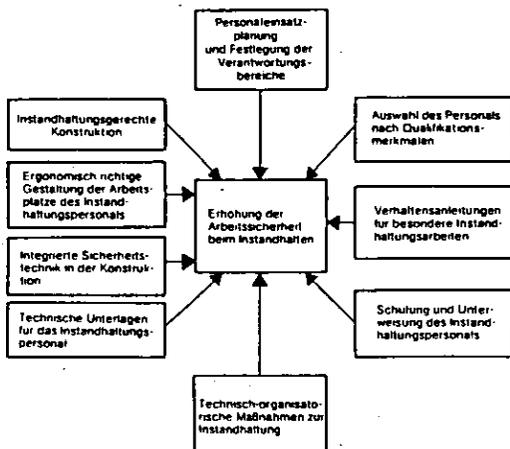


Abbildung 2: Möglichkeiten zur Erhöhung der Arbeitssicherheit

## 2 Arbeitssicherheit bei der Instandhaltung

### Instandhaltung bei verschiedenen Betriebszuständen

Grundsätzlich ist bei der Instandhaltung der Stillstand der Anlage wünschenswert. Dabei muß gewährleistet sein, daß der "Aus-Betrieb" alle sicherheitstechnischen Bedingungen erfüllt, d.h. daß der "Aus"-Befehl zuverlässig alle Gefahrenquellen einschließt. Dieser Zustand darf nicht ungewollt wieder aufgehoben werden können. Optimal wäre eine willensunabhängige Abschaltung der Anlage, also eine automatische Betätigung des "Aus"-Befehls zu Beginn der Instandhaltungsarbeiten. In der Regel liegt allerdings eine willensabhängige Abschaltung vor, bei der die Zahl, Lage, Anordnung, Sinnfälligkeit und Zuordnung der verschiedenen "Aus"-Befehlsgeräte über das Sicherheitsniveau entscheiden. Weiterhin muß der Stillstand während der Instandhaltung gewährleistet sein, d.h. die Befehlsgeräte in der "Aus"-Stellung müssen gegen irrtümliches und unbefugtes Betätigen zuverlässig gesichert sein. Z.B. kann über spezielle Zustimmenschaltungen eine Quittierung des Einschaltbefehls verlangt werden.

Zur zusätzlichen Sicherheit, um einen Stillstand zu garantieren, dienen Verriegelungssysteme. Eine besondere Bedeutung hat das Freischalten der Anlage. Hierunter versteht man das Abschalten von jeglicher Energiezufuhr und das Herbeführen eines energiefreien Zustandes. Zu beachten ist hierbei insbesondere, daß Energie auch in umgewandelter Form in der Anlage gespeichert sein kann und ein Umsetzen verhindert werden muß.

Ein weiterer Bereich der Instandhaltung ist die Beseitigung von Störungen, die durch Funktions- oder Elementfehler oder auch durch Handhabungsfehler des Bedienungspersonals entstehen können. Störungen müssen zum Teil bei laufendem Betrieb behoben werden. Dies erfordert besondere Hilfsmittel, die Gefahren minimieren bzw. ein schnelles Abschalten der Anlage ermöglichen. Zur Störungsbeseitigung empfehlen sich Fehlersignalsysteme, die ein schnelles Erkennen und Lokalisieren von Störungen ermöglichen.

### **Instandhaltung durch Inspizieren**

Inspektion bedeutet eine optische Kontrolle des Ist-Zustands und das Testen von Abläufen, z.B. durch Probenentnahme. Eine gezielte Inspektion kann den Umfang von Instandhaltungsarbeiten reduzieren. Die primäre Forderung ist in diesem Zusammenhang eine einfache und logische Konstruktion einer Anlage, so daß auch Teilsysteme leicht zugänglich und zu prüfen sind. Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die das Personal auch während einer Inspektion schützen. Durch eine Überprüfung während des Betriebs der Anlage darf das Sicherheitsniveau nicht unzulässig gemindert werden. So müssen z.B. redundante Teilsysteme bei der Prüfung unabhängig voneinander bleiben. Insbesondere bei großen unübersichtlichen Anlagen wird zumindest ein Teil der Inspektion vom Prozeßleitstand aus vorgenommen, d.h. der Aufgabenkomplex des Leitstandpersonals umfaßt sowohl die Steuerung des Prozesses als auch die Überwachung der Anlage und die Bearbeitung von Störungen. Hier müssen folglich die Aufgabenbereiche des Personals sorgfältig konzipiert werden.

### **Instandhaltung durch Instandsetzung**

Da Instandsetzungsarbeiten im Normalfall bei Stillstand durchgeführt werden, gelten alle oben genannten Maßnahmen. Eine Anlage sollte modular aufgebaut sein, so daß ein zu reparierendes Element möglichst demontiert werden kann, ohne daß weitere Bauteile ausgebaut werden müssen. Es ist sicherzustellen, daß durch die Demontage einer Komponente andere Teile nicht instabil und damit zu einem Sicherheitsrisiko werden können. Gegebenenfalls sind zusätzliche Arretiervorrichtungen vorzusehen. Wichtig ist weiterhin die persönliche Schutzausrüstung des Personals wie z.B. Schutzkleidung, Atemschutzgerät usw..

### **Instandhaltung durch Reinigung und Schmierung**

Reinigungs- und Schmierarbeiten sind im Normalfall einfach zu lokalisieren. Müssen sie bei laufendem Betrieb der Anlage vorgenommen werden, so sind spezielle Vorrichtungen hierfür vorzusehen. Aus sicherheitstechnischen Gesichtspunkten ist die Zentralschmierung einer Anlage wünschenswert.

Reinigungsarbeiten sollten normalerweise nur im Stillstand vorgenommen werden. Auch hier sind Vorrichtungen zu schaffen, die den Stillstand der Anlage garantieren. Dies kann z.B. bedeuten, daß eine Maschine nur dann laufen kann, wenn alle Verkleidungen ordnungsgemäß angebracht sind. Es sollten ferner geeignete Werkzeuge zur Reinigung zur Verfügung gestellt werden. Weiche Hilfsmittel wie z.B. Putzlappen o.ä. sind beim laufenden Betrieb in der Nähe von Gefahrenquellen nicht zugelassen.

Ein weiterer Problemkreis ist die Gefährdung durch Reinigungsmittel. Bei gesundheitsschädlichen Mitteln sind die jeweiligen Schutzausrüstungen bereitzustellen und dem Personal entsprechende Anweisungen zu geben. Es ist empfehlenswert, alle Reinigungsmittel in Sicherheitsdatenblättern zu beschreiben. Bei gesundheitsgefährdenden Stoffen, die in der Umgebungsluft auftreten können, müssen Atemschutzgeräte getragen werden. Bei der Zusammenstellung der Schutzausrüstung ist außerdem zu beachten, daß das Reinigungspersonal sich häufig an gefährliche Stellen begeben muß, d.h. bei Bedarf sind auch Helme, Absturzsicherungen, vor Verbrennungen schützende Kleidung usw. vorzusehen.

## **Instandhaltungsarbeiten an elektrischen Anlagen**

An Starkstromanlagen besteht eine besondere Gefahr durch mögliche Einwirkung des elektrischen Stroms. Wenn es machbar ist, sollten alle Arbeiten in spannungsfreiem Zustand durchgeführt werden. Vor Beginn der Instandhaltungsarbeit müssen folgende fünf Sicherheitsschritte durchgeführt werden:

1. Freischalten der Anlage
2. Sichern gegen Wiedereinschalten
3. Feststellen der Spannungsfreiheit
4. Erden und Kurzschließen
5. Freigabe zur Arbeit

Dabei müssen alle Stromleiter an der Arbeitsstelle erfaßt werden. Befinden sich in der Nähe des Arbeitsplatzes weitere unter Spannung stehende Teile, so müssen diese ausreichend abgedeckt oder abgeschrankt werden. Die ausführende Person sollte sich vor Beginn der Arbeit noch einmal selbst von der Wirksamkeit aller Maßnahmen überzeugen. Arbeiten an spannungsführenden Teilen dürfen nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Alle Werkzeuge sowie die Schutzkleidung müssen isoliert sein, und auf einen festen Standort bei der Arbeit ist zu achten.

### **Der für Instandhaltungsarbeiten erforderliche Bewegungsfreiraum**

Zum sicheren Ausführen von Arbeiten braucht jeder Mensch in Abhängigkeit von der Art der Tätigkeit, Körperhaltung, Dauer der Tätigkeit, Bewegungsabläufen und der Art der Arbeits- und Schutzkleidung einen gewissen Bewegungsfreiraum. Mindestbewegungsfreiräume werden von den konstruktiven und baulichen Vorgaben bestimmt und sind in den entsprechenden DIN-Vorschriften niedergelegt (z.B. DIN 33402). Durch das Tragen von Schutzkleidung wie Helm und Atemschutzgerät vergrößert sich der erforderliche Bewegungsfreiraum. Weiterhin ist zu bedenken, daß Fluchtwege mit Schutzausrüstung und Rettungsgeräten noch schnell und sicher zu passieren sein müssen.

## **3 Weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Arbeitssicherheit**

### **Maßnahmen in der Planungsphase von technischen Systemen**

Um die Arbeitssicherheit auf einem hohen Niveau zu halten, ist in erster Linie eine instandhaltungsgerechte Konstruktion der Anlage anzustreben. Hierunter fallen der Einsatz von wartungsarmen Stoffen, instandhaltungsgerechten Baugruppen, automatischen Wartungs- und Kontrolleinrichtungen sowie eine hohe Bauteil- und Funktionssicherheit. Auch sollte eine Konstruktion so ausgelegt sein, daß Teile, die häufig gewartet werden müssen, leicht und sicher zugänglich sind. Ein modularer Aufbau mit standardisierten Baugruppen erleichtert den Austausch von defekten oder verschlissenen Teilen. Um die Zuverlässigkeit einer Anlage zu erhöhen, dürfen nicht nur einzelne Subsysteme betrachtet werden, sondern auch deren Einordnung in die gesamte Anlage. Es muß immer die Addition ungünstiger Einflüsse berücksichtigt werden, insbesondere auch ein ungewöhnliches Verhalten des Bedienungs-personals.

## Organisatorische Maßnahmen zur Erhöhung der Arbeitssicherheit bei der Instandhaltung

Eine feste Form der Organisation der Arbeitssicherheit bei der Instandhaltung läßt sich nicht angeben, vielmehr sind die Möglichkeiten einer Sicherheitsstrategie durch die Organisation der Instandhaltung selber vorgegeben. Das bedeutet, daß zunächst die Instandhaltung zu organisieren ist, und daraufhin Maßnahmen zur Arbeitssicherheit zu integrieren sind. In Abbildung 3 ist ein Verfahrensschema für Instandhaltungsarbeiten beispielhaft dargestellt.

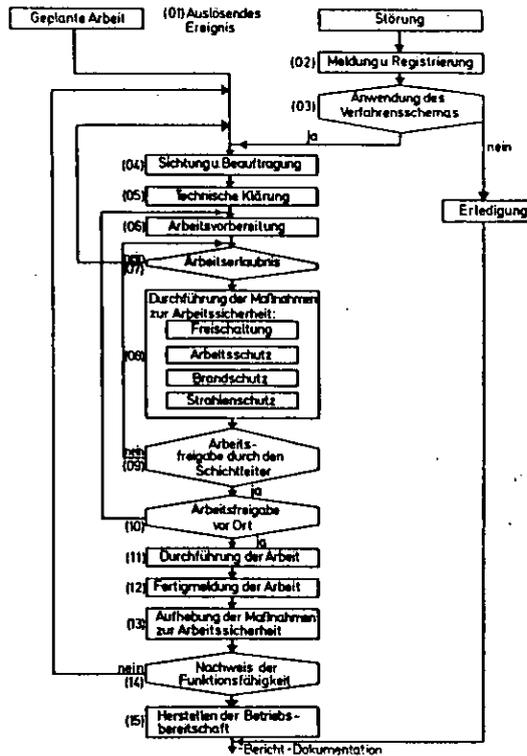


Abbildung 3: Verfahrensschema für Instandhaltungsarbeiten

Bei der Instandhaltung nach Inspektion ist die Arbeitssicherheit naturgemäß leichter zu planen als bei einer Störungsbeseitigung. Mittels Untersuchungen über Ursachen von Störungen können Methoden zu deren Beseitigung entwickelt und das Personal entsprechend geschult werden. Zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit bei Instandhaltungsarbeiten können Rahmenkontrollsysteme erarbeitet werden, in denen mögliche Gefahren und Gegenmaßnahmen festgelegt sind. So können dann die Instandhaltungsarbeiten bis hin zu einzelnen Arbeitsabläufen und Handgriffen geplant werden.

## Unterweisung und Training des Instandhaltungspersonals

Eine weitere Maßnahme zur Erhöhung der Arbeitssicherheit ist die Schulung des Personals. Die wesentlichen Bestandteile einer solchen Schulung sind:

- Verhalten bei der Arbeit
- Handhabung der Werkzeuge
- Benutzung der Schutzausrüstung
- Funktion und Anwendung der Sicherheitseinrichtungen

Zu berücksichtigen ist, daß belastende Bedingungen zu einer erheblichen Leistungsminderung des Bedienungspersonals führen können. Man kann z.B. ein Simulationstraining durchführen, bei dem geübt wird, Störungen zu vermeiden und auftretende Störungen zu beherrschen, und sowohl motorische als auch gedankliche Fertigkeiten trainiert werden. Hierzu empfiehlt es sich, die möglichen Störungen zu klassifizieren und in Störungsklassen zusammenzufassen. Ziel der Schulung des Personals ist es, Denk- und Handlungsweisen zu vervollkommen und sicherheitsgerechtes Verhalten unter belastenden Bedingungen einzuüben. Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg solcher Maßnahmen ist die entsprechende Motivation der Mitarbeiter.

## 4 Literaturhinweise

Boenker, Eckhardt, Simon: Arbeitssicherheit bei der Instandhaltung, Verlag Tribüne Berlin, 1973

Göring, Simon: Transport und Instandhaltung - Schwerpunkte des Arbeitsschutzes, Verlag Tribüne Berlin, 1975

Hartmann: Instrumente zur Risikoabschätzung in der Instandhaltung, Industrielle Organisation 44 (1975) Nr.5

Hofmann: Mehr Sicherheit bei geplanter Instandhaltung, Der Maschinenschaden 46 (1973), Heft 2

Instandhaltungssymposium - Sicherheit - Wirtschaftlichkeit - Unternehmerische Aufgabe, Verlag TÜV Rheinland GmbH, 1977

Integrierung der Arbeitssicherheit in die Instandhaltung, Verlag und Vertriebsgesellschaft m.b.H. Düsseldorf, 1970

Meyer: Die vorbeugende Instandhaltung in der chemischen Industrie, Verlag TÜV Rheinland GmbH, 1978

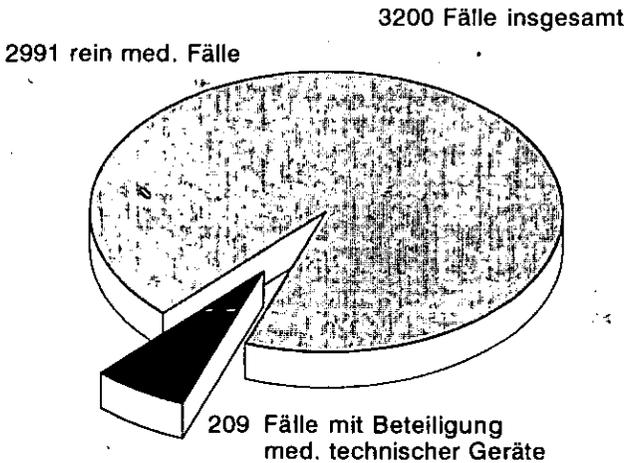
Radandt, Defren: Sicherheitstechnik im Maschinenbau, Walter Stutz Verlag München, 1975

Dr. Ing. S. Radandt  
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten  
Dynamostraße 7-9  
6800 Mannheim

**Medizinisch-technische Zwischenfälle im Krankenhaus und deren Verhinderung**  
O. Anna, Hannover

Zwischenfälle in Krankenhäusern sind ebensowenig unabwendbares Schicksal wie Zwischenfälle im täglichen Leben. Nur die wenigsten Zwischenfälle können auf unabänderliche Schicksalsschläge zurückgeführt werden, also auf Umstände, an denen nichts zu ändern war.

Die meisten Zwischenfälle haben als Ursache mangelnde Organisation und mangelnde Kenntnis des Personals sowie technische Mängel an technischer Einrichtung und an Geräten.



**Abb.1: Aufschlüsselung technischer Zwischenfälle im Krankenhaus**

Wenn auch ein Vielfaches der Zwischenfälle, die mit technischen Einrichtungen und Geräten zusammenhängen, im medizinischen Bereich zu konstatieren ist, so ist es für uns Techniker doch Anlaß, in unserem Bereich eine Strategie zur Sicherheit des

Patienten zu verfolgen, die entsprechenden Maßnahmen zu ergreifen und so - mindestens für unseren Bereich - dem Patienten eine optimale Sicherheit bei begrenzten Ressourcen zu bieten.

Die Sicherheitstechnik hat schon lange ihre Grundsätze formuliert: Optimale Sicherheit bei begrenzten Ressourcen ist gewährleistet durch sichere Installation, sichere Geräte und sichere Bedienung.

## **Sichere Installation**

## **Sichere Geräte**

## **Sichere Anwendung**

Abb.2: Sicherheitsgrundsätze frei nach B. Streu

Sichere Installation betrifft alle technischen Einrichtungen, beginnend mit der Stromversorgung, der Speisen- und Wäscheversorgung, der Klimatisierung, der Hygiene bei Desinfektions- und Sterilisationsmaßnahmen bis hin zur Abfallbeseitigung. Mittel zum Zweck ist die Instandhaltung und rechtzeitige Erneuerung dieser Anlagen und Geräte. Sicherheit kostet jedoch Geld und muß daher unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erreicht werden. Darüber hinaus muß das technische Personal kontinuierlich geschult und motiviert werden.

Einen Schritt näher zum Patienten haben wir die Notwendigkeit moderner und zuverlässiger medizinisch-technischer Geräte im Patientenbereich. Aus der Sicht des Technikers ist die Instandhaltung und rechtzeitige Erneuerung hier, wie auch bei den Infra-

strukturgeräten, das Erste und Wichtigste zur Erhöhung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit dieser Geräte. Darüber hinaus sind seit einigen Jahren regelmäßige Prüfungen nach MedGV zur Sicherstellung dieser geeigneten Instandhaltung vorgeschrieben. Nach unseren Erhebungen spielen technische Fehler bei der Infrastruktur und bei den medizinisch-technischen Geräten im Anfall von Zwischenfällen eine ganz untergeordnete Rolle.

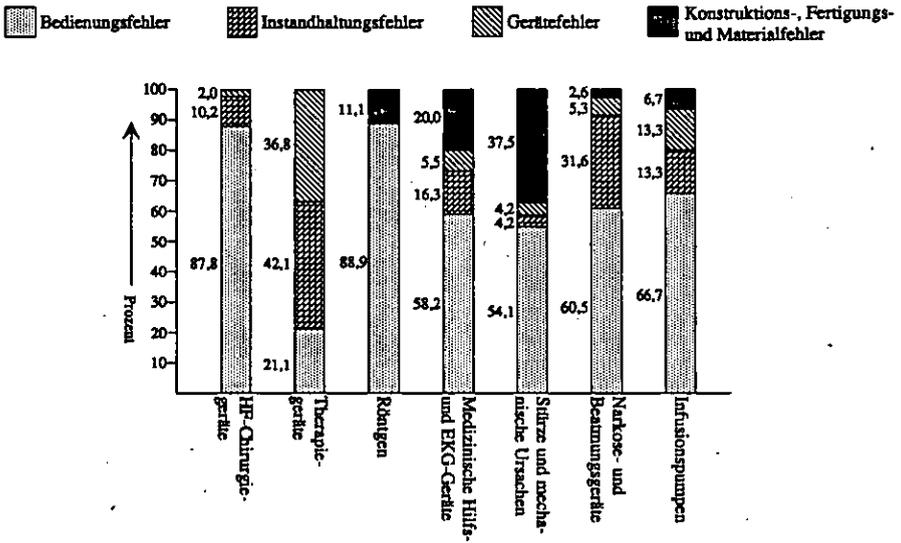


Abb. 3: Darstellung der Fehler, geordnet nach einzelnen Gruppen

Nach Erhebungen von Bleyer [1] ist die wesentliche Ursache für Zwischenfälle im Krankenhaus mit Beteiligung technischer Geräte die mangelnde Kenntnis der richtigen Bedienung und bestimmungsgemäßen Anwendung der Geräte.

Es ist einzusehen, daß die komplizierten Geräte, die heute in der Medizintechnik üblich sind, nicht ohne weiteres richtig bedient werden können. Dazu gehört nicht nur die genaue Kenntnis

des medizinisch-theoretischen Hintergrundes, also des Grundes "wofür" dieses Gerät angewendet wird, sondern auch eine fundierte Kenntnis der Bedienung des Gerätes: was die einzelnen Einstellmöglichkeiten bedeuten, was die Symbole bedeuten, welche physikalischen Größen gemessen, eingestellt und geregelt werden können. Dazu gehört beispielsweise auch ein Training zur Beherrschung von Stresssituationen, d.h. ein gewisser Drill, um in Stresssituationen automatisch richtig zu handeln, wird für erforderlich gehalten. Dieses ist nicht durch "by doing" zu lernen. Eine gute Grundlage an theoretischem Wissen, Vorführungen und eigenem Handeln im Labor oder in der Schule sind notwendig. Das Üben schafft die Grundlage für sichere Routine.

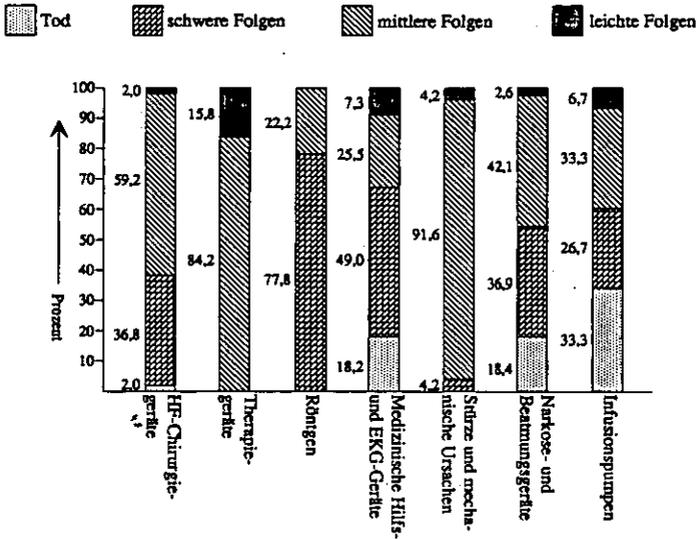
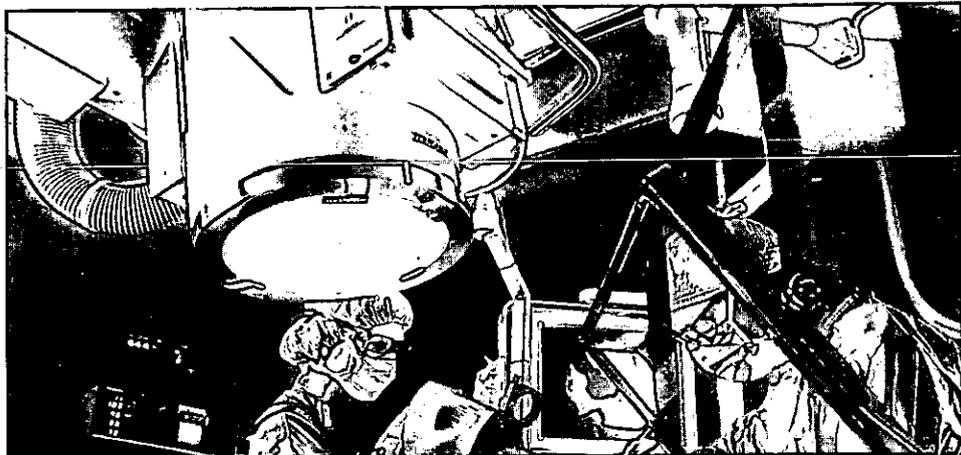


Abb. 4: Darstellung der Folgen, geordnet nach einzelnen Gruppen



---

## Das DEKRA-Prüfsystem für die Medizintechnik

---

- DEKRA entwickeltes, rechnergestütztes Prüfsystem zur Prüfung nach §28.2 MedGV, § 11 MedGV, VBG 4/GUV 2.10
- Sämtliche gerätespezifischen Daten, Meßpunkte und Mängel einschließlich der elektrischen Messung werden auf Prüfberichten dokumentiert
- Sämtliche erfaßten Daten lassen sich über Schnittstellen in verschiedene Gerätebewirtschaftungsprogramme einlesen
- Bei einer Bestandserfassung ist somit ein zeit- und kostenintensiver Einsatz per Hand überflüssig
- Die von uns verwendeten Meß- und Prüfmittel unterliegen im Rahmen der Qualitätssicherung einer Prüfmittelüberwachung und werden ständig kalibriert.

---

## Geräte- und Anlagenbewirtschaftung

---

- EDV-Beratung zur Geräte- und Anlagenbewirtschaftung
- Umsetzung der MedGV in den Routinebetrieb
- Einführung eines Instandhaltungskonzeptes für Medizin- und Betriebstechnik
- Übernahme von Teilaufgaben (Investitionsplanung, Anfertigen von Ausschreibungsunterlagen, Geräte- und Anlagenauswahl) im Beschaffungswesen
- Zustandsbewertungen von medizinisch genutzten Räumen
- Durchführung von Anwenderschulungen und Ausbildung in der Medizin- und Röntgentechnik

*DEKRA bietet diese Leistungen für Krankenhäuser und Arztpraxen durch Ingenieure mit Standorten im gesamten Bundesgebiet.*



Die tatsächlichen Kenntnisse manches Arztes und mancher Schwester und manchen Pflegers sind erschreckend, sowohl vor den medizinisch-physikalischen Hintergründen als auch von der Bedienung und richtigen Anwendung der Geräte.

Ursache ist neben dem Desinteresse an technisch-physikalischen Zusammenhängen die mangelnde Schulung der Ärzte und Schwestern/Pfleger in der Anwendung dieser Geräte. Insbesondere in Einrichtungen mit großem Personalwechsel, wie z.B. unsere Hochschule, die als Schule einen großen Durchsatz an auszubildenden Ärzten und Schwestern hat, gibt es ein erhebliches Defizit an richtiger und vollständiger Einweisung. Tatsächlich wird der § 10 der MedGV in Verbindung mit §§ 6.3 und 6.4 in der Regel nicht erfüllt.

Gemessen z.B. an dem Anspruch eines Führerscheins zum Führen eines Kraftfahrzeuges ist die Einweisung eines neu-eingestellten Arztes, der sofort in einer Station Leitungsfunktionen und Verantwortung übernimmt, extrem unbefriedigend.

Bedenkt man, daß junge Ärzte in der sog. Facharztausbildung mindestens jährlich die Fachrichtung wechseln und dabei ein völlig anderes Instrumentarium ihnen anvertraut wird, das sie sofort verantwortlich am Patienten anwenden müssen, so verwundert es nicht, daß Unsicherheit in der Bedienung dieser Geräte in Krisensituationen häufig beobachtbar ist.

Erste Forderung muß also sein, daß den neuen Schwestern und Pflegern sowie Ärzten oder Personen, die die Fachrichtung wechseln und neu auf eine andere Station versetzt werden, vor Dienstbeginn, d.h. vor Übernahme von Verantwortung, eine ausreichende Einweisung an den dort vorhandenen Geräten gewährt wird. Diese kann sich nicht auf sog. Mittwochnachmittage beschränken, sondern es muß eine regelrechte Schule wie eine Fahrschule betrieben werden. M.E. ist auch das Ablegen einer Prüfung, entsprechend dem Führerschein für Kraftfahrzeuge, notwendig. Nur so kann die ausreichende Einweisung im Einzelfall tatsächlich durchgesetzt werden.

Andererseits müssen aber für diese Einweisungen neben der Bedienungsanleitung (die sich zunehmend zu einem juristischen Instrument der Absicherung gegen Produzentenhaftung entwickelt), Unterrichtsmaterialien bis hin zu Testfragen von der herstellenden Industrie angeboten werden. Nur so ist es möglich, die umfangreichen Kenntnisse zu erwerben, die für einen verantwortlichen und sicheren Betrieb des Gerätes notwendig sind. Die Routine kann dann durchaus im "learning by doing" erworben werden, wie dies ja auch beim Autofahren geschieht.

Nachfolgend Vorschläge zur besseren Bedienung medizinisch-technischer Geräte.

#### **Forderungen an die Hersteller:**

1. einfachere Geräte
2. sorgfältige Entwicklung und Erprobung des Bedienungsablaufs
3. Kurzfassung der Gebrauchsanweisung - ausreichend für Normalbedienung
4. zur Einweisung die Gebrauchsanweisung - zur vertieften Information das Manual
5. Mitlieferung von Unterrichts- und Prüfungsmaterial sowie Hintergrundinformationen für die Einweiser
6. Erfahrungsaustausch der Einweiser mit Herstellern über Problemfälle

#### **Forderungen an die Krankenhäuser:**

7. Bildung von Einweisergruppen zum Erfahrungsaustausch
8. Motivation des Personals, insbesondere der Verantwortungsträger, z.B. durch Analyse von Zwischenfällen und Testergebnissen
9. Test-Wiederholung zweijährlich, ggf. mit Nachschulung

**Forderungen an die vorgesetzten Instanzen:**

10. Bereitstellung von Arbeitszeit zur Fortbildung für Einweiser und Anwender
11. Kontrolle des Wissensstandes der Anwender anhand der Prüfungsergebnisse
12. Auswertung der Korrelation zwischen Bedienbarkeit und Zwischenfällen

Nach Kammerhoff [2] ist "Tatsache, daß der Geräteverantwortliche nicht mehr in der Lage ist, das Personal ..... einzuweisen".

Ein modernes Kapitel dieser Einweisungsproblematik ist die Veränderung von Geräten und Einrichtungen durch ein Software-Update. Nach allgemeiner Auffassung ist Software Bestandteil eines Gerätes. Software-update ist damit eine Veränderung des Gerätes. Ein Software-Update kann sogar eine neue Bauartzulassung nach sich ziehen. Es ist daher ungemein gefährlich, durch das Bedienungspersonal Software "updaten" zu lassen, wenn hierdurch die Bedienung der Einrichtung verändert wird, auch dann, wenn dadurch ein vorher vorhandener Mangel beseitigt wird. Dieser Tatbestand muß den Bedienenden - und zwar allen - deutlich klargemacht werden. Darüberhinaus müssen derartige Veränderungen dokumentiert werden. U.U. muß eine Nachschulung erfolgen.

Auf der technischen Seite sind wir uns klar darüber, daß der Innovationsdruck im Bereich der Medizintechnik nicht nur positive Eigenschaften gezeigt hat. Der technische Fortschritt, der mit vielen neuen Geräten und mit vielen Verbesserungen einherging, hat auch negative Folgen: die Geräte schwieriger zu bedienen. Die herstellende Industrie muß sich deswegen Gedanken machen, wie sie die Möglichkeiten und Vorteile der Geräte unter Vermeidung von Risiken der Fehlbedienung in den Krankenhäusern zur Anwendung bringt.

Viele unter den heutigen Geräten sind schlecht bedienbar. Die Industrie muß in Zukunft verstärkt auf gute Bedienbarkeit und Ergonomie der Geräte achten.

Es müssen allgemein gültige Grundsätze für die Bedienbarkeit und für die Lernbarkeit der Bedienung von Geräten erstellt werden. Die Erstellung von Unterrichtsmaterial und Ähnlichem muß sich an den Möglichkeiten und an den Interessen des künftigen Anwenders orientieren. Ansätze sind erkennbar. Z.B. werden die Honorierungen von Ultraschalluntersuchungen bei niedergelassenen Kardiologen nur dann vorgenommen, wenn eine gewisse Anzahl von erfolgreichen und guten Untersuchungen unter Aufsicht eines erfahrenen Kollegen durchgeführt worden sind. Davon sind wir im Krankenhausbereich noch weit entfernt.

- [1] Bleyer, S.: Medizinisch-technische Zwischenfälle in Krankenhäusern und ihre Verhinderung, Dissertation Medizinische Hochschule Hannover 1992, hrsg. als Mitteilungen des Institutes für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik
- [2] Kammerhoff, U.: MedGV, 5.Auflage, Bibliomed-Verlag Melsungen 1991

Anschrift  
des Verfassers: Prof..Dr.-Ing. O. ANNA  
Medizinische Hochschule Hannover  
Institut für Biomedizinische Technik und  
Krankenhaustechnik  
Postfach 61 01 80  
D-3000 Hannover 61

# TELECONTROLLING

von Betriebszuständen und Service-relevanten Daten

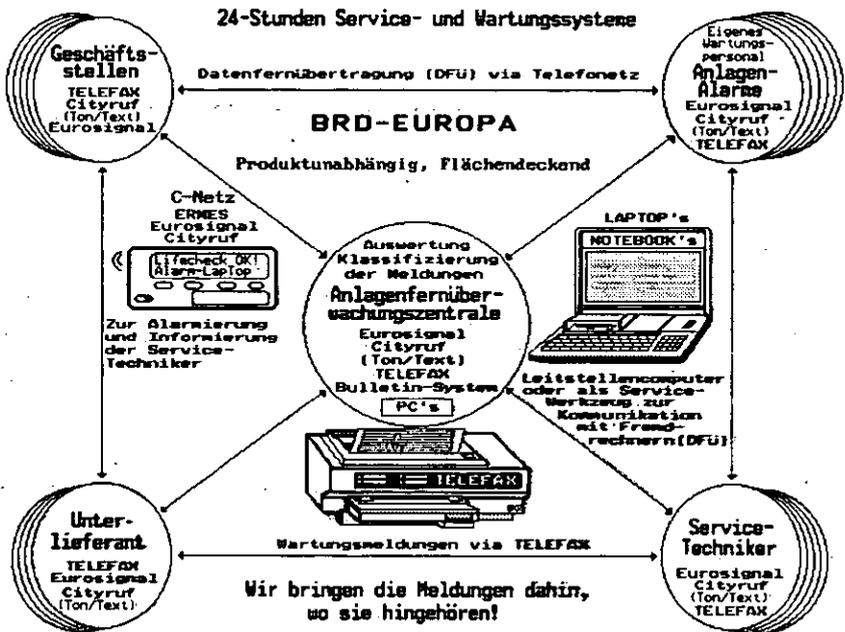
B. Graumann, Wesel

Grundanforderungen an ein TELECONTROLLINGSYSTEM (TCS).  
Die Funktionen eines modernen Telecontrolling-Systems ergeben sich aus der täglichen Praxis und den damit verbundenen Möglichkeiten und Fähigkeiten der Dienstleistungsfirma und des Servicepersonals.

## Philosophie:

Durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice zum  
sicheren und ökonomischen Betrieb  
für Krankenhaus, Industrie, Mittelstand und Handwerk.

## Das Konzept des TELECONTROLLING-SYSTEMS



IST-ZUSTAND DER TECHNISCHEN ANLAGENAUSRÜSTUNG

Kennzeichen	QUANTITATIVE ANGABEN	KONSEQUENZEN (ohne TCS)	KONSEQUENZEN (mit TCS)
Anlagentypen Gebäudetypen	Gebäudeleitsysteme DDC - Systeme MSR - Systeme SPS - Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>o hoher Energieverbrauch</li> <li>o hohe Ausfallraten</li> <li>o hohe Instandhaltungskosten</li> <li>o Lebensdauergrenzen</li> <li>o keine Anlagen-, Gebäude transparenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Energieübersicht</li> <li>X geringere Ausfälle (zentraler Service)</li> <li>X geringere Instandhaltungskosten durch mehr Transparenz etc.</li> <li>X Vorbeugende Wartung</li> </ul>
Anzahl der Anlagen und räumliche Verteilung	Anlagen sind mit verschiedenen betriebstechnischen Geräten ausgerüstet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o hohe Instandhaltungskosten.</li> <li>o hoher Personalaufwand</li> <li>o hoher Trägheitsgrad bei Personalausfall</li> <li>o hohe Rüstzeiten</li> <li>o keine Mobilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X niedrige Instandhaltungskosten, da Anlagenunabhängigkeit.</li> <li>X niedriger Personalaufwand bei höherer Flexibilität.</li> <li>X niedrige Rüstzeiten.</li> <li>X volle Mobilität.</li> <li>X vorbeugende Wartung</li> </ul>
ANLAGENTYPEN	unterschiedliche Anlagentypen	<ul style="list-style-type: none"> <li>o unterschiedliche Betriebsführung</li> <li>o unterschiedliches Service-/Wartungsverhalten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X gemeinsame Betriebsführung bei Service/Wartung.</li> <li>X gemeinsames Service-/Wartungsverhalten.</li> <li>X unabhängig von den verschiedenen Geräten</li> <li>X vorbeugende Wartung</li> </ul>
Informieren Alarmieren	alle Anlagen etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o nicht möglich oder nur mit ganz enormem Finanzaufwand</li> <li>o keine Unterstützung durch Eurosignal, Cityruf, Telefax</li> <li>o DFÜ selten und teuer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X einfach, preiswert</li> <li>X flächendeckend</li> <li>X sofort betriebsbereit</li> <li>X äußerst mobil.</li> <li>X Alarmierung durch Eurosignal</li> <li>Cityruf (Ton/Text)</li> <li>Telefax</li> <li>DatenFernübertragung</li> <li>X vorbeugende Wartung</li> </ul>

Alarmierungsmöglichkeiten in der Bundesrepublik für TELECONTROLLING

GERÄTE	Alarmierungsart	Akzeptanz	Kontrollen
EUROSIGNAL	TON-Alarmierung durch Anwahl von max. 4 Rufnummern; jeder Rufnummer kann eine Nachricht zu geordnet werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o schlechte Akzeptanz</li> <li>o hohe Kostenrate durch Arbeitsunterbrechungen</li> <li>o schlechte Reichweite</li> </ul>	o Kontrolle nur durch mehrfachen Anruf, wenn der Teilnehmer sich nicht meldet.
CITYRUF-TON	TON-Alarmierung durch Anwahl von max. 4 Rufnummern; jeder Rufnummer kann eine Nachricht zu geordnet werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o schlechte Akzeptanz</li> <li>o hohe Kostenrate durch Arbeitsunterbrechungen</li> <li>o gute Reichweite</li> <li>o Rufzonen freiwählbar</li> <li>o Supersonen möglich</li> </ul>	o Kontrolle nur durch mehrfachen Anruf, wenn der Teilnehmer sich nicht meldet.
CITYRUF-NUM	TON-Alarmierung durch Anwahl der Rufnummer und Nachricht in Nummerncode durch Mehrfrequenzwahlübertragung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o schlechte Akzeptanz</li> <li>o gute Reichweite.</li> <li>o nur Nummerncode max. 15 Ziffern.</li> <li>o Rufzonen freiwählbar</li> <li>o Supersonen möglich</li> <li>o Ausbildung nötig.</li> </ul>	o Kontrolle nur durch \mehrfachen Anruf, wenn der Teilnehmer sich nicht meldet.
CITYRUF-TEXT TELEKOM- Auftrags- dienst TIPSEND	TEXT-Alarmierung durch Anwahl der Rufnummer und Nachricht in Nummerncode durch Mehrfrequenzwahlübertragung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o gute Akzeptanz (TEXT)</li> <li>o gute Reichweite.</li> <li>o max. 80 Zeichen pro Zeile.</li> <li>o Rufzonen freiwählbar</li> <li>o Supersonen möglich</li> <li>o Ausbildung nötig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Kontrolle nur durch mehrfachen Anruf, wenn der Teilnehmer sich nicht meldet.</li> <li>o Nachricht direkt vor Ort. Aktionen können sofort beginnen.</li> </ul>
CITYRUF-TEXT PC-Technik	TEXT-Alarmierung durch Anwahl der Rufnummer und Textübermittlung durch Datenfernübertragung per AT-Modem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o gute Akzeptanz (TEXT)</li> <li>o gute Reichweite.</li> <li>o max. 5 x 78 Zeichen pro Zeile.</li> <li>o Rufzonen freiwählbar</li> <li>o Supersonen möglich</li> <li>o Ausbildung nötig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Kontrolle nur durch mehrfachen Anruf, wenn der Teilnehmer sich nicht meldet.</li> <li>o Nachricht direkt vor Ort. Aktionen können sofort beginnen.</li> </ul>
TELEFAX Telefaxgeräte PC-Technik FAX-Karten.	TEXT-Alarmierung durch Anwahl der Rufnummer und Textübermittlung durch Datenfernübertragung per Telefax-Software.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o gute Akzeptanz (TEXT)</li> <li>o gute Reichweite.</li> <li>o Zeichenanzahl unbegrenzt.</li> <li>o Telefonnetzbegrenzung</li> <li>o Grafikübermittlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Kontrolle durch FAX-Software, wenn der Teilnehmer sich nicht meldet.</li> <li>o Nachricht direkt vor Ort. Aktionen können sofort beginnen.</li> </ul>

Mobilfunk-Alarmierungsmöglichkeiten in der Bundesrepublik für TELECONTROLLING

GERÄTE	Alarmierungsart	Akzeptanz	Kontrollen
C-Netz der DBP TELEKOM	Sprach- und Text-Information durch die C-Voice-Box (CVB) und die C-TELEFAX-BOX (CFB)	<ul style="list-style-type: none"><li>o gute Akzeptanz</li><li>o gute Reichweite</li><li>o Sprachinformation</li><li>o Textinformation</li><li>o C-Netzbegrenzung</li><li>o Grafikübermittlung</li><li>o Ausbildung nötig</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Kontrolle durch Abfrage, ob die Meldungen in Sprache oder Text angekommen ist.</li><li>o Nachricht direkt vor Ort. Aktionen können sofort beginnen.</li></ul>
D1-Netz der DBP TELEKOM <i>(noch nicht verfügbar)</i>	Sprach- und Text-Information durch die C-Voice-Box (CVB) und die C-TELEFAX-BOX (CFB)	<ul style="list-style-type: none"><li>o gute Akzeptanz</li><li>o gute Reichweite</li><li>o Sprachinformation</li><li>o Textinformation</li><li>o D1-Netzbegrenzung</li><li>o Grafikübermittlung</li><li>o Ausbildung nötig</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Kontrolle durch Abfrage, ob die Meldungen in Sprache oder Text angekommen ist.</li><li>o Nachricht direkt vor Ort. Aktionen können sofort beginnen.</li></ul>
E-Netz durch PRIVATE Anbieter <i>(noch nicht verfügbar ca. 1994)</i>	Sprach- und Text-Information durch die C-Voice-Box (CVB) und die C-TELEFAX-BOX (CFB)	<ul style="list-style-type: none"><li>o gute Akzeptanz</li><li>o gute Reichweite</li><li>o Sprachinformation</li><li>o Textinformation</li><li>o D1-Netzbegrenzung</li><li>o Grafikübermittlung</li><li>o Ausbildung nötig</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Kontrolle durch Abfrage, ob die Meldungen in Sprache oder Text angekommen ist.</li><li>o Nachricht direkt vor Ort. Aktionen können sofort beginnen.</li></ul>

## **Aufbau und Funktion eines modernen TELECONTROLLINGSYSTEMS (TCS)**

Allgemeine Grundfunktionen des TELECONTROLLINGSYSTEMS sind:

- **Betriebswirtschaftlichkeit.**
- **Betriebsicherheit.**
- **Betriebskontrolle.**
- **Betriebsanalyse.**
- **Erhöhte Motivation für den Bereitschaftsdienst.**
- **Direktes Informieren des zuständigen Service- oder Wartungspersonals durch Eurosignal, Cityruf (TON oder TEXT) oder TELEFAX.**
- **Flächendeckend.**
- **Anlagenunabhängigkeit**  
d.h.: Ein System für verschiedene für GLT-, MSR-, EPR-, SPS-Systeme etc.
- **Gebäudeüberwachung und Gebäudemanagement mit einem System.**
- **Modulares und flexibles Dienstleistungskonzept für Dienstleistungsfirmen.**
- **Wartungs- und Instandhaltungsmanagement.**
- **Integriertes Notruf- und Service-Zentrum.**
- **Wirtschaftlichkeit durch flächendeckenden Komplett-Service.**
- **Direktzugriff auf die verschiedenen GLT-, SPS-, und MSR-Systeme durch Datenfernübertragung (DFÜ) für Steuerungs-, Service-, Wartungs- und Instandhaltungszwecke.**

# Schmelter



## DAS INTELLIGENTE TELEFON

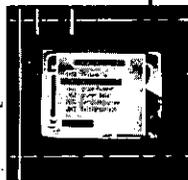
hilft den administrativen Aufwand zu reduzieren:

■ bei der Bettenbelegung und -verwaltung

■ bei der Menüwahl und -bestellung

■ bei der Pflegestufen-erfassung

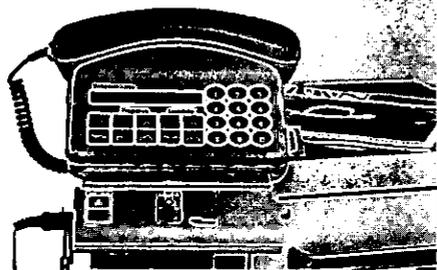
■ bei der Telefon- und TV-Gebührenabrechnung (zentral oder dezentral)



**AVM**  
**Schmelter**  
Krankenhaus-Kommunikation

D-4404 Telgte, Orkotten 44, Telefon (02504) 707-0, Fax (02504) 707-109

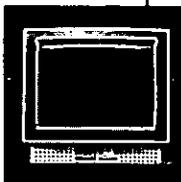
# Schmelter



## ■ DAS TELEFON MIT LICHTTRUF

Dieses Lichttrufgerät bedient jede vorhandene LR-Anlage ohne technische Veränderung

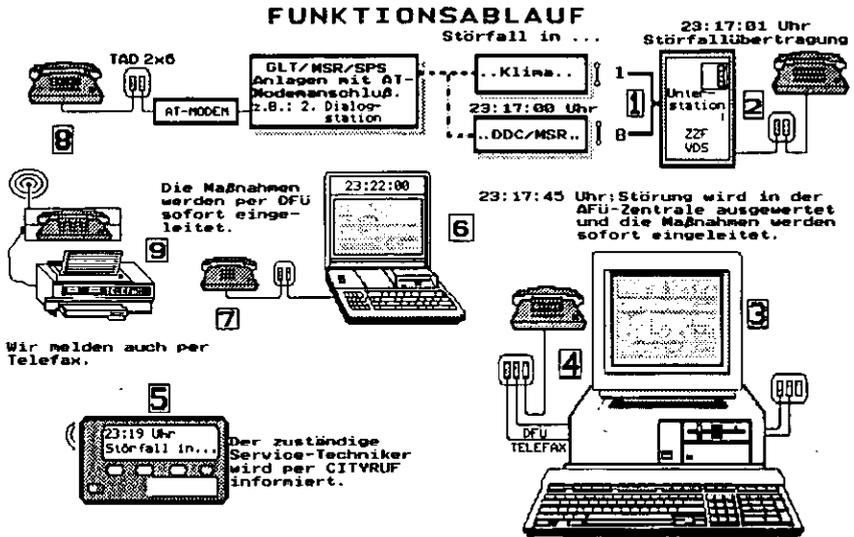
- Ruftaster mit Beruhigungslicht
- Nebensteckkontakt für Birntaster
- Radio-/TV-Programmwahlschalter
- hygienische Folientastatur
- Leselichttaster mit Findelicht
- Kopfhöreranschluß mono / stereo
- Lautstärkeregelung Radio/Fernsehen
- Telefon passend an jede vorhandene Telefonanlage



  
**Schmelter**  
Krankenhaus-Kommunikation

D-4404 Telgte, Orkotten 44, Telefon (02504) 707-0, Fax (02504) 707-109

## Das Hardwarekonzept des TELECONTROLLINGSYSTEMS



Das Minimum der Störungsdauer resultiert aus direkter Datenübertragung, schneller Ursachen-erkennung und umgehender Störungsbeseitigung.

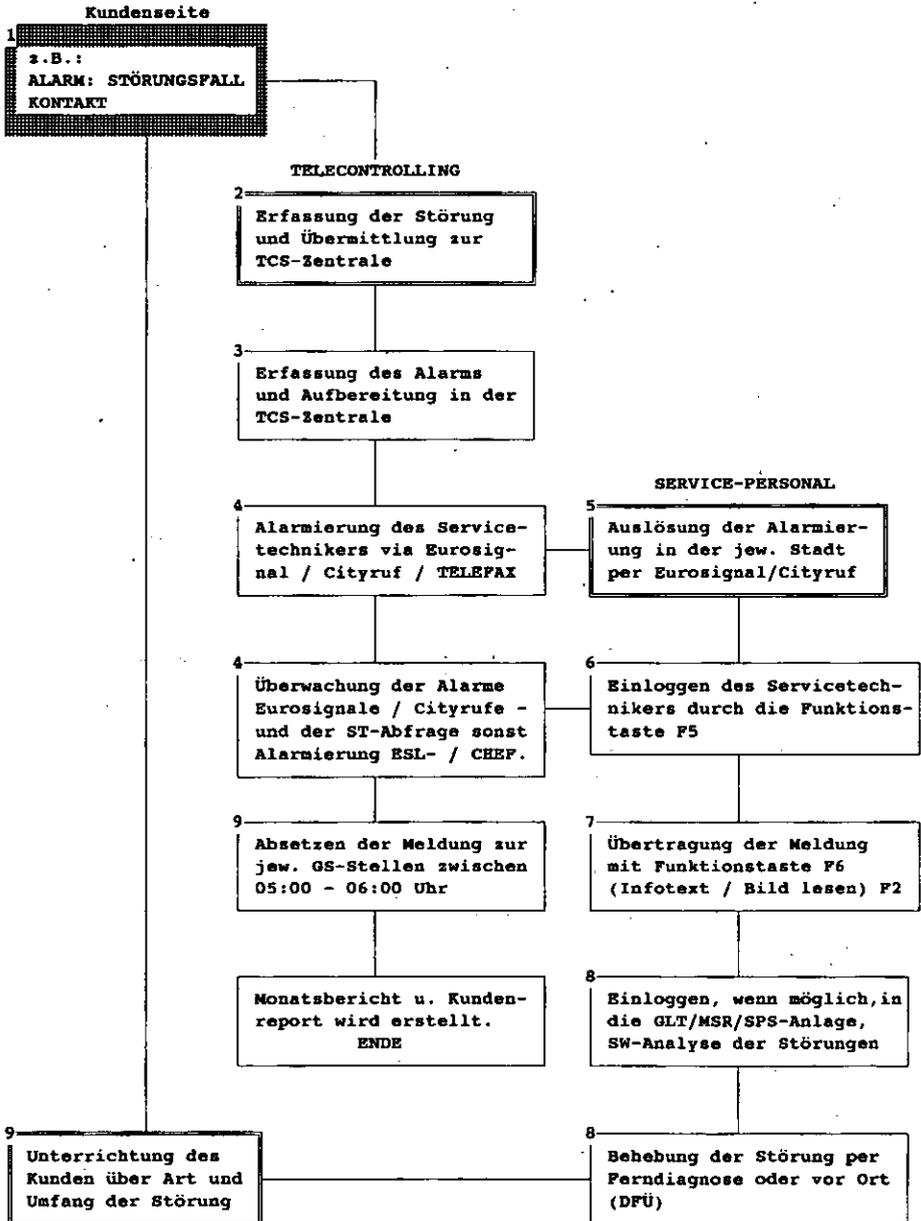
### Die Wirkungsweise TELECONTROLLING (Service-Personal)

Sofortige Alarmierung des Servicepersonals via Eurosignal / Cityruf  
( Ton / Text ) oder TELEFAX.

Sofortige Information über Art und Umfang der einzuleitenden Maßnahmen.

Sofortiger Kontakt durch direkte Datenfernübertragung per Modem / Akustikkoppler mit der betriebstechnischen Dialogstation aus dem Bereich der Gebäudeleittechnik (GLT), Meß-, Steuer-, Regelungstechnik (MSR) und den speicherprogrammierbaren Steuerungen. (SPS)

### Blockschema der Meldungsverarbeitung.

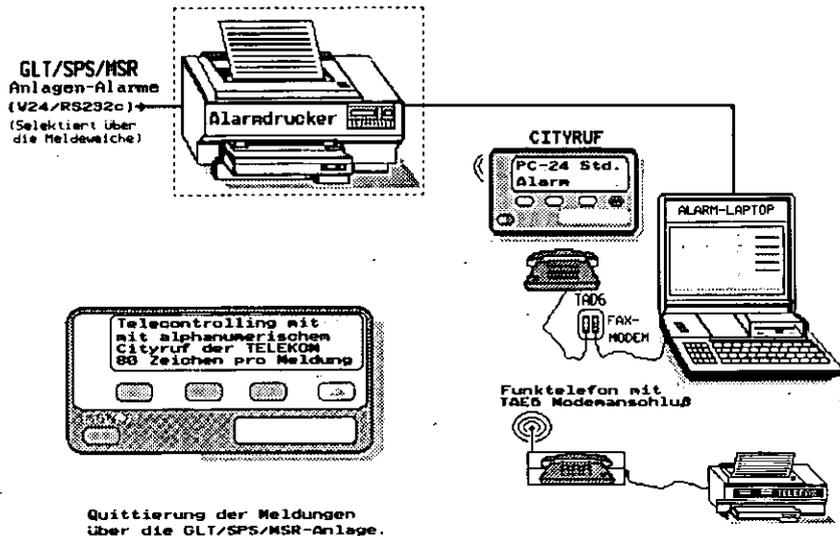


**Der Service-Kreis ist geschlossen!**  
(Die Nummer zeigen den Ablauf in der Grafik)

Das TELECONTROLLING-System für vorhandene für GLT-, MSR-, SPS- Anlagen

### Funktionsablauf GLT/MSR-CITYRUF

Die Überwachung für GLT /SPS /MSR-Anlagen mit dem alphanumerischen Cityruf der DBP TELEKOM



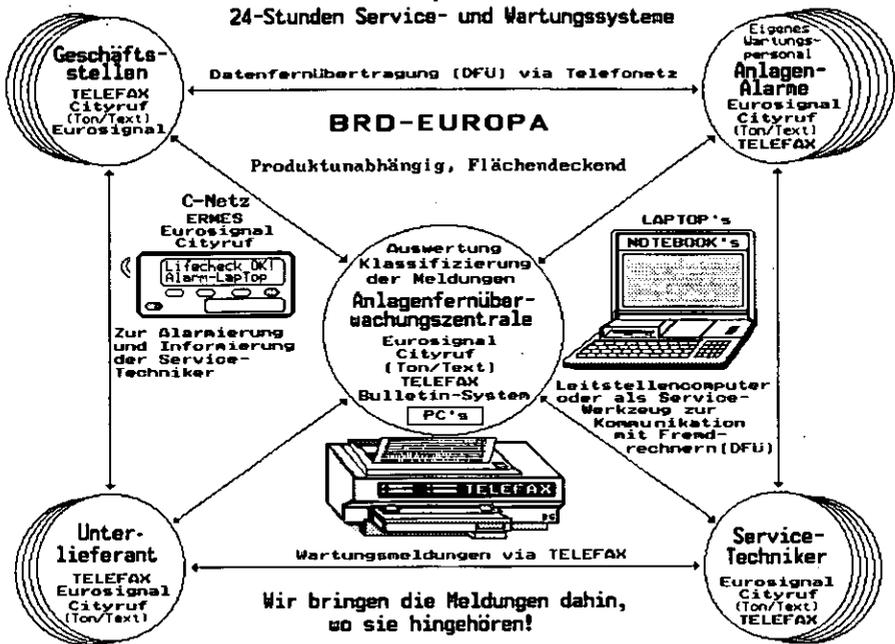
Für Inbetriebnahme- und Wartungsservice.

- 1.) Sichere Inbetriebnahme und Überprüfung der GLT- / MSR- / SPS-Anlagen
- 2.) Überprüfung Rechnerausfall (Watchdog-Kontakt), Spannungsausfall (Optional) etc.
- 3.) Alle Meldungen, die der RS 232c Schnittstelle (Bedienerterminalanschluß, zusätzlicher Drucker, TTY) zugeführt werden, können selektiert per CITYRUF mit ihrem originalen Meldungstext kontrolliert abgeschickt werden.
- 4.) Alle 24 Stunden Life-Check-Funktionen der Hardware.
- 5.) Kleinere Parameteränderungen können vom Büro oder zu Hause ausgeführt werden. (Keine großen Anfahrtswege etc.)
- 6.) Quittierung der Meldungen per Telefon von jedem Ort aus.
- 7.) Mobiles System zur Inbetriebnahme und Vollzeitüberwachung.

## **Vorteile des TELECONTROLLINGSYSTEMS.**

- **Senken der Service- / Wartungs- / Investitionskosten für die unterschiedlichen betriebstechnischen Anlagen.**
  
- **Senken der Kosten für das Leitstellenpersonal.**
  
- **Senken der allgemeinen Betriebskosten von betriebstechnischen Anlagen durch sofortigen dezentralen Zugriff.**
  
- **Senken des Dienstleistungsaufwandes für**
  - **Planung**
  
  - **Installation**
  
  - **Betrieb**
  
  - **Wartung**
  
- **Erhöhung der Service- und Wartungsdienstleistung.**
  
- **Erhöhung der Transparenz von Service und Wartung.**
  
- **Transparenz von Materialaufwand bei äußerst mobilem Personaleinsatz.**
  
- **Beschaffung von Informationen und Nachweisführung der Anlagenausfälle.**

## Das TELECONTROLLING EUROPA-KONZEPT.



### Ziel:

Die TCS-Zentrale soll das Servicepersonal durch die modernen Telekommunikationsmittel ( Eurosignal, Cityruf (TON/TEXT), Telefax ) alarmieren und gezielt an den Einsatzort führen. Durch die Datenfernübertragung ( DFÜ ) können dann Daten mit den Großrechnern (GLT-, SPS-, MSR-Anlagen) ausgetauscht werden. Nur autorisiertes Personal kann jeder Zeit unabhängig von seinem Aufenthaltsort informiert werden und wieder Andere informieren.

### Installation:

- Produktunabhängig
- Flächendeckend
- Einfach
- Mobil
- Einfach erweiterbar

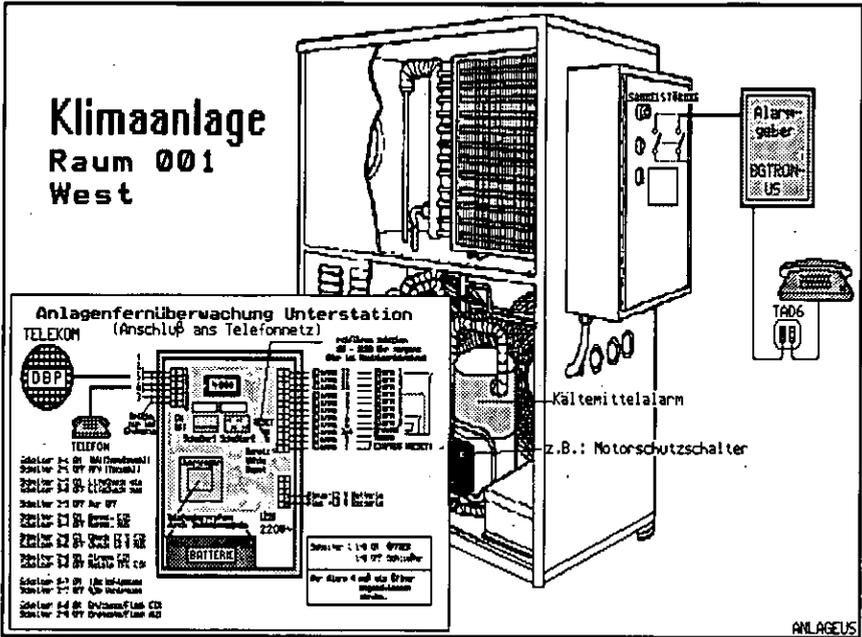
### Aktionsradius:

Bundesrepublik Deutschland (später Europa 1993)

### Kosten:

Amortisationszeiten zwischen = 0,6 - 1,5 Jahre.

## Die Installation vor Ort



### Anschluß der Unterstation (z.B.: Klimaanlage)

Die Anschlußweise der Unterstationen ist sehr einfach gehalten.

1. Telefonanschluß mit Amtsanschluß (Hierbei können vorhandene Telefone in der Anlage genutzt werden, da das Gerät nur im Alarmfall wählt und danach das Telefon wieder normal benutzt werden kann.) (Die Anwahl kann auch über eine Geheimnummer erfolgen, da die Nummer im EPROM gespeichert wird.)
2. 240 V AC Spannungsversorgung anschließen.
3. Alarmkontakte verbinden. Die Alarmer können über einen Quittierschalter vor Ort quittiert werden.
4. Die Unterstation oder einzelne Alarmer können durch einen Wartungsschalter vor Ort oder durch die TELECONTROLLING-SERVICE-Software vom Servicepersonal für Wartungsarbeiten aktiv oder inaktiv gesetzt werden.

Ablaufschema der Meldungsverarbeitung

VERTRIEB  
-> KUNDE

- 1.) Absprache mit dem Kunden welche Anlagenalarme mit welcher Priorität I, II, CITYRUF, TELEFAX überwacht werden sollen.
  - TON : Telecontrolling mit Servicepersonalruf über das Eurosignal / Cityruf (TON).  
(Kontrollierter TON-Ruf)  
z.B.: Druckluftmangel  
z.B.: Klimaanlage Rechenzentrum Störung. etc.
  - WARTUNG : Wartungsalarm ohne Servicepersonalruf. aber Daten direkt zur Geschäftsstelle via FAX oder DFÜ.  
z.B.: Kühlmittelwechsel.  
z.B.: Filterwechsel. etc.
  - CITYRUF : Telecontrolling mit Servicepersonalruf über den CITYRUF (TEXT) max.2 X 78 Zeichen.  
(Kontrollierter CITYRUF)
  - NUR CITYRUF : Telecontrolling mit Servicepersonalruf über den CITYRUF (TEXT) max.2 X 78 Zeichen. nur dreimaliges Abschicken des Cityrufes.  
(Kein kontrollierter Cityruf)
  - FAX : Telecontrolling per TELEFAX; die Meldungen werden mit Arbeitsanweisung an den Empfänger (Unterauftragnehmer) verschickt.
- 3.) Absprache, ob Vollzeitüberwachung oder Teilzeitüberwachung bei eigenem Wartungspersonal.  
z.B.: von 08:00 - 17:00 keine Alarmierung.  
An Feiertagen Vollzeitüberwachung pro Alarmpunkt.
- 4.) Ausfüllen der Meldungsmappe pro Alarm-Meldung.  
Kontakt geschlossen: NORMAL->ALARM- Meldung.(EIN)  
Kontakt offen : ALARM ->NORMAL-Meldung.(AUS)
- 5.) Ausfüllen des Infotextes; diese Angaben sind besonders wichtig für das Servicepersonal. Sie informieren über den Ort und den Zugang zu der Störung.

## **Auswirkung auf die Instandhaltung.**

**Die Vorteile des TELECONTROLLING, bezogen auf die Betriebsführung und Instandhaltung lassen sich in folgenden wesentlichen Punkten darstellen:**

**1. Sofortige Erfassung von wichtigen Störungen / Anlagenausfällen in der Leitstelle und Protokollausdruck mit Datum und Uhrzeit sowie sofortige Unterrichtung des Servicepersonal durch Eurosignal / Cityruf (Ton / Text) oder Telefax.**

**Damit ist das schnelle und gezielte Eingreifen von jeder Stelle in der Bundesrepublik Deutschland möglich.**

**2. Möglichkeit der dezentralen Bedienung von Anlagen durch Datenfernübertragung. (Melden, Schalten, Stellen von Sollwerten, Zählen, Verarbeiten, Anzeigen, Protokollieren, Informieren, Speichern.)**

**3. Dezentrale Verfolgung von Meßwerten z.B.: als Trendprotokoll während einer Phase, in der die Anlage eingefahren, optimiert oder überprüft werden soll.**

**4. Reduzierung von Kontroll- Inspektionsgängen.  
(Dies kann per DFÜ auch von zu Hause aus erledigt werden.)**

**5. Vermeidung von unnötigen Rüstzeiten (Wegen) - insbesondere für das Servicepersonal - weil die Störungsmeldung eine gezielte Instandhaltungsmaßnahme veranlasst.**

**Instandhaltungskosten bezogen auf die Investitionssumme der installierten technischen Gebäudeausrüstung:**

neue Anlagen : 2 - 3 %

alte Anlagen : > 3 %

**Einsparungen an Instandhaltungskosten durch die TCS:**

**15 - 40 %**

## KOSTEN / NUTZEN - Relation.

### Rentabilitätsberechnung:

Durch die Verwendung der dynamischen Kapitalrestmethode werden sowohl die kalkulatorischen Kapitalzinsen als auch zukünftige Servicepreisteigerungen berücksichtigt.

TCS-Zentrale + Ingenieurleistung	I <sub>1</sub> : I <sub>11</sub> :	50 TDM 50 TDM
TCS-Zentrale Systemoperator Trainer für alle GS	I <sub>2</sub> :	100 TDM
100 Unterstationen	I <sub>31</sub> :	100 TDM
100 Installationen	I <sub>32</sub> :	100 TDM
10 Ausrüstungen Servicetechniker pro Geschäftsstelle	I <sub>4</sub> :	100 TDM
Investitionssumme (Kosten)	I <sub>G</sub> :	500 TDM
Systemoperatoreinsparung (kein 24 Stundenpersonal)	E <sub>1</sub> :	200 - 300 TDM / Jahr
Erfahrungswert Dienstleistung 500 DM pro Unterstation / Monat	E <sub>21max</sub> :	600 TDM / Jahr
Erfahrungswert Dienstleistung 50 DM pro Unterstation / Monat	E <sub>21min</sub> :	60 TDM / Jahr
Datenpunktüberwachung 60DM/IP	E <sub>31max</sub> :	432 TDM / Jahr
2/3 Auslastung 30DM/IP	E <sub>21min</sub> :	216 TDM / Jahr
Zusatzaufträge, weil als Erster vor Ort ( Erfahrungswert )	E <sub>4</sub> :	100 - 1800 TDM / Jahr
Einsparungen (Nutzen) (nur Minimalwerte genommen)	E <sub>max</sub> :	600 TDM
Einsparungen (Nutzen) (nur Minimalwerte genommen)	E <sub>min</sub> :	150 TDM
Diskontierungssatz	P :	8 % / Jahr
Servicepreisteigerungsrate	S :	4 % / Jahre
Amortisationszeit	N :	? Jahre

### Ansatz

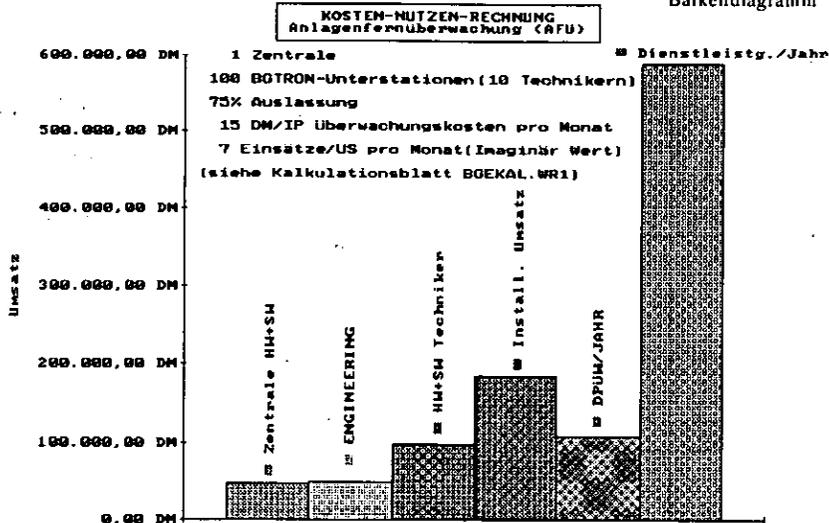
$$N = \frac{-\log(1 - I/E(Q/Z - 1))}{\log(Q/Z)}$$

$$\text{mit } Q = 1 + \frac{P}{100} \quad \text{und } Z = 1 + \frac{S}{100}$$

ergibt sich eine Amortisationszeit von  $N_{\min} = 0,87 - 3,63$  Jahren.  
(siehe Kalkulationsfile BGTRON.WK1)  
( ohne Berücksichtigung, der schon eingesparten System-  
Operatorkosten von ca. 200.000,00 DM / Jahr )

## KOSTENVORABSCHÄTZUNG TELECONTROLLING

Balkendiagramm

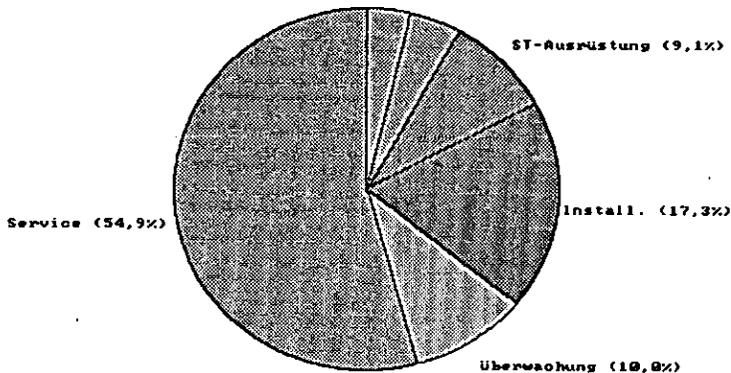


## KOSTENVORABSCHÄTZUNG TELECONTROLLING

Kreisdiagramm

1 Zentrale  
100 BOTRON-Unterstationen mit 10 Servicetechnikern  
75% Auslastung  
15 DM/IP Überwachungskosten pro Monat  
7 Einsätze/US pro Monat (Imaginär Wert)

AFU-Zentrale (4,2%)  
Ing.-Leistung (4,3%)



## Anlagenfernüberwachung (% Aufteilung)

(siehe Kalkulationsblatt BOEKAL.WR1)

# Betriebserfahrungen mit der Gebäudeleittechnik im Allgemeinen Krankenhaus Ochsenzoll

## Einleitung

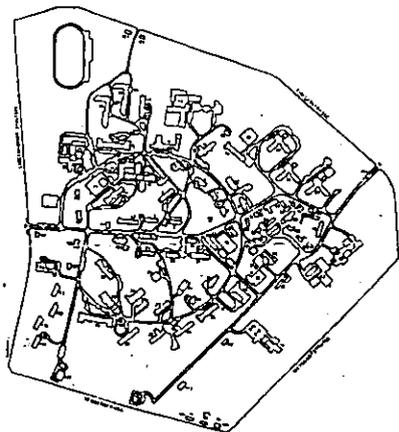
Um die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit eines Krankenhauses zu erhalten und zu verbessern, bedarf es nicht nur Investitionen im medizinischen Bereich, auch die Haustechnik muß den wachsenden Anforderungen gerecht werden. Der Wunsch nach weiteren Energieeinsparmöglichkeiten und Erhöhung der Transparenz der angeschlossenen betriebstechnischen Anlagen durch zentrale Betriebsübersicht haben im Allgemeinen Krankenhaus Ochsenzoll (AKO) bereits frühzeitig dazu geführt, daß das Störmeldesystem und die Maximumanlage durch eine Gebäudeleittechnik (GLT) abgelöst wurden. Es liegen langjährige Betriebserfahrungen vor. Besonders hervorzuheben ist, daß aufgrund einer Aufwärtskompatibilität der Technikgenerationen bei der ausgewählten Lieferfirma sich auch die GLT über die Betriebszeit technologisch weiterentwickeln konnte.

## Hintergrund

Im Auftrag der Gesundheitsbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg fand 1972 eine Untersuchung im AKO statt, um zu prüfen, welche Möglichkeiten bestünden, eine Zentrale Leittechnik (ZLT; heute GLT) zur Führung und Überwachung der betriebstechnischen Anlagen einzusetzen. Beauftragt mit dieser Untersuchung wurde die Firma Wibera, ein unabhängiges Wirtschaftsprüfungsunternehmen. Der im September 1972 vorgelegte Untersuchungsbericht beurteilte die Installation einer ZLT positiv und verwies auch auf die Krankenhaus-spezifischen Sicherheitsmerkmale mit dann ständiger Überwachung durch den Einsatz vorgenannter Leittechnik. Nachdem die finanziellen Vorbedingungen geschaffen waren, konnte nach einem Ausschreibungsverfahren mit Leistungsverzeichnis im Jahre 1983 die Hamburger Geschäftsstelle der Fa. JCI Regelungstechnik GmbH, Essen mit der Lieferung, Montage und Inbetriebnahme des Gebäudeleitsystems beauftragt werden.

## Gebäude und Gebäudenutzung

Das AKO mit 1560 Betten hat, bedingt durch einen großen Anteil psychiatrischer Stationen, anlagespezifische Schwerpunkte, so den OP-Trakt, zwei Schwimm- und Therapiebäder, Küchengebäude, Eigenwasserversorgung, Kesselhaus, Waschhaus usw. Seit kurzem vervollständigt ein Bettenhaus mit 350 Betten und modernster Technik das somatische Zentrum.



Von der Abteilung Bau und Technik mit 120 Mitarbeitern sind ca. 60 Fachkräfte für den Betrieb und die Unterhaltung der betriebstechnischen Anlagen zuständig, die sich auf ca. 100 Häuser in dem 76 ha großen Krankenhausgelände verteilen.

Zwei E-Techniker führen den Betrieb mittels GLT von der Warte im Kesselhaus.

Einige Daten aus dem Energiebereich:

Wasserrförderung:	ca. 350 000 m <sup>3</sup> / Jahr
Dampfleistung:	ca. 80 000 to / Jahr
E-Verbrauch:	ca. 8 700 000 kWh / Jahr
Waschleistung:	z. Zt. 14 to / Tg., in Zukunft 25 to / Tg.
Notstromleistung:	1380 kVA verteilt auf 1000 kVA Krankenhausring und 380 kVA technischer Ring

Je nach Wertigkeit sind die einzelnen Verbraucher mit Energiemengenmesseinrichtungen (z.Z. 55) ausgerüstet; die Meßergebnisse der GLT dienen zur Abrechnung der Energiekosten.

### Ablauf - wesentliche Abschnitte

Anhand der von den Mitarbeitern der Technischen Abteilung des AKO erstellten Datenpunktlisten der einzelnen Gewerke wurde vor Installationsbeginn die Lage der Unterstationen (UST) so festgelegt, daß eine optimale Anbindung aller 100 Gebäude gewährleistet wurde. Ohne größere Betriebsstörungen erfolgte die Anbindung der ca. 7000 Datenpunkte der ersten Ausbaustufe, die über teils vorhandene bzw. neue Datenleitungen zur Zentrale im Kesselhaus geleitet wurden. Nach der 1:1-Überprüfung, wurde die Anlage 1986 dem AKO übergeben.

Bei der Installation wurde bedacht, daß spätere Nachrüstungen von Datenpunkten möglich sind. Auch die Umrüstung der Gebäudeleittechnik mit Gewerkeschnittstelle und konventioneller Regelung und Steuerung zu einer Gebäudeleittechnik mit integrierter DDC-Technik wurde bedacht (seinerzeit befanden sich die am Markt befindlichen DDC-Systeme noch in der Erprobung).

Bedingt durch verschiedene Neubauvorhaben fand im Zuge des Einbaus der GLT bereits eine Anpassung an die technologische Entwicklung statt, indem DDC-fähige Unterstationen in den Neubauten Verwendung fanden. Zwischenzeitlich war die Zentrale mit der Hardware ausgerüstet und die Software eingespielt. Die Programmerstellung erfolgte durch die Herstellerfirma der GLT nach Vorgaben des Betreibers und beinhaltete die Dokumentation einschließlich der Einfahrparameter. Die bisher nur von den UST zu den Ankoppeleinheiten (AKE) und den Anknüpfungspunkten am Anlagenteil 1:1 durchgeprüften Datenpunkte konnten auf den Rechner gegeben und am GLT-Arbeitsplatz weiterverarbeitet werden.

Da die Anknüpfung der betriebstechnischen Anlagenteile im Altbaubereich durch das Alter und die Ausführung der vorhandenen Schaltschränke äußerst schwierig war, wurden die zu übermittelnden Informationen im Schaltschrank bzw. von de-

zentralen Gebern abgegriffen und einer zentralen Klemmleiste, der AKE, potentialfrei zugeführt. Wenn die Möglichkeit bestand, für die GLT in einem Schaltschrank eine separate (Übergabe-)Klemmleiste zu installieren, wurde dies realisiert, wie z.B. im Neubaubereich. Es hat sich gezeigt, daß es sinnvoll ist, vorhandene Schaltschränke zu bereinigen, für die GLT eine separate Klemmleiste zu montieren und bei Neubauvorhaben die benötigten Informationen direkt aus den Gewerkeschaltschränken von der GLT-Klemmleiste potentialfrei abzugreifen. Voraussetzung für die Auslegung der GLT mit den Unterstationen und den AKE's ist die Erfassung aller gewünschten Informationen unter Berücksichtigung einer Reserve.

Im Rahmen der mittelfristigen Erweiterung wurde ermittelt, daß die Kapazität des GLT-Rechners für die absehbaren baulichen Erweiterungen bis 1998 ausreichend ist.

Erweiterungen oder auch Neuerungen wurden nach Finanzlage vorgenommen. So ist die Anzahl der Bedienplätze von 1 auf 4 erhöht worden, die Erweiterung auf 8 Bedienplätze ist geplant.

Im AKO sind von 1990 bis Ende 1991 80 Einzelregelkreise auf DDC umgestellt worden. Damit unterliegen nun alle 120 Regelkreise der DDC-Technik. Die Anlagen wurden optimiert nach Gebäudeparametern und Funktionsbelegung der einzelnen Häuser. Die Sollwerte und Parameter wie Absenkezeiten wurden mit dem jeweiligen Gewerkepersonal und der GLT-Herstellerfirma abgestimmt.

## **Standardisierungen**

Durch die Möglichkeit, die Klima- und Lüftungsanlagen an die DDC anzubinden, wurde bei der Sanierung und Optimierung der Anlagen ein Standard entwickelt. Dies geschah in enger Zusammenarbeit mit den AKO-Gewerkemeistern und der GLT-Herstellerfirma. Entsprechend diesem Standard werden alle Anlagen - auch die zukünftig saniert, optimiert, bzw. neu erstellt werden - über Bausteine mit optischer Zustandsanzeige und der Möglichkeit der DDC-Hand-Umschaltung mit manueller Eingriffsmöglichkeit ausgestattet. Örtliche Bedienung wird optisch angezeigt und auf zugewiesenen Druckern protokolliert. Der Vorteil ist, daß bei Wartungsarbeiten oder Störungsbeseitigung das Personal vor Ort selbständig arbeiten kann. Nach Beendigung der Arbeiten werden die Bausteine wieder auf DDC (= Automatik) gestellt. Eine Entriegelungstaste veranlasst das Programm, wieder den Normalbetrieb aufzunehmen. Außerdem können mit einem portablen Terminal an der Unterstation Anlagenzustände angesehen und ggf. verändert werden. Von besonderer Bedeutung ist, daß eine anwendungsbezogene Adressierung aller Informationen über die alphanumerische Benutzeradresse erfolgt. Der Benutzeradressenschlüssel wurde in enger Zusammenarbeit zwischen AKO und der GLT-Herstellerfirma festgelegt. Damit ist gewährleistet, daß bei Eingaben und Abfragen eine schnelle Identifizierung erfolgen kann.

Die Benutzeradresse nutzt 11 Stellen. Die Stellen haben folgende Bedeutung:

Stellen	Bedeutung	Anwendung
1-3	Nummer des Hauses	Häuser 001 - 137
4	Gewerk	E=Elektro; L=Lüftung S=Sanitär; H=Heizung usw.
5-6	Anlagennummer	01-xx
...		

Wählt beispielsweise ein Benutzer 001H01..... an, so werden alle Informationen des Heizungsregelkreises 01 im Haus 001 angezeigt. Damit kann sich auch ein Mitarbeiter, der betriebsbedingt nur zeitweise mit einem Bedienplatz arbeitet, sehr einfach einen Gesamtüberblick der Anlagen verschaffen. Dies ist besonders hilfreich für den Notdienst.

### GLT-Konfiguration

Die GLT vom Typ SDC 8001/16 besteht aus der unterbrechungsfrei versorgten Bedienungperipherie in der Warte, einem ebenfalls unterbrechungsfrei versorgten Prozeßrechner in einem Nebenraum und 31 UST im Gelände des AKO mit z.Z. ca. 8.000 Datenpunkten. Die Rechnerkapazität läßt eine Erweiterung auf ca. 32.000 Datenpunkte zu.

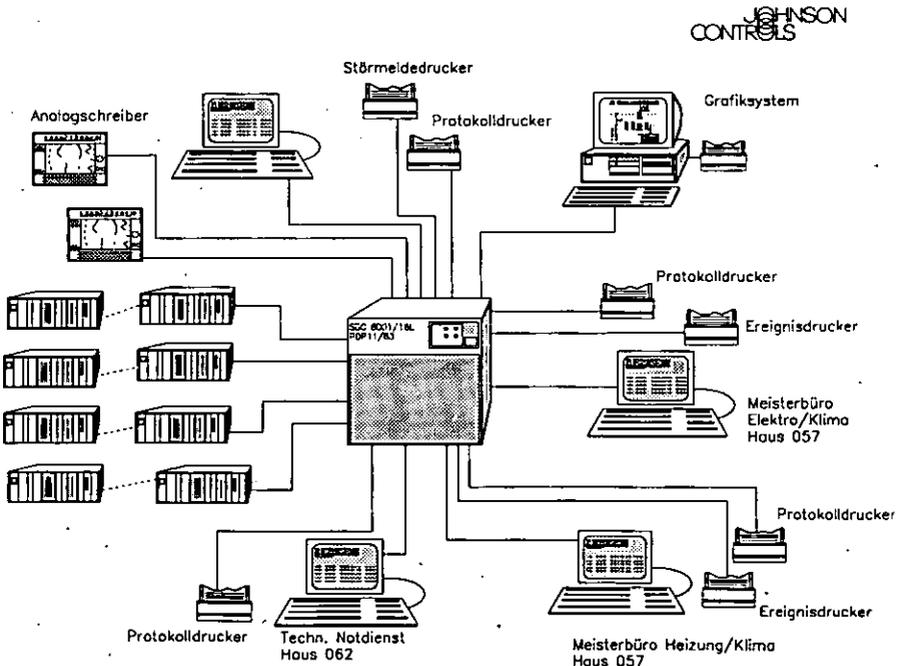


Abb. GLT-Konfiguration

# Professionelles Gebäudemanagement senkt Betriebskosten ...



**...durch ganzheitliches Betreuen rund ums Gebäude:  
Kaufmännische Betreuung, Technisches Management,  
Zentrale Dienste.**

Umfassende Dienstleistung ist von je her Unternehmensziel der Sulzer Infra im kompletten Bereich der Anlagen- und Gebäudetechnik. Planung, Qualität in der Ausführung, Service rund um die Uhr, Betreiben von Anlagen – und mit Gebäudemanagement auch von Gebäuden.

Unser Dienstleistungsangebot ist umfassend, sprechen Sie mit uns!

**SULZER**  **INFRA**

Technische Gebäudeausrüstung,  
Gebäudeautomation,  
Gebäudemanagement, Energietechnik,  
Reinraumtechnik, Textil-Lufttechnik  
Wasser-/ Abwassertechnik

Sulzer Infra Gebäudemanagement GmbH  
Kollastraße 105, 2000 Hamburg 61  
Tel. (0 40) 5 54 88-03 · Fax (0 40) 5 54 88-100

Hamburg  
Stuttgart  
München

Ein Unternehmen der Sulzer Infra Deutschland GmbH, Stuttgart

Die einzelnen Anlagen sind zur Bearbeitung in Standardprogramme wie z.B. das Tagesschaltprogramm und in Optimierungsprogramme (Erweiterungsprogramme) aufgenommen.

Liste der Standardprogramme:

Kalenderprogramm  
Überwachung von Meldungen,  
Überwachung von Wartungsanforderungen,  
Überwachung von Zählwerten,  
Überwachung von analogen Messwerten,  
Gleitende Grenzen,  
Betriebszustandüberwachung,  
Betriebsstundenzählung,  
Schaltbefehlsausgabe,  
Schaltbefehlsausgabe mit Rückmeldezeiten,  
Stellbefehlsausgabe,  
Kennlinienverarbeitung,  
Ereignisprotokollierung,  
Zeitprogramme (Tag/Woche),  
Ausnahmespeicher für Jahresprogramm,  
Reaktionsprogramme,  
Folgesequenzen,  
Schaltprioritäten,  
Betriebsstundenzählung,  
Sonderprotokolle,  
Trendprotokolle,  
Störunterdrückung,  
Störmeldungsunterdrückung,  
Prüfung des Berechtigungsnachweises,  
Druckermeldeweiche,  
Druckerumschaltung,

Liste der Erweiterungsprogramme:

Individualtextgestaltung,  
Lastabwurf,  
Restwärme,  
Blindschaltbild,  
Trendfarbenschreiber, -12 Kanäle,  
Statistik,  
Mehrere Bedienplätze,  
Anschluß interaktive Farbgrafik,  
Laufzeitreduzierung,  
Historische Daten,  
Auftragsbuch für Wartung,  
Strukturierte Programmiersprache (SPL)

### Betriebsführungskonzept

Alle Regelkreise wurden in das Farbgrafiksystem mit allen Parametern aufgenommen. Die Mitarbeiter sind in der Lage, eine Gesamtübersicht der Regelkreise anzuwählen. Die angezeigte Regeldifferenz läßt Rückschlüsse auf die Regelgüte zu.

Alle anfallenden Störungen bzw. Zustandsänderungen werden umgehend in der Warte protokolliert. Die Störungen und Zustandsänderungen werden zusätzlich selektiert und priorisiert den Meistern der Gewerke Sanitär, Heizung, Klima und Elektro per separatem Drucker am Arbeitsplatz übermittelt. Durch die GLT ist die Einsatzsteuerung der Wartung über alle Gewerke ermöglicht, wobei das Programm "Auftragsbuch für Wartung" eine zustandsabhängige, periodische und Betriebsstundenabhängige Wartungssteuerung unterstützt. Ein Nebeneffekt der Betriebs-

stundenabhängigen Wartung ist, daß auf die Effektivität von Steuerungen geschlossen und daraus resultierend Änderungen vorgenommen werden können. Jedes Gewerk hat die Möglichkeit, vorausschauend - z.B. 4 Wochen - den Arbeitsplan zu gestalten bzw. seine Materialvorhaltung zu organisieren. Es wird eine Arbeitsteilung zwischen GLT-Personal und Gewerke-Personal praktiziert. Während die beiden GLT-Techniker für die Programmeinträge - beispielsweise der Erweiterungsprogramme - zuständig sind, erfolgen die Arbeitsanweisungen, die Ausführung und die Quittierungen der Arbeiten koordiniert von den Gewerkemeistern. Die Eingaben in das System und der Betrieb erfolgen z.Z. über 4 Videoterminals und zwei interaktive Farbgrafiksysteme. Es hat sich bewährt, daß bei Eingaben bzw. Modifikationen an den Programmeinträgen zu den Energieeinsparprogrammen (z.B. Lastabwurf und Restwärme) zwei Personen zusammenarbeiten.

Die Warte ist normalschichtig wochentags von Montag bis Freitag in der Zeit von 7:00 bis 15:30 Uhr besetzt. Während dieser Zeit laufen alle Meldungen in der Warte auf. Außerhalb der vorgenannten Zeiten ist eine Rufbereitschaft organisiert, die Meldungen werden umgeschaltet in den Bereitschaftsraum über den der Techn. Notdienst verfügt. Er wird im Falle von Störungen verständigt und hat mit einem eigenen Bedienplatz Zugriff auf alle Anlagen. Der Notdienst wird wechselweise von verschiedenen Gewerken gestellt. Hier sind der Benutzeradressenschlüssel und Individualtexthinweise wichtig. So kann z.B. ein Sanitärfachmann auch Maßnahmen z.B. im Gewerk Klima veranlassen. Grundsätzlich behebt der Notdienst entweder die Störung selbst oder veranlaßt deren Behebung. Es finden laufende Einweisungen statt, beginnend mit der Sanierung von Anlagen, die auf die GLT genommen werden. Der Techn. Notdienst wird alle zwei Wochen über Neuerungen in den BTA informiert, teilweise mit Anlagenbegehung. Anregungen des Notdienstes werden soweit möglich realisiert.

## **Schlußbetrachtung**

Mit der Installation der Gebäudeleittechnik im Allgemeinen Krankenhaus Ochsenzoll war es möglich, diverse Steuerungen von Anlagen übersichtlicher zu gestalten. Die potentialbehafteten Schaltschrankinformationen konnten potentialfrei und geordnet an die AKE's angebunden bzw. bei genügender Platzreserve direkt aus dem Schaltschrank genommen werden. Durch diese und weitere separate Störmeldeanknüpfungen ist eine genauere und zielsichere Erfassung einzelner Information der haustechnischen Anlagenteile möglich. Bisher aufgelegte Sammelstörmeldungen wurden zergliedert und können nun einzeln und nach Prioritäten geordnet angezeigt werden, d.h. die Anlagenverfügbarkeit konnte durch gezielte Information und schnelle Reaktion bei Störfällen enorm verbessert werden. Da ein Teil der Informationen an schlecht begehbaren Stellen installiert ist, kann eine Sichtkontrolle der Anlagenteile in größeren Zeitabständen erfolgen. Kontrollgänge zu Anlagen mit geringerer Priorität wurden minimiert bzw. sind ganz entfallen.

Durch Instandhaltungsprogramme sowie vorbeugender Instandhaltung wird die Reparatur- und Ausfallanfälligkeit von stark beanspruchten Anlagenteilen gemindert. Dieses bedeutet zugleich, daß trotz vergrößertem Bauvolumen - Übernahme von Haus 17 + 18 und der Einsatz hochtechnisiertem Gerät in den Gewerken und größerer Komplexität während des Betriebes durch den Einsatz der Gebäudeleittechnik - ein Mehrbedarf an technischem Personal vermieden werden konnte. Wie bereits erwähnt, ist die GLT mit zwei E-Technikern während der normalen Dienstzeit besetzt.

Die Aufgaben und die Anforderungen an dieses Personal haben gezeigt, daß eine Zuordnung bestimmter Sachgebiete im Wechsel notwendig ist, z.B. Systembearbeitung, vervollständigen der Einzelprogramme, Führen von Statistiken mit Graphiken usw. werden von einem Techniker durchgeführt, während die laufende Auswertung der Betriebszustände, Zeichnungskontrolle der neuerstellten Anbindungen sowie Angelegenheiten der Peripherie vom anderen Techniker wahrgenommen wird.

Durch die Automation der Energiezentrale wurden drei Maschinenmeister-Stellen frei. Infolge des Ersatzes der Störmeldeanlage durch die GLT wurde zwei Maschinenmeister-Planstellen in E-Techniker-Stellen gleicher Vergütungsgruppe umgewandelt.

Alle Ersteller von Neuanlagen und natürlich sämtlicher Gewerke arbeiten mit der im Zuge der Einführung der GLT erstellten Standardisierung (Anschaltbedingungen mit Bauteilen, Klemmen). Dies erlaubt die Ersatzteilverhaltung zu minimieren. Wie in anderen Gewerken, ist eine gezielte Wartung der GLT durch Fachpersonal unerlässlich. Ein Wartungsvertrag mit der Herstellerfirma der GLT wurde abgeschlossen.

*Manfred Friedrich  
Allgemeines Krankenhaus Ochsenzoll  
Langenhorner Chaussee 560  
2000 Hamburg 62  
Tel. 040/52712042*

## Betrieb und Prüfungen von Gefahrenmeldeanlagen

Gefahrenmeldeanlagen dienen der Sicherheit von Leben und Sachwerten.

Unter diesem Begriff werden sowohl Brandmelde- als auch Überfall- und Einbruchmeldeanlagen, sowie Systeme zur Gefahrenmeldungsübertragung verstanden.

Die Festlegungen über das Errichten und Betreiben solcher Anlagen sind in der DIN VDE 57833 Teil 1, 2, 3 niedergelegt.

Dem Anspruch, daß Gefahrenmeldeanlagen (GMA) der Sicherheit von Leben und Sachwerten zu dienen haben, kann nur durch eine ständige Betriebsbereitschaft solcher Systeme entsprochen werden.

Bemerkenswert ist dabei, daß die Betriebsbereitschaft zwar als wesentliche Voraussetzung gesehen wird, der Betreiber aber nur selten ein Schadensszenario überhaupt für möglich hält.

Dementsprechend findet man leider auch häufig eine passive Einstellung der Betreiber zu deren GMA, obwohl in vielen Fällen von der ordnungsgemäßen Funktion der GMA, hier vor allem der Brandmeldeanlagen, das Wohl und Wehe eines Betriebes und seiner Mitarbeiter abhängen kann.

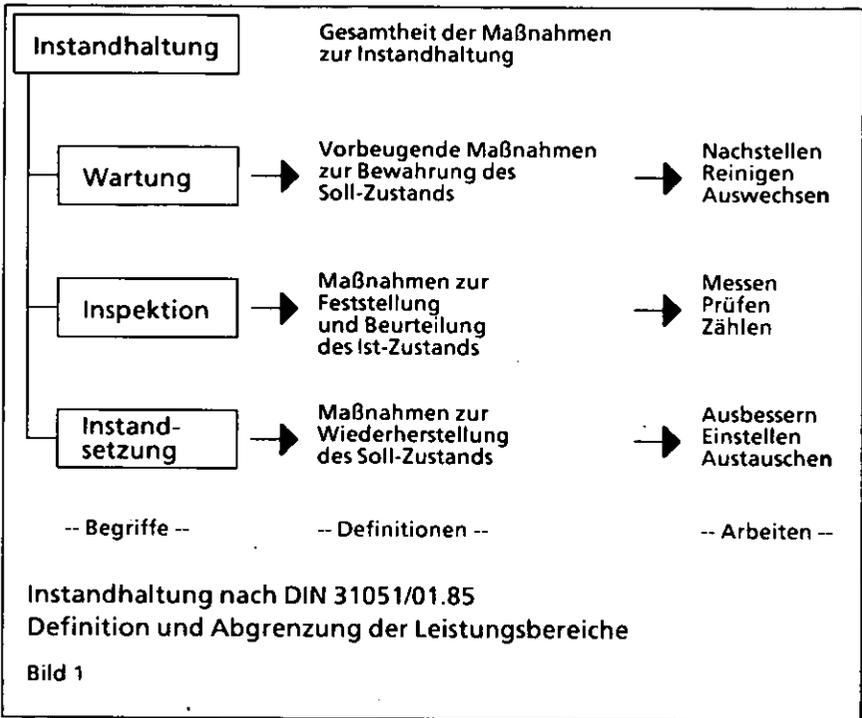
Während GMA früher einfach als Teil fernmeldetechnischer Einrichtungen unter der VDE 0800 Kl.C abgehandelt wurden, hat sich die Situation mit der Einführung der DIN VDE 57833 (1978) wesentlich geändert.

Hierin wurde zum erstmals auch der *Betreiber* mit in die Verantwortung der Betriebsbereitschaft genommen, eine äußerst wichtige Feststellung, denn ohne Identifizierung des Betreibers mit *seiner* Anlage kann er auch nicht erwarten, im Gefahrenfall den erwarteten Nutzen zu ziehen.

Eine ständige Betriebsbereitschaft kann nur durch eine fachmännische Instandhaltung erreicht werden.

Der Betreiber ist also auch dafür verantwortlich, daß seine GMA im Sinne der einschlägigen Richtlinien instandgehalten wird.

Wie ist der Begriff *Instandhaltung* definiert? DIN 31051 trifft hier eine klare Aussage: (*Bild 1*)



Was wird in der DIN VDE 57833 hinsichtlich der erforderlichen Instandhaltung von GMA gefordert ?

*Bild 2* zeigt, daß Instandhaltungs- und Änderungsarbeiten an GMA nur durch Elektrofachkräfte durchzuführen sind.

*Elektrofachkraft* ist, gemäß DIN VDE 57833 Pkt. 2.13

"wer auf Grund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnisse der einschlägigen Normen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann".

Alle Instandhaltungs- und Änderungsarbeiten müssen durch Elektrofachkräfte ausgeführt werden.

Inspektionen sind mindestens viermal jährlich in etwa gleichen Zeitabständen durchzuführen. Dabei sind

- die Anlagenteile/Geräte auf bestimmungsmäßige Funktion zu prüfen
- die GMA auf störende Beeinflussung, die nicht betriebsmäßig ausgewertet werden z.B. durch Änderung der Raumnutzung oder -gestaltung hin zu prüfen
- unzulässige Abweichungen vom Sollzustand wie gemeldete Störungen zu behandeln,

Wartungen sind nach Herstellerangaben, jedoch mindestens einmal jährlich durchzuführen. Für die Geräte/Anlagenteile gehören hierzu:

- die vorbeugende Pflege
- auswechseln von Bauelementen mit begrenzter Lebensdauer
- justieren, neu einstellen und abgleichen

Umfang und Zeitabstand der Arbeiten sollen den zulässigen Grenzwerten der Geräte und den örtlichen Betriebs-, Umgebungseinflüssen entsprechen.

Instandsetzungen (Reparaturen) sind unverzüglich durchzuführen, bei

- Störungen
- Beschädigungen und wenn bei
- Inspektionen unzulässige Abweichungen vom Sollzustand der GMA festgestellt werden

Alle Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen sind im Betriebsbuch aufzuzeichnen.

## Instandhaltung von Gefahrenmeldeanlagen Anforderungen

Bild 2

Die in *Bild 2* aufgeführten Arbeiten sind vom Instandhalter in das der Anlage beigelegte Betriebsbuch einzutragen.

Für den Instandhalter ist das Betriebsbuch einer GMA der quasi Lebenslauf der Anlage.

Hieraus kann der Techniker alle Gegebenheiten ablesen, die seit Inbetriebsetzung der Anlage aus externen wie auch internen Ereignissen aufgetreten sind.

Der Instandhalter einer GMA ist nicht nur Spezialist auf seinem Gebiet, er wird in der Regel auch ein Berater des Betreibers.

Er macht den Betreiber nicht nur pflichtgemäß auf etwa erforderliche Soll-Ist Abweichungen und deren Korrekturen aufmerksam, er weist auch auf Konsequenzen aus Nutzungs- und / oder baulichen Änderungen hin.

In der Regel herrscht zwischen Betreiber und Instandhalter einer GMA normalerweise die Errichterfirma, ein Vertragsverhältnis.

Der Instandhaltungsvertrag verpflichtet nicht nur den Instandhalter zu den vertraglich vereinbarten Leistungen, er ermöglicht auch die erforderlichen Vorleistungen des Instandhalters, ohne die eine ordnungsgemäße Leistungserbringung gar nicht möglich ist. Die Einzelheiten gehen aus *Bild 3* hervor.

Die Instandhaltungsfirma muß für die von ihr betreuten Gefahrenmeldeanlagen (GMA) dafür sorgen, daß

Elektrofachkräfte

- in erforderlicher Anzahl vorhanden sind
- Systemkonform aus- und weitergebildet werden
- an den bestimmungsgemäßen Terminen zur Durchführung der Inspektionen und Wartungen zu den einzelnen Betreibern entsandt werden

die erforderliche Menge systemkonformer

- Ersatzteile (Bauteile, Baugruppen, Geräte)
- Meß- und Prüfgeräte für Inspektionen, Fehlerdiagnose, Endprüfung vorgehalten werden

bei Störungen, Beschädigungen und unzulässigen Abweichungen der GMA vom Sollzustand unverzüglich

- die Mitteilungen der Betreiber entgegengenommen werden
- die Elektrofachkräfte, Ersatzteile, Meß- und Prüfgeräte verfügbar sind
- die Beförderung der Elektrofachkräfte und Transport der Ersatzteile und Werkzeuge zum Betreiber durchgeführt wird
- die GMA inspiziert und instandgesetzt wird

sämtliche Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen durch die Elektrofachkräfte in den Betriebsbüchern der Betreiber fortlaufend aufgezeichnet werden.

Instandhaltung von Gefahrenmeldeanlagen  
Anforderungen die den Instandhalter betreffen

Bild 3

Wie eingangs erwähnt, spielt die Verantwortung des Betreibers für seine GMA eine wesentliche Rolle, die auch durch die Einbindung in die DIN VDE 57833 dokumentiert wird.

**Bild 4** veranschaulicht die wesentlichen Merkmale dieser Verantwortung, gleich von wem letztendlich eine Leistung erbracht wird.

Der Betreiber oder der von ihm Beauftragte ist für den Betrieb der Gefahrenmeldeanlage (GMA) verantwortlich.

Der Betreiber oder der von ihm Beauftragte muß eingewiesene Person sein. Im Sinne der Norm muß er

- über die ihm übertragenen Aufgaben zum Betrieb der GMA
- über die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten
- über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen unterrichtet, belehrt und gegebenenfalls angelernt sein.

Der Betreiber hat für die regelmäßige Instandhaltung der GMA durch Elektrofachkräfte zu sorgen. Der Betreiber oder die von ihm beauftragte, eingewiesene Person hat alle notwendigen Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen sofort zu veranlassen.

Der Betreiber hat alle Anzeichen von Beeinträchtigung der ständigen Betriebsbereitschaft an der von ihm genutzten GMA, wie

- Störungen der Funktion
- störende Einflüsse, die nicht betriebsmäßig ausgewertet werden, z.B. durch Veränderungen der Raumnutzung oder -gestaltung
- Beschädigungen an Geräten oder Anlagenteilen

dem zuständigen Instandhalter sofort mitzuteilen und die notwendigen Vorkehrungen zu treffen.

Der Betreiber hat alle Betriebsergebnisse fortlaufend in einem bei GMA verfügbaren Betriebsbuch aufzuzeichnen.

#### Betrieb und Instandhaltung von Gefahrenmeldeanlagen Anforderungen an den Betreiber

Bild 4

Der Betreiber hat eine *Eingewiesene Person* zu stellen, welche unmittelbar mit dem Betrieb der GMA verbunden ist und deren Aufgaben in DIN VDE 57833 unter Pkt. 2.14 wie folgt festgelegt ist:

“ *Eingewiesene Person* ist, wer in die für den Betrieb einer GMA erforderlichen Aufgaben eingewiesen wurde. Sie ist in der Lage, selbständig die Bedienung der

GMA wahrzunehmen, Einflüsse auf die Überwachungsaufgaben bzw. Unregelmäßigkeiten zu erkennen und eigenverantwortlich bei Beeinträchtigung Inspektionen und Störungsbeseitigung zu veranlassen“.

Wie gesagt, neben ordnungsgemäßer Planung und Einbau einer GMA, ist eine fachmännische Instandhaltung wesentliche Voraussetzung der ständigen Betriebsbereitschaft der Anlage.

Dies wiederum ist Basis des Anspruches der GMA: "Sicherung von Leben und Sachwerten“.

Nur wenn der Betreiber einer GMA auch bereit ist seine Verantwortung zu übernehmen, ist der Kreis geschlossen und kann der gewünschte Erfolg = frühzeitige Warnung im Gefahrenfall, teilweise auch die automatische Ansteuerung von Hilfseinrichtungen gewährleistet werden.

Karlheinz Thieme  
Siemens AG München

# **Service-Forum Medizintechnik**

# Inhalationsnarkosegeräte

PD Dr. Erich Siegel, Lübeck

## Anwendung und Aufbau

Inhalationsnarkosegeräte stellen Geräte zur Unterstützung bzw. Aufrechterhaltung lebenserhaltender Funktionen dar, die in Operationsräumen weltweit eingesetzt werden. Sie werden nach der Medizingeräte-Verordnung als Geräte der höchsten Risikoklasse in die Gerätegruppe 1, Nr. 16, eingruppiert. Narkosegeräte beinhalten eine Reihe von Funktionseinheiten, die den Anästhesisten in die Lage versetzen, eine Inhalationsnarkose unter den heutigen Sicherheitsaspekten adäquat durchzuführen. Bei einer solchen Inhalationsnarkose werden zur Erzielung der Bewußtlosigkeit die Medikamente Halothane, Enflurane oder Isoflurane eingesetzt. Sie sind Flüssigkeiten und müssen in dem Gerät in den für die Einatmung notwendigen gasförmigen Zustand überführt werden. Zur Erzielung der Schmerzfreiheit wird das gasförmige Analgetikum Lachgas benutzt, das ebenfalls über die Lunge aufgenommen wird. Um für den Operateur optimale Arbeitsbedingungen zu schaffen, wird ein Muskelrelaxans intravenös verabreicht, wodurch die Spontanatmung erlöscht. Deshalb ist eine Beatmung unumgänglich.

Aus den medizinischen Notwendigkeiten heraus beinhaltet ein Narkosegerät oder - besser ausgedrückt - ein **Inhalationsnarkosearbeitsplatz** folgende **Funktionseinheiten**.

1. Eine **Gasdosierung**, die Lachgas verabreicht und die Sauerstoffversorgung sicherstellt.
2. Eine **Narkosemitteldosierung**, die die Umwandlung des flüssigen Narkosemittels Halothane, Enflurane oder Isoflurane in den dampfförmigen Zustand bewirkt und geeignete Konzentrationen zur Verfügung stellt.
3. Ein **Beatmungsgerät**, das die Ventilation der Lunge sicherstellt und die Verbindung zwischen Patient und Gerät herstellt.

Da durch die verabreichten Mittel die Eigenatmung unterdrückt ist, sind die kontrollierte Beatmung und die Handbeatmung die wesentlichen Beatmungsformen. Meistens werden Rückatemsysteme eingesetzt, da die Narkosemittel Lachgas, Halothane, Enflurane, Isoflurane und ebenfalls Sauerstoff einen wesentlichen Kostenfaktor darstellen. Hierbei wird ein Teil des ausgeatmeten Gasgemisches wieder eingeatmet, nachdem es durch einen CO<sub>2</sub>-Absorber vom ausgeatmeten CO<sub>2</sub> befreit wurde.

Diese Rückatemsysteme erlauben es, den notwendigen Frischgasflow weit unter das Atemminutenvolumen zu legen, wodurch ebenfalls die Umweltbelastung reduziert wird.

4. Eine **Geräte- und Atemwegsüberwachung**, die technische und Handhabungsfehler am Inhalationsnarkosegerät erkennt. Sie beinhaltet eine Sauerstoff-, Druck-, Volumen- und Narkosemittelkonzentrationsmessung. Ebenso sind Sicherungssysteme für die O<sub>2</sub>-Versorgung vorhanden.

5. Eine **Herz-Kreislauf-Überwachung** des Patienten, die das ausgeatmete Kohlendioxid, die Sauerstoffsättigung, das Elektrokardiogramm und die Blutdruckmessung registriert,

6. und neuerdings ein **Datenmanagement**, das die im Gerät vorhandenen Daten sammelt, bewertet, situationsrelevant darstellt und eine intelligente Alarmierung abgibt.

### **Gefahren und Schutzmaßnahmen**

Bei nicht vorschriftsmäßiger Ausrüstung und bei nicht sachgerechter Handhabung können von einem solchen Gerät sowohl für den Anwender als auch für den Patienten Gefahren ausgehen. Ursache von solchen kritischen Situationen für den Patienten sind z.B.

die ungenügende Sauerstoffzufuhr

die Verabreichung eines falschen Narkosemittels

zu hohe Narkosemitteldosierung

die Beatmung mit einem zu hohen Druck

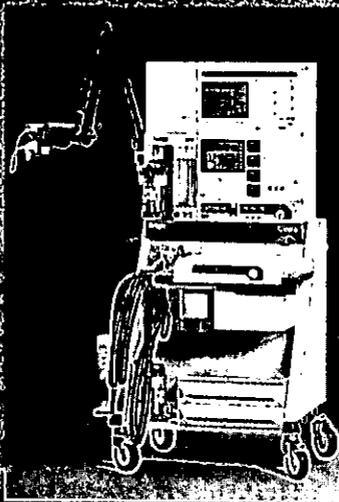
Hypo- bzw. Hyperventilation

undichte bzw. offene Schlauchverbindungen.

Um diese Fehlerfälle zu vermeiden oder aber für den Anwender erkennbar zu machen, werden in die Geräte entsprechend der heutigen Sicherheitsphilosophie der Beherrschung des ersten Fehlerfalles eine Reihe von Schutzvorrichtungen zur Vermeidung der Ursachen bzw. Komponenten zur Überwachung in ein Narkosegerät integriert. Diese sind z.B. für den Fall der O<sub>2</sub>-Fehldosierung kodierte Schlauchverbindungen, Sauerstoffmangelsignal und Lachgassperre auf der Hochdruckseite, eine Überwachung des Sauerstoff-Lachgasflowverhältnisses auf der Niederdruckseite, eine inspiratorische Sauerstoffkonzentrationsmessung mit entsprechendem Alarm und kodierte Dosiereinrichtungen für die Sauerstoffversorgung.

# Dräger

## Freiraum



Freiraum ist Bewegungsfreiheit. Ist Ruhe. Ist Übersicht. Freiraum schafft Konzentration. Für das Wesentliche.

### **Cicero. Der Anästhesie- Arbeitsplatz.**

Cicero faßt die für die Anästhesie notwendigen Funktionskomponenten zu einer Einheit zusammen. Raum, bisher von verstreuten Einzelgeräten, Kabel- und Schlauchverbindungen belegt, wird frei. Für Ordnung, Übersicht und direkten Zugang zum Patienten.

Cicero arbeitet von Minimal- bis High-Flow gleichermaßen für Neugeborene wie für Erwachsene. Raum wird frei. Für erweiterte Anwendungsbereiche und optimale Patientenversorgung.

Für detaillierte Informationen setzen Sie sich bitte mit uns in Verbindung. Wir informieren Sie gern.

Drägerwerk AG, Lübeck  
Medizintechnik  
Telefon (04 51) 8 82-29 16  
Telefax (04 51) 8 82-41 94

**Dräger.**  
Technik für das Leben

Neben diesen technischen Gefahren sind für den Patienten der hygienische Zustand des Gerätes und die Verbindung des Gerätes mit dem Patienten von besonderer Bedeutung. Daher ist es notwendig, daß entweder alle Atemgas führenden Teile eines Gerätes für den Patienten desinfiziert sind, um eine Infektion zu vermeiden, oder aber daß durch entsprechende Filter der gleiche hygienische Zustand erreicht wird.

Für den Anwender eines Narkosegerätes sind die potentiellen Belastungen durch die Belastung mit Lachgas und Narkosemittel gegeben. Schutzmaßnahmen können durch eine möglichst hohe Dichtigkeit des Gerätes, durch ein Arbeiten mit reduzierten Frischgasflows, durch eine eingebaute Narkosegasfortleitung und entsprechende Luftwechsel im OP ergriffen werden. Daneben ist auf die Einhaltung hygienischer Standards zu achten, um die Anwender vor Infektionen zu schützen.

### **Instandhaltung und Prüfungen**

Vom Hersteller werden in der Konzept-, Entwicklungs- und Fertigungsphase eines Gerätes sicherheitstechnische Maßnahmen in das Produkt integriert. Durch die **Bauartzulassung** nach der Medizingeräte-Verordnung werden diese Maßnahmen durch eine unabhängige Kontrollinstanz überprüft. Dabei wird festgestellt, ob ein Gerät den geltenden Verordnungen, den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften genügt.

Allein mit einer solchen "bauartgeprüften" Sicherheit eines Gerätes ist aber keinesfalls die gewünschte Sicherheit im klinischen Einsatz gewährleistet, auch wenn die Geräte nach der Gebrauchsanweisung bestimmungsgemäß eingesetzt und ordnungsgemäß bedient werden. Während seines Betriebes unterliegt ein solches Gerät bestimmten Verschleißerscheinungen, wobei sich der aktuelle Zustand (Ist-Zustand) von dem gewünschten Zustand (Soll-Zustand) entfernt. Anwender und Betreiber müssen daher eine laufende Überprüfung und Kontrolle im Routinebetrieb organisieren und durchführen, damit die Sicherheit eines Gerätes auch zwischen zwei für Narkosegeräte üblichen halbjährlich wiederkehrenden sicherheitstechnischen Kontrollen bzw. Inspektionen gewährleistet bleibt.

Bei dieser **wiederkehrenden sicherheitstechnischen Kontrolle**, deren Frist und Inhalt durch die behördliche Bauartzulassungsbescheinigung festgelegt werden, werden die Vollständigkeit der Gerätedokumentation, alle wichtigen Funktionsparameter und alle relevanten Parameter zur Erkennung des Erstfehlers überprüft und aktenkundig gemacht. Das Ziel dieser Kontrolle ist die Feststellung und Beurteilung des sicherheitstechnischen Ist-Zustandes eines Gerätes. Diese Prüfung ist ganzheitlich inklusive des Zubehörs durchzuführen, wie es der Anwender täglich benutzt.

Von der sicherheitstechnischen Kontrolle ist zu unterscheiden die **Inspektion und Wartung**, die das Ziel verfolgt, durch vorbeugende Zustandserhaltung die Verfügbarkeit des Gerätes durch Bereitstellung einer ausreichenden Nutzungsreserve bis zur nächsten Inspektion sicherzustellen. Detaillierte und quantitative Messungen und Prüfungen, die weit über die rein sicherheitstechnischen Aspekte hinausgehen, sind dazu notwendig.

Zwischen diesen Intervallen bleiben dem Anwender zwei weitere Prüfungen, die ihn in die Lage versetzen sollen, Abweichungen vom Soll-Zustand des Gerätes zu erkennen, die Prüfung der Betriebsbereitschaft nach jeder Gerätepflege, wie sie in der DIN 13252 genannt wird, und die Prüfung der Funktionstüchtigkeit (auch Funktionscheck) unmittelbar vor der Anwendung, wie sie in der MedGV, § 6, Abs. 4, und in der DIN 13252 verlangt wird.

Mit dem **Funktionscheck** kann schnell geprüft werden, ob das Gerät funktionssicher ist und sich in ordnungsgemäßem Zustand befindet. Hierbei wird die Prüfung bewußt auf das Wesentliche beschränkt, und vor allem werden Sicht- und Plausibilitätsprüfungen durchgeführt.

Die **Prüfung nach der Gerätepflege** ist detaillierter und dauert länger als der Funktionscheck. Der Inhalt bezieht sich auf die bestimmungsgemäße Funktion, eine tiefe Überprüfung der vorhandenen Alarmsysteme und Sicherungselemente und eine Kalibration der relevanten Parameter. Ziel dieser Prüfung ist das Erkennen von Fehlern, die durch das Auseinandernehmen, Reinigen, Desinfizieren, Sterilisieren, Transportieren und Zusammenbauen entstanden sein können.

## **Einweisungen**

Während die verschiedenen Prüfungen das Ziel verfolgen, das Gerät in einem ordnungsgemäßen Zustand zu halten, beabsichtigen die Einweisungen, dem Anwender die Kenntnisse und Handlungsabläufe zu vermitteln, die eine sachgerechte Anwendung des Gerätes ermöglichen. Bei diesen Einweisungen spielt die Gebrauchsanweisung die zentrale Rolle, denn sie ist der entscheidende Informationsträger für den Anwender. Um die Anwendungssicherheit zu gewährleisten, ist daher neben der Ersteinweisung und dem Studium der Gebrauchsanweisung eine regelmäßig wiederkehrende Unterweisung und Weiterbildung notwendig (siehe MedGV § 6.3 und § 10). Ziel dieser Aus- und Weiterbildung muß es sein, die Funktionen des Inhalationsnarkosearbeitsplatzes beherrschen zu lernen, seine Möglichkeiten voll ausschöpfen zu können, durch die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten die Gewähr für eine sichere Handhabung in Routine und Notfallsituation zu bieten und damit sich mit dem Gerät wohl und sicher zu fühlen.

### Langzeitbeatmungsgeräte

Große Schwierigkeiten bereiten oft die einfachen Dinge des Lebens.

Stichwort:

#### **Die Gebrauchsanweisung.**

Eigentlich kein Thema -  
Sie muß in deutsch und bei jedem Gerät vorhanden sein  
(MedGV. Paragraph 4).

Bei mehreren Geräten gleicher Bauart ist eine Gebrauchsanweisung, an einem zentralen, für jeden Anwender zugänglichen Ort, ausreichend.

In der Praxis zeigen sich hier schon die ersten Schwierigkeiten. Teilweise sind diese Unterlagen aufgrund von Selbststudien der Mitarbeiter irgendwo im Privatbesitz oder die Dokumentation der diversen Unterlagen wird nicht gepflegt. Es scheint daher unerlässlich einen Satz von Gebrauchsanweisungen im Bereich der Medizintechnik zu verwahren.

Gerade bei älteren Geräten können dann bei Verlust auf der Station Kopien gezogen werden. Sinnvoll und empfehlenswert ist eine Verwahrung zusammen mit dem Gerätebuch.

Bei Nacheinweisungen des Personals und zu Fragen der Geräteanwendung, -bauart, -schutzmaßnahmen und -instandhaltung gibt die Gebrauchsanweisung verlässlich Antwort.

Stichwort:

#### **Einweisung des Personals (nach MedGV.Paragraph 9 und 10)**

Die MedGV. fordert eine Einweisung der Betreiber bzw. eigentlich für den Geräteverantwortlichen. Dieses ist am Anfang bei Neugeräten kein Problem.

Der Hersteller oder die Vertreiberfirma führt meistens mehrere Einweisungen mit den Tag- und Nachtschichten sowie allen Interessierten auf den Intensivstationen oder besser noch, in einem Schulungsraum durch.

Die Teilnehmer an diesen Veranstaltungen werden im Gerätebuch vermerkt. Dem Einsatz des neuen Gerätes steht nichts mehr im Wege.

# Ablaufplan zur Beseitigung einer Betriebsstörung auf der Station -ökonomische Lösung-

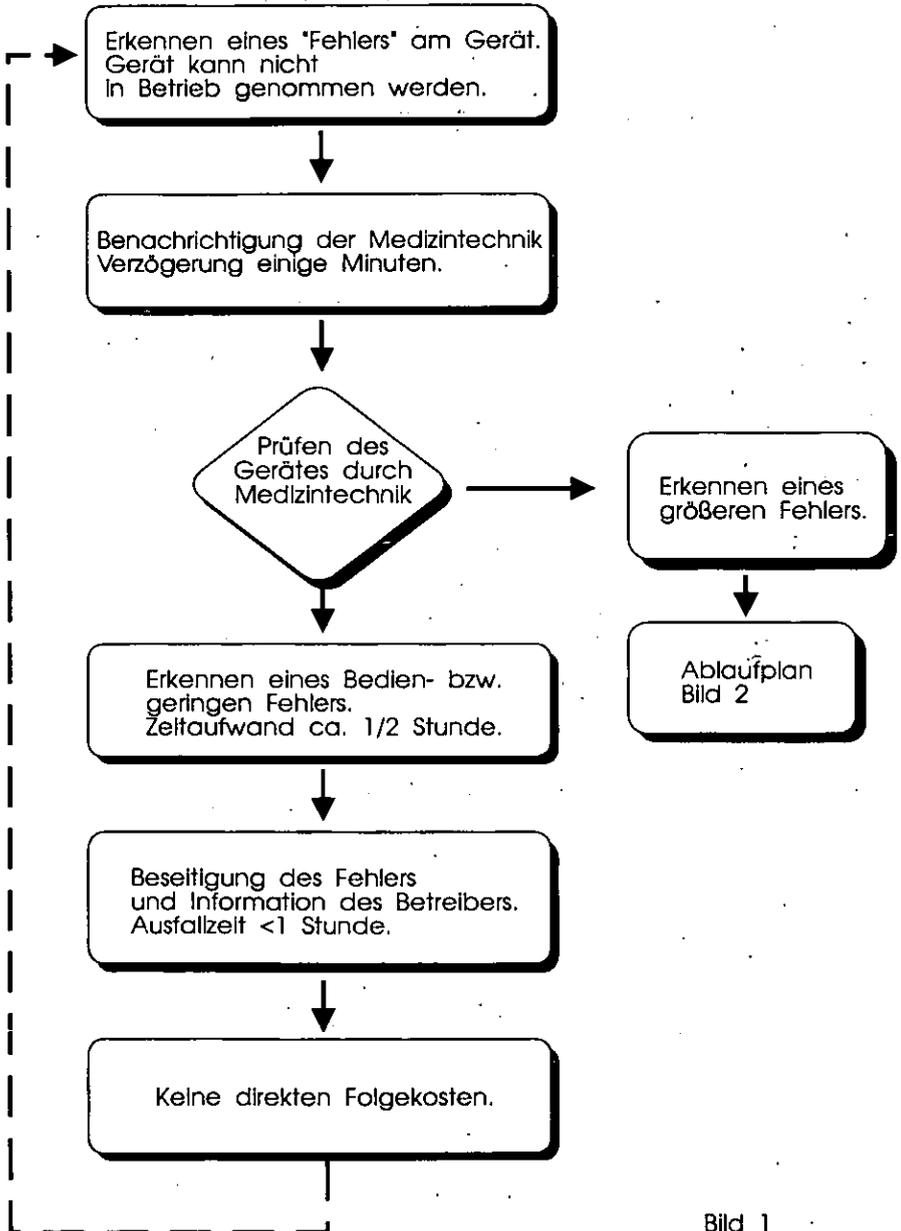
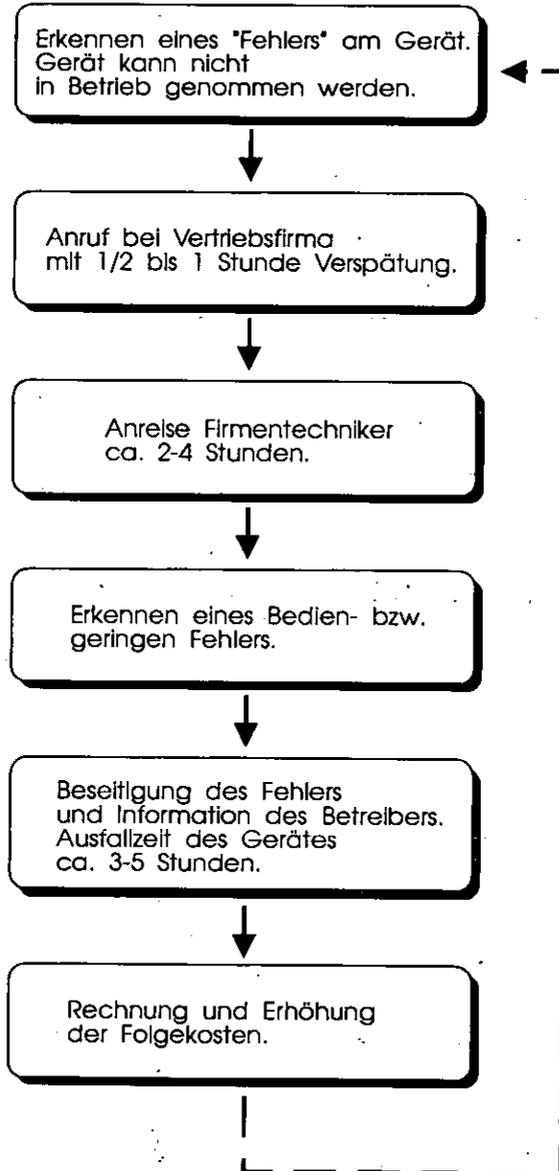


Bild 1

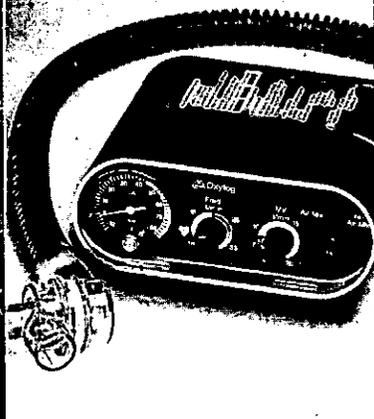
# Ablaufplan zur Beseitigung einer Betriebsstörung auf der Station

-Kostenintensive Lösung-



# Dräger

## Brennpunkt



Beatmung in einer Notfallsituation.

Das ist ein kritischer Moment.

Dann muß schnell und effektiv gehandelt werden. Die Hände sollten dabei frei sein für den Patienten. Das Beatmungsgerät und dessen Bedienung stehen im Brennpunkt.

## Oxylog. Beatmung im Notfall.

Oxylog beatmet automatisch zeitgesteuert und volumenkonstant.

Oxylog kann als „Teil des Patienten“ direkt auf der Trage verbleiben oder als Trageplatten-, Koffer- oder Rucksackversion benutzt werden.

Oxylog bewährt sich täglich weltweit an Notfallbrennpunkten – zu Lande, zu Wasser und in der Luft, um Menschenleben zu retten.

Für uns selbstverständlich: Der DrägerService steht unseren Kunden jederzeit vor Ort zur Verfügung.

Drägerwerk AG, Lübeck  
Medizintechnik  
Telefon (04 51) 8 82-41 96  
Telefax (04 51) 8 82-23 45

**Dräger.**  
Technik für das Leben

Durch Fluktuation der Belegschaft (teilweise 50 % im Jahr) oder schlichtweg durch Vergessen, wird eine Nacheinweisung erforderlich. Hier ist theoretisch der Geräteverantwortliche gefordert, dieser ist damit aber oft überfordert.

Eine weitere Variante besteht darin, die Vertreiberfirma 2-3 mal im Jahr für Nacheinweisungen zu bestellen. Dies wird aber nicht für alle Ewigkeit kostenlos erfolgen können, da bei dieser Möglichkeit erhebliche Kosten bei bundesweiten Nachschulungen entstehen.

Hier bietet sich idealerweise die Medizintechnik im eigenen Hause an. Das dort vorhandene Knowhow ist täglich abrufbereit, verursacht keine zusätzlichen Kosten und die Ausfallzeit des Gerätes durch Bedienungsfehler wird auf ein Minimum reduziert (Bild 1). Der Anteil von Bedienungsfehlern liegt verschiedener Studien zufolge zwischen 33 - 64 %.

Nicht die Medizintechnik selbst, sondern Gerätefehlbedienungen und mangelnde Apparatepflege verursachen 80 Prozent aller Patientenschadensmeldungen (Krankenhaustechnik 11.91).

Eine Abhilfe schafft nur eine immer wiederkehrende Schulungsroutine des Pflegepersonals. Der Schulung muß hier unbedingt ein anderer Stellenwert zugeordnet werden.

Bis die Firma zur Behebung des (nichtvorhandenen) Fehlers erscheint, kann leicht 1/2 Tag vergehen. Der Firmentechniker muß ja seine geplante Arbeit erst zuende führen bzw. unterbrechen und dann über verstopfte Straßen anreisen. Dies erhöht unnötigerweise die Folgekosten (Bild 2).

Eine denkbare Lösung:

Nacheinweisungen können im voraus 1/2 oder 1/4 jährlich geplant werden. Dies gibt allen Beteiligten eine größere Sicherheit beim Umgang mit der Technik.

Stichwort:

### **Instandhaltung und Prüfung**

Da der wichtigste Punkt der Instandhaltung die Fehlervermeidung ist, fließen die vorhergenannten Punkte hier mit ein.

Eine qualifizierte Ausbildung, die periodisch wiederholt wird, ist die beste Gewähr zur Fehlervermeidung. Im Rahmen dieser Betreiber-ausbildung muß immer wieder die Funktionscheckliste (Bild 3) durchgesprochen werden. Dies gehört, nach MedGV, Paragraph 4 bzw. DIN Norm 13254, bei jeder Inbetriebnahme zur Routine.

### FUNKTIONSCHECKLISTE

Vor Inbetriebnahme des Bennett-Ventilators sind die Kontrollvorgänge 1—8 und 11 vorzunehmen. Die Schritte 9 und 10 **müssen** nach der Gerätereinigung durchgeführt werden.

Die Kenntnis der Gebrauchsanweisung ist Voraussetzung.

- |                            |    |                          |   |
|----------------------------|----|--------------------------|---|
| Cascade-Anfuechter         | 1  | <input type="checkbox"/> | Vollständigen Zusammenbau und Füllhöhe überprüfen   |
| Schlauchsystem             | 2  | <input type="checkbox"/> | Schlauchanschlüsse und Vollständigkeit prüfen   |
| Testluenge                 | 3  | <input type="checkbox"/> | am Y-Stück adaptieren   |
| ZGV Druckschläuche         | 4  | <input type="checkbox"/> | entspr.: mit ZGV verbinden  |
| Netzschalter               | 5  | <input type="checkbox"/> | - EIN -   |
| Lampen-Test                | 6  | <input type="checkbox"/> | drücken, Test beobachten  |
| O <sub>2</sub> -Monitor    | 7  | <input type="checkbox"/> | mit ext. O <sub>2</sub> kalibrieren und Alarmer prüfen  |
| Atemgas-Temperaturanzeige  | 8  | <input type="checkbox"/> | am Sensor Temperatur simulieren, Anzeige beobachten und Alarmfunktion prüfen  |
| EST-Test                   | 9  | <input type="checkbox"/> | einleiten, nachstehende Schritte durchführen  |
| <b>START-EST-EINGABE</b>   |    |                          | = Aufforderung, <b>EINGABE</b> drücken  |
| <b>OHNE - PAT. EINGABE</b> |    |                          | = zur Bestätigung <b>EINGABE</b> drücken  |
| <b>KURZ-EST</b>            |    |                          | = wird angezeigt. Danach <b>EINGABE</b> drücken   |
| <b>521 Y-BLOCKEN</b>       |    |                          | Verschlußstopfen fest in das Y-Stück stecken und <b>EINGABE</b> drücken<br>Bis Testzahl 582 ist keine Reaktion erforderlich |
| <b>583 REGEL PEEP 36</b>   |    |                          | = Peep auf 36 mbar einstellen   |
| <b>583 REGEL PEEP 0</b>    |    |                          | = Peep langsam auf — 0 — zurückdrehen   |
| <b>EST-BESTANDEN</b>       |    |                          | = Der Bennet 7200a schaltet automatisch auf Normalbetrieb   |
| Stromausfall-Alarm         | 10 | <input type="checkbox"/> | auf Funktion prüfen   |
|                            | 11 | <input type="checkbox"/> | Handbeatmungsbeutel bereitgelegt  |

Funktionsprüfung durchgeführt

DATUM: \_\_\_\_\_ SER. Nr.: \_\_\_\_\_

INVENT. NR.: \_\_\_\_\_

PRÜFER: \_\_\_\_\_ BETRIEBSSTUNDEN: \_\_\_\_\_

Eintragungen mit Bleistift vornehmen (mit Radiergummi lösbar). Serien-Nr./Inventar-Nr. mit wasserfestem Füllschreiber eintragen. Funktionscheckliste nicht mit Alkohol, Lösungsmitteln oder Desinfektionsmitteln reinigen

Sollte es trotzdem auf der Station mit einem Beatmungsgerät Probleme geben, so ist es wünschenswert, wenn die Medizintechnik eine weitergehende Funktionsprüfung durchführen kann. Am Ende dieser Prüfung muß eine klare Aussage getroffen werden, ob dieses Gerät defekt ist oder nicht.

Eine Hilfe für diese Tests können bei modernen Geräten Hard- oder Softwareprüfungen sein, die mit einer Programmführung Schritt für Schritt durchgearbeitet werden, oder eine interne Abspeicherung der letzten Fehler mit Datum und Uhrzeit (Beispiel BENNETT 7200).

Wird ein Gerätefehler in diesem Test festgestellt, muß vom Medizintechniker die Entscheidung gefällt werden: Eigen- oder Fremd-reparatur.

Eine Entscheidungshilfe hierfür sollte durch die Vertriebsfirma in Form von Krankenhaustechniker-Lehrgängen angeboten werden.

Kleinigkeiten wie z.B.

- Undichtigkeiten im Schlauchsystem
  - Kalibrierung der Druck- und Flowsensoren
  - auswechseln von speziellen Komponenten, die dem Bedienungs-personal normalerweise nicht zugänglich sind (O<sub>2</sub>-Sonde, etc.)
  - Durchführung der 1/2 jährlichen sicherheitstechnischen Kontrolle
  - Erkennen von Fehlerspeicher über Paßwort oder Code
- sollen in diesen Technikerschulungen besprochen werden.

Eine weitergehende Reparatur von der hauseigenen Medizintechnik ist im Normalfall nicht anzuraten. Hierzu wäre eine größere Ersatzteilhaltung notwendig, die würde unnötig Kapital binden.

Eine Bevorratung aller Platinen eines Gerätetypes incl. einiger wichtiger Pneumatikventile übersteigt schnell den Wert von 50 % eines Einzelgerätes. Dies lohnt sich in der Regel erst ab Stückzahl >10 eines Types.

Da die echten Ausfälle glücklicherweise selten auftreten, ist der Krankenhaustechniker gezwungen, sich immer wieder neu in die Materie einzuarbeiten, dies ist sehr zeitintensiv und daher unökonomisch.

Bei der Vielzahl der im Krankenhaus vorkommenden Geräte und der dadurch verbundenen geringen Spezialisierung kann es auch zu Sicherheitsproblemen bei MedGV. Gruppe I Geräten kommen.

Jede durchgeführte Reparatur muß im Gerätebuch vermerkt werden, für die ordnungsgemäße Führung des Gerätebuches ist meist die Medizintechnik zuständig, laut MedGV. Paragraph 13 auf jeden Fall der Betreiber. Derjenige, der zuletzt am Gerät war, ist für den Zustand des Gerätes verantwortlich.

**Vor- und Nachteile bei Servicearbeiten durch hausinterne Medizintechnik:**

Vorteile	Nachteile
Geringe Geräteausfallzeit	Volle Risikoübernahme bei der Reparatur bei Veränderungen am Produkt, Lagerrisiko, hoher finanzieller Aufwand
Anpassungsmöglichkeit der Personalstruktur an Gerätepark der Klinik	Eng abgesteckter Personalrahmen
Wirtschaftliche Betriebsführung, weil Bereich überschaubar, wenn für gleichartige Gerätesysteme jeweils ein Mitarbeiter zur Verfügung steht	Großer Organisationsaufwand für Nachweis des Wirtschaftsergebnisses
Keine oder nur bedingte Unterlagenerstellung für Wartung und Instandsetzung	Bedingter Zugriff zu Herstellerunterlagen, unterschiedliche Unterlagensysteme, Abhängigkeit von der Lieferfähigkeit der Hersteller
KnowHow im Hause	Auf Fremdschulung angewiesen, regelmäßige Nachschulungen, d. h. Kosten. Aufwand für Ausbildung
Eigenes Testequipment, unabhängig von Fremdfirmen	Beschaffungsschwierigkeiten. Kostenintensiv, geringe Ausnutzung
Interner Erfahrungsgewinn durch Produktbeobachtung, Entscheidungshilfe bei Neubeschaffung	Keine

### Zusammenfassung

Durch Servicezentren oder Medizintechnik-Abteilungen und deren sinnvoller Koordinierung und Zusammenarbeit mit Fremdfirmen lassen sich sicher die Kosten der Krankenhäuser senken.

Wichtige Arbeitsgebiete sind die schon erwähnten

- Überprüfungen der Geräte
- Fehlerlokalisationen
- Bagatellreparaturen
- Beratungen der Ärzte
- Schulungen des Personals
- Hilfestellungen bei komplexen Untersuchungen, z.B. Folgekosten
- Führung der MedGV. Dokumentationen.

Hierdurch wird allgemein die Sicherheit des Krankenhauses bzw. des Betreibers erhöht.

Es darf auf keinen Fall zu einem Gegeneinander von Medizintechnik und Herstellerfirmen kommen, denn es kostet unser aller Geld, und die Nutzung von Synergien ist sinnvoller.

Die Hersteller bekennen sich aber nur dann zur ungeteilten Produzentenhaftung, wenn sie voll in der Verantwortung bei Wartung und Instandsetzung bleiben.

Die Firmen möchten nicht Lückenbüsser sein, wenn andere versagt haben, etwas "kaputtrepariert" wurde und dann wie selbstverständlich eventuell außerhalb der Arbeitszeit, an Sonn- und Feiertagen, der Notdienst gerufen wird.

Beide Seiten sollten Partner sein und Ihre Verantwortung kennen. Denn jeder ist für das was er tut verantwortlich! Wir nehmen diese Verantwortung ernst und helfen weiterhin gemäß unserem Slogan "fürs Leben gern".

### Literaturverzeichnis

- Service Management, Rene Weber 91/92
- Gesundheitswesen in der Schweiz, Verlag Neue Züricher Zeitung, 1987
- Kompendium des Krankenhauswesens, Band 2, 1982  
Dr. Wilfried von Eiff, Dettendorf Verlagsgesellschaft,  
Bad Homburg
- Zeitschrift Krankenhaus Technik, November 1991  
Claus Schwing, Schadensfälle im Umgang mit der  
Medizintechnik
- Medizingeräteverordnung, Dr. Helmut Fischer, Schnetztor-  
Verlag Konstanz, 1987

### Verfasser-Adressen

Dipl. Ing. Manfred Radtke  
HOYER MEDIZINTECHNIK  
Parkallee 44  
2800 Bremen

Peter Klemm  
HOYER MEDIZINTECHNIK  
Walter-Geerdes-Str. 10-12  
2800 Bremen

## Die Aufgaben und Möglichkeiten des Service für die Anwendung und den Betrieb von Infusionsapparaten

### 1. Einleitung

Infusionsapparate sind aus der heutigen Therapie für den Patienten nicht mehr wegzudenken. Sie erlauben dem Arzt die Durchführung komplizierter Eingriffe und Nachsorge in Verbindung mit der Verwendung sehr wirksamer Pharmaka. In der postoperativen Phase erleichtern die Infusionsapparate u.a. den Umgang mit dem Schmerz und ermöglichen die Umsetzung einer patientengerechten parenterale Ernährung.

### 2. Geräteanwendung und Bauart

Durch die Behandlung immer älterer Patienten und Unfallopfer mit komplizierten Verletzungen stieg die Anzahl der Infusionsapparate in den letzten Jahren in den Krankenhäusern (meist auf der Intensivstation) immer stärker an. Wurden in früheren Jahren die Infusionslösungen mit "Schwerkraft" appliziert, so stehen dem Arzt und Pflegepersonal heute eine Vielzahl von Arten von Infusionsapparaten zur Verfügung. Somit besteht die Möglichkeit, das richtige "Werkzeug" für die Infusionstherapie zu verwenden.

Welche Infusionsapparate gibt es ?

Wird die reine Schwerkraftapplikation als Applikationsform ausgeschlossen, so ist eine Unterscheidung in folgende Apparate möglich:

- Infusionsregler
- Infusionspumpe, tropfengesteuert
- Infusionspumpe, volumetrisch
- Infusionsspritzenpumpe

Die normungstechnische Definition ist der seit dem August 1991 gültigen Norm DIN VDE 0750 Teil 232 /1/ zu entnehmen. Diese Norm bezieht sich auf Einzelinfusionsapparate und legt die Mindestanforderungen an die Sicherheit der Infusionsapparate fest. Außerdem ist für den Einsatz der Infusionsapparate im Krankenhaus die MedGV /2/ gültig.

Da die normungstechnischen Definitionen meist schwer zu verstehen sind, ist die zusätzliche Beschreibung über die Bauart von Infusionsapparaten sinnvoll.

- Infusionsregler:

Definition gemäß DIN VDE 0750 Teil 232: "APPARAT, der den durch Schwerkraft, durch Überdruck, erzeugten Fluß von Flüssigkeit in den PATIENTEN regelt."

Das Infusionssystem für den Infusionsregler besteht aus einem Vorratsbehälter, einer Tropfkammer mit

angeschlossenem Überleitsystem und elektromechanisch betätigter Schlauchklemme. Der Vorratsbehälter ist über dem Patienteniveau angeordnet und die gewünschte Förderrate (Tropfrate, volumetrischer Fluß) wird vom Anwender an der Steuereinheit des Schwerkraftreglers eingestellt. Über einen Tropfendetektor an der Tropfkammer werden die fallenden Tropfen erfaßt und der Steuereinheit als Signal zugeführt. Die elektromechanische Schlauchklemme wird durch die Steuereinheit so eingestellt, daß die vom Anwender gewünschte Tropfrate appliziert wird. Der Infusionsregler wird nach MedGV als Gruppe 3 Gerät klassifiziert.

- Infusionspumpe

Definition gemäß DIN VDE 0750 Teil 232: "APPARAT, der den durch die Pumpe, durch Überdruck, erzeugten Fluß von Flüssigkeit in den PATIENTEN regelt."

- Infusionspumpe, tropfengeregelt

Definition gemäß DIN VDE 0750 Teil 232: "INFUSIONSPUMPE, bei der die Förderrate in Tropfen je Zeiteinheit von dem ANWENDER eingestellt wird."

- Infusionspumpe, volumetrisch

Definition gemäß DIN VDE 0750 Teil 232: "INFUSIONSPUMPE, bei der die Förderrate in Volumen je Zeiteinheit von dem ANWENDER eingestellt wird."

Das Infusionssystem für die Infusionspumpe besteht aus einem Vorratsbehälter, einer Tropfkammer mit abgeschlossenem Überleitsystem und aktiver Pumpeinheit (z.B. Pumperistaltik, Pumpkassette etc.). Die gewünschte Förderrate (Tropfrate, volumetrischer Fluß) wird vom Anwender an der Steuereinheit der Infusionspumpe eingestellt. Über die aktive Pumpeinheit wird die Infusionsflüssigkeit in den Patienten appliziert. Bei tropfengeregelte Infusionspumpen werden über einen Tropfendetektor an der Tropfkammer die fallenden Tropfen erfaßt und der Steuereinheit als Signal zugeführt. Die aktive Pumpeinheit wird durch die Steuereinheit so eingestellt, daß die vom Anwender gewünschte Tropfrate appliziert wird. Bei volumetrischen Infusionspumpen ist der Fluß in den Patienten durch einen speziell auf die aktive Pumpeinheit abgestimmten Einmalartikel festgelegt. Es existiert ein fester Zusammenhang zwischen Drehzahl der aktiven Pumpeinheit und dem resultierenden Fluß in den Patienten. Das Signal vom Tropfendetektor wird in der Regel zur Verifikation der Förderung benutzt. Die Infusionspumpe ist gemäß MedGV als Gruppe 1 Gerät klassifiziert.

- **Infusions-spritzenpumpe**

Definition gemäß DIN VDE 0750 Teil 232: "APPARAT, der zur Infusion von Flüssigkeit in den PATIENTEN, durch einmaliges Ausdrücken des Inhalts einer oder mehrerer Spritzen, bestimmt ist."

Die gewünschte Förderrate (volumetrischer Fluß) wird vom Anwender an der Steuereinheit des Apparates eingestellt.

Zur Auswahl des richtigen "Werkzeuges" für die Infusionstherapie wird dem Anwender ein Hilfsmittel an die Hand gegeben, das in jeder Gebrauchsanweisung beigelegt ist - die "Trompetenkurve". An Hand dieser grafischen Darstellung kann bestimmt werden, welche Förderratenabweichung sich bei welcher eingestellten Förderrate ergibt.

### 3. Gefahren und Schutzmaßnahmen

Es existieren eine Vielzahl von Gefahren, wenn der gesamte Bereich der medizinischen Geräte betrachtet wird.

Für die Infusionsapparate gilt zusätzlich zur allgemein gültigen DIN VDE 0750 Teil 1 /3/ die Norm DIN VDE 0750 Teil 232 für die Festlegungen der Gefahren.

Gefahren, die gemäß DIN VDE 0750 Teil 232 ausgeschlossen werden müssen sind:

- a) Überförderung
- b) Luftinfusion in den Patienten

Zusätzlich ist die übermäßig Druckbelastung des Einmalartikels durch das Pumpsystem zu beachten. Deshalb werden für die Infusionsapparate die Einmalartikel vorgeschrieben, da bei Verwendung nicht durch den Hersteller vorgeschriebener Einmalartikel eine Überförderung bzw. Ruptur des Einmalartikels auftreten kann. Das gilt in besonderer Weise für den Einsatz tropfengeregelter Infusionspumpen.

Zur Verhinderung der Gefahren a) und b) wurden von den Herstellern der Infusionsapparate Schutzmaßnahmen (Schutzsystem) vorgesehen. Das Schutzsystem und das Steuersystem prüft, entweder vor Therapiebeginn die Funktionstüchtigkeit der verschiedenen Sensoren, oder auch während des Betriebs werden die Sensoren zyklisch geprüft. Ein Beispiel für die zyklische Prüfung ist der Luftdetektor einer Infusionspumpe. Die Prüfzeit muß so gewählt werden, daß bei Ausfall des Luftdetektors keine Luft in den Patienten gefördert wird.

Wird der Ausfall eines Sensors durch das Schutzsystem oder das Steuersystem erkannt, so geht der Infusionsapparat in den "sicheren Zustand". D.h. Unterbrechung der Förderung mit Alarmgabe.

## 4. Instandhaltung und Prüfungen

### 4.1 Prüfungen

Zeitlich wiederkehrende Prüfungen für Infusionsapparate der Gruppe 1 werden im Rahmen von "sicherheitstechnischen Kontrollen" (STK) in der MedGV § 11 vorgeschrieben. Für die Infusionsapparate wird der Umfang und die Fristen dieser Prüfung zwischen dem Hersteller und der Prüfstelle festgelegt und in den Begleitpapieren oder einem technischen Handbuch dokumentiert.

Nach NÖTHLICHS /4/ ist "Ziel der STK ist eine Aussage darüber, ob sich der Infusionsapparat zum Zeitpunkt der Prüfung in einem ordnungsgemäßen Zustand befindet und erwarten läßt, daß auch bis zur nächsten STK den Anforderungen der Verordnung entspricht. Der Umfang richtet sich nach den Bestimmungen der Bauartzulassung. Enthält die Bauartzulassung keine Bestimmungen, sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik maßgebend."

Außerdem wird bei den STK eine Überprüfung der elektrischen Sicherheit gemäß VDE 0751 (Ersatzgeräteableitstrom) gefordert.

Der Umfang der STK ändert sich von Infusionsapparat zu Infusionsapparat. So war es in der Vergangenheit, bei analog gesteuerten System, sicher sinnvoll, z.B. bei Infusionspritzenpumpen neben dem Verschlußalldruck auch die Förderrate zu messen. So ist es möglich, daß durch den Einsatz der Mikroprozessortechnik sich die STK auf die Messung des Verschlußalldrucks reduziert.

Für die Durchführung der STK ist der Betreiber verantwortlich. Der Betreiber kann die STK entweder selbst durchführen, oder durchführen lassen. Somit ist die Einbeziehung von wirtschaftlichen Überlegungen bei der Durchführung der STK gegeben. Die STKs können entweder in der hauseigenen Technik, durch externe Prüfstellen (TÜV etc.) oder durch den Hersteller durchgeführt werden.

### 4.2 Instandhaltung

Die Instandhaltung gliedert sich in wiederkehrende Wartung und in Reparaturen. Für die wiederkehrende Wartung werden vom Hersteller Empfehlungen über den Umfang und die Fristen in den Begleitpapieren angegeben. Die Wartungsmaßnahme kann entweder durch die hauseigene Technik, durch ein beauftragtes Serviceunternehmen oder durch den Hersteller durchgeführt werden. Maßstab für die Auswahl sind wirtschaftliche Überlegungen des Betreibers.

Für die Durchführung von Reparaturen müssen die Möglichkeiten und vorhandenen Kapazitäten der hauseigenen Technik objektiv bewertet werden. Zusätzlich spielt die Reparaturtiefe (z.B. Austausch auf Baugruppenebene), die Ersatzteilbevorratung und die Verfügbarkeit von Überbrückungs-Infusionsapparaten für den Einsatz auf der Station eine entscheidende Rolle.

## 5. Einweisungen

Die Anforderungen für die Einweisung sind in § 9 und § 10 der MedGV festgelegt.

So sagt § 9 MedGV:

"Der Betreiber darf ein medizinisch-technisches Geräte der Gruppe 1 erst in Betrieb nehmen, wenn der Hersteller oder Lieferant

1. das Gerät am Betriebsort einer Funktionsprüfung unterzogen hat und
2. den für den Betrieb des Gerätes Verantwortlichen anhand der Gebrauchsanweisung in die Handhabung des Gerätes eingewiesen hat."

Der Adressat von § 9 MedGV ist einerseits der Hersteller oder Lieferant, andererseits der Betreiber des Gerätes. Dieser Punkt wird in aller Regel strikt eingehalten und beschreibt die Schnittstelle zwischen dem Verantwortungsbereich des Herstellers oder Lieferanten und dem Betreiber. Die "Ersteinweisung" wird im Gerätebuch des Infusionsapparates dokumentiert. Im Rahmen der Inbetriebnahme und "Ersteinweisung" geht die Verantwortung der Einweisungspflicht vom Hersteller oder Lieferant auf den Betreiber über.

Zusätzlich kommt nach Erledigung von § 9 MedGV § 10 MedGV Abs. 1 zur Anwendung. § 10 Abs. 1 MedGV schreibt vor:

"(1) Medizinisch-technische Geräte der Gruppe 1 und 3 dürfen nur von Personen nach § 6 Abs. 3 angewendet werden, die am Gerät unter Berücksichtigung der Gebrauchsanweisung in die sachgerechte Handhabung eingewiesen worden sind. Nur solche Personen dürfen einweisen, die auf Grund ihrer Kenntnisse und praktischen Erfahrungen für die Einweisung in die Handhabung dieser Geräte geeignet sind."

Der Adressat dieses Paragraphen ist der Betreiber, d.h. der Besitzer der Geräte. Er hat für die Einhaltung des § 10 zu sorgen. Gleichzeitig wird eine Personengruppe und zumindest eine Person angesprochen - die Anwender der Geräte der Gruppe 1 (z.B. Pflegepersonal) und der Einweisungsberechtigte.

Wer ist der Einweisungsberechtigte ?

Der Einweisungsberechtigte soll sachkundig sein. D.h. nur solche Personen dürfen einweisen, die auf Grund ihrer Kenntnisse und praktischen Erfahrungen für die Einweisung und die Handhabung der Infusionsapparate geeignet sind. Als "sachkundig" werden allgemein angesehen:

- sachkundiges Personal des Herstellers oder Lieferanten
- sachkundiges Personal des Servicezentrums
- Prüfstellen und Sachverständige im Sinne der Verordnung
- sachkundiges Personal des Betreibers (Medizingenieure, Medizintechniker usw.)

Der Personenkreis wurde vom Gesetzgeber deshalb nicht eingeschränkt, um dem Krankenhaus die Möglichkeit zu geben, einen wirtschaftlichen Betrieb aufrecht erhalten zu können. Genau an diesem Punkt muß jedes Krankenhaus für sich selbst entscheiden, wer die Einweisung durchführt.

Hier liegen die Chancen der krankenhausinternen Technik. Durch die Stellung als "Einweisungsberechtigter" erhält der technische Bereich zusätzliche Informationen über die Anwendung und Probleme der Infusionstechnik im Krankenhaus. Die Stellung des Einweisungsberechtigten sollte nicht als "Machtposition" gesehen werden, denn erst der rege Informationsaustausch mit dem Pflegepersonal und den Ärzten wird gegenseitiges Verständnis für medizinische und technische Zusammenhänge fördern.

Im § 10 MedGV ist zusätzlich noch impliziert - die zeitlich Konstanz der Einweisung. D.h. das Pflegepersonal sollte immer einen guten Wissensstand über die Anwendung der Infusionsapparate im Krankenhaus haben. Dieser gute Wissensstand ist Voraussetzung für die zuverlässige Anwendung der Infusionsapparate im Krankenhaus. Jedoch durch die hohe Fluktuation des Pflegepersonals ist es schwierig, diesen guten Wissensstand zu gewährleisten. Bei enger Auslegung des § 10 Abs. 1 u. Abs. 2 MedGV ist der Betreiber gezwungen, den Wissensstand der Anwender über die Handhabung der Infusionsapparate fortlaufend zu überprüfen und, bei Unsicherheiten der Handhabung, wiederholte Einweisungen durchzuführen. Der Punkt der permanenten Überprüfung des Handhabungswissens wird im Krankenhausalltag häufig unterschätzt. Auch hier liegen wieder Chancen für den "Einweisungsberechtigten" zu einer zuverlässigeren Anwendung der Infusionstechnik beizutragen.

## 6. Zusammenfassung

Die hausinterne Technik steht im Spannungsfeld zwischen der permanenten Verfügbarkeit der Infusionsapparate auf der Station und der Kostenreduzierung bei Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen. Es muß ein Kompromiß gefunden werden zwischen der Verfügbarkeit auf der Station und den Kosten. Je höher die Verfügbarkeit, desto höher die Kosten. Dazu stehen der hausinternen Technik verschiedene Möglichkeiten offen, entweder Eigeninstandhaltung oder Fremdservice. Zur Beurteilung, welches der ökonomische Weg ist, müssen objektive hausinterne Kostenstrukturen verfügbar sein, um diese Kosten mit den Kosten des Fremdservice vergleichen zu können. Unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit ist der Weg für einen ökonomischen Krankenhausbetrieb realisierbar.

Literatur

- /1/ DIN VDE 0750 Teil 232 Medizinische elektrische Geräte, Infusionspumpen und Infusionsregler, Besondere Festlegungen für die Sicherheit, August 1991 und DIN VDE 0750 Teil 232 Anhang A1
- /2/ MedGV Medizingeräte-Verordnung, 14 Januar 1985, geändert durch Einigungsvertragsgesetz v. 23.09.1990, BGBl II S.885, 1025
- /3/ DIN VDE 0750 Teil 1 Medizinische elektrische Geräte, Allgemeine Festlegungen für die Sicherheit, Dezember 1991
- /4/ Nöthlichs, Sicherheitsvorschriften für medizinisch-technische Geräte, Kommentar und Textsammlung, inkl. 7. Teillieferung, Erich Schmidt Verlag

Verfasser: Dr. rer. med. Dipl.-Ing. Klaus Neuder  
Daimlerstraße 15  
6380 Bad Homburg  
Tel.: 06171/60-7814 od. 7875

## Dialysegeräte

---

### A. Hasenauer, Melsungen

Anhand der Funktionsweise eines Dialysegerätes und der daraus resultierenden Auswirkungen auf die Instandhaltung und Prüfung, werden die Anforderungen für Eigeninstandhaltung und Fremdservice dargestellt. Ferner sollen beide Komponenten in Bezug auf einen sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb verglichen werden.

#### 1 Geräteanwendung

Die Niere erfüllt im wesentlichen folgende Aufgaben:

1. Ausscheidung von Stoffwechselprodukten  
(Harnstoff, Harnsäure, Kreatinin, etc.)
2. Regelung der Körperflüssigkeit  
(Wasser- und Elektrolythaushalt, Säure-Basen-Haushalt)

Sind die Ausscheidungs- und Regelfunktionen der Niere gestört bzw. vollkommen zum Erliegen gekommen, spricht man von Niereninsuffizienz bzw. terminaler Niereninsuffizienz. Ein Überleben des betroffenen Patienten ist dann nur möglich, wenn eine Nierentransplantation stattfindet, oder beispielsweise die extrakorporale Blutreinigung mit einem Dialysegerät durchgeführt wird.

#### 2 Verfahren der Dialyse und Bauart

Um die Funktionen der Niere zu ersetzen, haben sich verschiedene Verfahren entwickelt.

##### a) Hämodialyse

Das zugrunde liegende Prinzip ist die Trennung gelöster Teilchen mittels einer semipermeablen Membran. Hämodialyse existiert in verschiedenen Anwendungs- und Ausbauformen:

- Acetatdialyse
- Bicarbonatdialyse
- Single-Needle-Dialyse
- Hämodiafiltration

b) **Hämofiltration**

Auf Grund einer Druckdifferenz werden die Substanzen abgefiltriert. Da bei diesem Verfahren auch lebensnotwendige Stoffe verloren gehen, müssen diese substituiert werden.

c) **Peritonealdialyse**

Es wird die körpereigene Membran, das Peritoneum für die Dialyse benutzt. Hierbei werden folgende Verfahren unterschieden.

- CAPD (continuerliche ambulante Peritonealdialyse)
- CCPD (continuerliche cyclische Peritonealdialyse)
- IPD (intermittierende Peritonealdialyse)

### 3 Bestandteile eines Hämodialysegerätes

Bei der Hämodialyse lassen sich zwei getrennte Kreisläufe erkennen, der extrakorporale Blutkreislauf und der Dialysierflüssigkeitskreislauf. Beide werden im sogenannten Gegenstromverfahren über den Dialysator geführt, in welchem an einer semipermeablen Membran auf Grund von Diffusion und eines Druckgefälles der Stoffaustausch stattfindet.

#### **3.1 Wichtige Bestandteile des extrakorporalen Blutkreislaufes**

1. **Arterielle Drucküberwachung**

Die arterielle Drucküberwachung erkennt, ob sich die Kanüle an der Innenwand des Shuntgefäßes ansaugt. Ferner lassen sich die Shuntverhältnisse im Zusammenhang mit der Blutpumpengeschwindigkeit beurteilen.

2. **Blutpumpe**

Sie fördert das Blut zum Dialysator und stoppt den Blutfluß bei blutseitigen Alarmen. Eine exakte Einstellung der Blutpumpe vermeidet Hämolyse.

3. **Heparinpumpe**

Die Heparinzufuhr vermeidet die Blutgerinnung im extrakorporalen Blutkreislauf.

4. **Venöse Drucküberwachung**

Die venöse Drucküberwachung dient dazu, Undichtigkeiten im Kreislauf oder Behinderungen im Blutfluß zu erkennen.

5. **Lufterkennungssystem**

Seine Aufgabe ist es, Luft oder Blutschaum im extrakorporalen Kreislauf zu erkennen.

6. **Venöse Schlauchklemme**

Sie schließt bei allen lebensbedrohlichen Alarmzuständen. Gleichzeitig wird die Blutpumpe gestoppt.

### 3.2 Wichtige Bestandteile des Dialysierflüssigkeitskreislaufes

#### 1. Heizung

Das Eingangswasser wird auf physiologische Temperaturen gebracht. Ein Schutzsystem bewirkt, daß bei zu großer Erwärmung die Dialysierflüssigkeit nicht an den Dialysator gelangt, sondern über die Bypasschaltung "verworfen" wird.

#### 2. Entgasung

Die in der Dialysierflüssigkeit gelösten Gase könnten ohne Entgasung über die Dialysatormembran ins Blut gelangen. Ferner könnte es wegen Gasblasen zu ungewollten Gerätestörungen kommen.

#### 3. Proportionierungssystem

Dem aufbereiteten Trinkwasser wird aus Kanistern oder über eine zentrale Versorgungsanlage Konzentrat beigemischt. Die dadurch entstehende Dialysierflüssigkeit wird durch eine Leitfähigkeitsmessung überwacht bzw. eingeregelt. Im Fehlerfall wird die Dialysierflüssigkeit über die Bypasschaltung verworfen.

#### 4. Durchflußmesser

Der Durchflußmesser mißt den Fluß der Dialysierflüssigkeit und regelt die Flußpumpe.

#### 5. Ultrafiltrationsmessung

Die während der Dialyse stattfindende Ultrafiltration ist ein Resultat des Druckgefälles zwischen Blut- und Wasserseite. Die Ultrafiltrationsmessung bestimmt die Menge der filtrierten Flüssigkeit.

#### 6. Blutlecketektor

Er erkennt, ob z.B. durch eine Dialysatorruptur rote Blutkörperchen in die Dialysierflüssigkeit übergetreten sind.

#### 7. Transmembrandruck

Auf der Dialysatseite wird ein Unterdruck erzeugt, so daß nur eine Filtration von Blut- zur Wasserseite möglich ist. Dieses Druckverhältnis wird überwacht.

Diese kurze Aufstellung soll einen Überblick über die Komplexität eines Dialysegerätes geben und verdeutlichen, daß eine qualifizierte Instandhaltung notwendig ist.

Man erkennt, daß das "Gesamtsystem" Dialysegerät aus einer Vielzahl von Einzelkomponenten besteht, wobei im Fehlerfall einer Einzelkomponente die eventuelle Rückwirkung auf andere Komponenten in Betracht zu ziehen ist.

Ein weiteres Kriterium ist, daß Dialysegeräte einer extrem hohen Nutzung unterliegen. Je nach Schichtbetrieb können Betriebszeiten bis 6600 Std. pro Jahr (durchschnittlich 4500 h/Jahr) erreicht werden [4]. Bei dieser hohen Auslastung muß eine hohe Verfügbarkeit des Dialysegerätes gewährleistet sein, welche nur durch einen qualifizierten Service sichergestellt werden kann.

#### 4 Qualifizierte Instandhaltung

Um eine Instandhaltung, bestehend aus Inspektion, Wartung und Instandsetzung, durchführen zu können müssen drei Komponenten verfügbar sein:

- Personal
- Prüfmittel und Werkzeuge
- Ersatzteile

##### 4.1 Personal

Der Servicetechniker benötigt Sachkunde. Sachkunde bedeutet hier nicht nur handwerkliches und technisches Verständnis, sondern auch, auf Grund der aufgezeigten Komplexität, Systemverständnis.

Zum Systemverständnis zählen Grundlagen der medizinischen Produktsysteme, technische Funktionalität, Anwendungstechnik und Instandhaltung.

Diese Kenntnisse lassen sich durch Schulung beim Hersteller und durch Erfahrung sicherstellen.

##### 4.2 Prüfmittel und Werkzeuge

Neben den üblichen Standardprüfmitteln und -werkzeugen werden gerätespezifische Prüfmittel benötigt, z.B. typenspezifische Einstellhilfen, Meßgeräte für Temperatur, Druck, Leitfähigkeit, Drehzahl und Fluß.

Hierbei soll darauf hingewiesen werden, daß die Genauigkeit der Prüfmittel eine wichtige Rolle spielt. Denn die Qualität einer Sicherheitstechnischen Kontrolle oder Instandsetzung hängt nicht nur von der Fachkompetenz des Technikers ab, sondern auch von der Richtigkeit seiner ermittelten Meßwerte.

##### 4.3 Ersatzteile

Ersatzteile können zwar bei Bedarf direkt und schnell beim Hersteller bestellt werden, jedoch auf Grund der hohen Auslastung und Verfügbarkeit von Hämodialysegeräten, sollten die wichtigsten Ersatzteile bevorratet werden.

#### 5 Eigeninstandhaltung und Fremdservice

Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, müssen die Bedingungen für eine qualifizierte Instandhaltung einschließlich Gerätepflege erfüllt sein.

Um das ganze auch ökonomisch bewerten zu können müssen die beiden Vorgehensweisen, Eigeninstandhaltung und Fremdservice, näher analysiert werden.

## 5.1 Eigeninstandhaltung

Bei der Eigeninstandhaltung müssen folgende Aufwendungen erbracht werden:

- Personalkosten
- Kosten für Ersatzteile und Lager
- Kosten für Prüfmittel
- Kosten für Weiterbildung

Folgende Kriterien sind bei einer Bewertung zu beachten:

1. Typenvielfalt erhöht die Aufwendungen für Ersatzteile, Prüfmittel und Weiterbildung.
2. Auslastung eines Technikers hängt in erster Linie von der Anzahl der Dialysegeräte ab. (oder es werden weitere Aufgaben im Stations- oder Krankenhausbereich mitübernommen).
3. Eigeninstandhaltung verkürzt im Störfall die Zugriffszeit auf einen Techniker.
4. Der gesamte Gerätepark (Dialysegerät, Umkehrosmose, zentrale Konzentratversorgung) kann von einer Person/Personengruppe betreut werden.  
(Umkehrosmose ist ein Verfahren zur Aufbereitung des Trinkwassers. Moleküle und Keime werden mittels einer semipermeablen Membran zurückgehalten).

## 5.2 Fremdservice

Beim Fremdservice (hier speziell dem Herstellerservice) lassen sich zwei Arten unterscheiden:

**Bedarfs-Service** (Instandsetzung) und **Präventiv-Service** (Wartung, STK).

Die Industrie bietet in der Regel hierzu Verträge an. Wartungsverträge die den Bereich Präventiv-Service betreffen, oder sogenannte Vollwartungsverträge, die beide Bereiche abdecken. Jedoch werden auch im Einzelfall spezielle kundenspezifische Lösungen angeboten.

Firmenservice bietet folgende Vorteile:

1. fest kalkulierbare Kosten bei Wartungsverträgen
2. keine Kosten für Technikerausbildung (bzw. Weiterbildung)
3. keine Kosten für die Ersatzteilbevorratung
4. 24-Stunden-Service (hohe Verfügbarkeit)
5. Qualitätssicherung über die herstellereigene Qualitätskontrolle
6. Instandhaltung ist immer auf dem aktuellen Stand (tech. Modifikation, etc.)

## 6 Zusammenfassung

Ein Dialysegerät ist ein sehr komplexes, wartungs- und pflegeintensives medizintechnisches Gerät.

Um eine sichere Instandhaltung zu gewährleisten, müssen Logistik und Fachkompetenz eine hohe Qualität besitzen. Diese hohe Qualität kann sowohl durch Eigeninstandhaltung, als auch durch Fremdservice erreicht werden.

Eine optimale Instandhaltung, mit den Zielen Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit wird immer auf kunden- und gerätespezifische Faktoren ausgerichtet sein. Der Weg hin zu flexiblen Lösungsansätzen, bei dem Eigen- und Fremdservice eine gleichberechtigte Rolle spielen, wird zunehmend an Bedeutung gewinnen.

### Literatur:

Böckmann, R.-D.:  
Dialysegeräte-Grundlagen  
Verlag TÜV Rheinland, 1985

Frankenberger, H.:  
Qualitätssicherung bei der Instandhaltung medizintechnischer  
Geräte  
Vorabdruck aus MedGV schnell erklärt Nr.5  
B. Braun Melsungen AG, 1992

Kothe, G.:  
Der Firmen-Service nach Einführung der MedGV  
Status-Kolloquium "MedGV - 4 Jahre nach Inkrafttreten"  
Med. Hochschule Hannover Oktober 1990

Lehmann, G.:  
Instandhaltung in der Dialyse  
Fachzeitschrift Krankenhaustechnik März 1992

Schönweis, G.:  
Dialysefibel  
Erlangen: perimed-Fachbuch-Verl.-Ges., 1990

### Verfasser:

Hasenauer, A.  
B. Braun Melsungen AG  
Technomed Service  
3508 Melsungen

## Anpassung und Inbetriebnahme einer Umkehrosmoseanlage zur Wasseraufbereitung für die Dialyse

Rusche S., Brings W., Schultheis R., Aachen

Das zur Durchführung der Hämodialyse notwendige salz- und keimarme Wasser wird heutzutage meist mit dem Membranverfahren der umgekehrten Osmose aus Leitungswasser gewonnen, so auch für die Dialysestation des Aachener Klinikums. Hier wurde im November 1991 eine neue Umkehrosmoseanlage vom Typ "DWA RO 2000 GS" in Betrieb genommen, die sich von der bis dahin eingesetzten in einigen wesentlichen Punkten unterscheidet, so daß zur Gewährleistung eines langfristigen und kontrollierbaren Anlagenbetriebes eine Reihe von begleitenden Maßnahmen notwendig wurde, die nach einer kurzen Beschreibung der Anlage erläutert werden sollen.

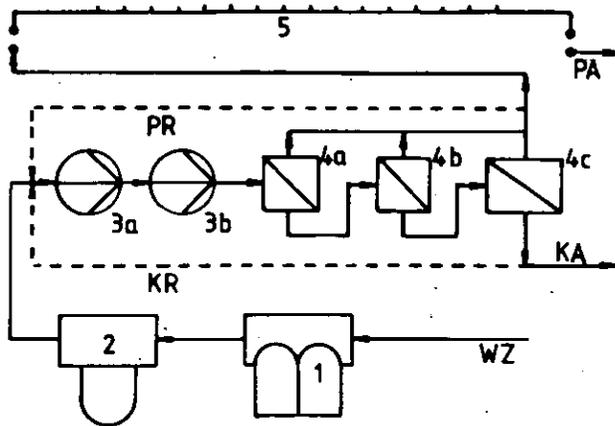
### 1. Beschreibung der Anlage

Die "DWA RO 2000 GS" wurde im Eingangsbereich der Dialysestation ("Personalschleuse") installiert. Sie nimmt eine Grundfläche von ca.  $2 \times 0,6 \text{ m}^2$  ein. Ihre Höhe beträgt etwa 1,35 m. Die Skizze zeigt ein vereinfachtes Fließbild der Anlage.

Kernstück sind drei in Reihe geschaltete Umkehrosmosemodule aus gewickelten Polyamid-Membranen. Bei einem Betriebsdruck von 22 bar liefern zwei Module je 180 l/h Reinwasser (Permeat), das dritte 400 l/h, so daß insgesamt 760 l/h angeboten werden und der theoretische Maximalbedarf der Ringleitung des Hauses von 570 l/h (19 Zapfstellen a 30 l/h) gedeckt werden kann. Der erforderliche Druck wird von zwei Pumpen aufgebracht.

Nicht benötigtes Permeat wird vor der Ringleitung abgezweigt und in die Vorlage zurückgeleitet. Das von den Membranen zurückgehaltene Speisewasser (Konzentrat) wird zu einem festgelegten Anteil verworfen. Dieser liegt bei 65 % des aktuellen Permeatflusses in der Ringleitung. Das restliche Konzentrat wird ebenfalls wieder vor die Druck-

erhöhungspumpen geführt. Eine Enthärteranlage und ein Vorfilter dienen der Vorbehandlung des Speisewassers.



1 Enthärter

2 Vorfilter

3 a,b Pumpen

4 a,b,c Module

5 Ringleitung

WZ Wasserzulauf

KA Konzentratabfluß

KR Konzentratrückspeisung

PA Permeatabfluß

PR Permeatrückspeisung

Vereinfachtes Fließbild der Umkehrosmoseanlage

## 2. Maßnahmen am Anlagenstandort

Durch die Wahl des Standortes der neuen Anlage ergeben sich zwei Aufgabenstellungen:

a) Zum einen werden die Arbeitsgeräusche der Anlage wegen der unmittelbaren Nähe zu den Dialyseplätzen von Patienten und Pflegepersonal als störend empfunden, so daß schallpegelsenkende Maßnahmen getroffen werden müssen. Die Schallemissionen entstehen hauptsächlich durch den Betrieb der Druckerhöhungspumpen und den Druckabbau in einem Drosselventil zwischen Modulen und Konzentratabfluß. Die vorgeschlagenen Gegenmaßnahmen lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

- Beeinflußung der Geräuschursache: Es wurde eine neue Strömungsführung im Drosselventil konzipiert, bei der scharfe Kanten, abrupte Querschnittsänderungen und Umlenkungen vermieden werden.
- Einschränkung der Körperschallausbreitung: Die Druckerhöhungspumpen und die mit ihnen starr verbundenen Modulgehäuse sollen schwingungsisoliert gelagert werden, um eine Körperschalleinleitung in Gestell und Gehäuse der Anlage zu verhindern.
- Einschränkung der Luftschallausbreitung: Hierzu zählt vor allem die komplette Abkapselung der Anlage durch eine Kabine oder einen Schallschutzvorhang.

b) Zum anderen soll der Aufstellungsort nachträglich mit Schutzvorrichtungen gegen Spritzwasser versehen werden. Dies bedeutet vor allem die Installation einer Auffangwanne, in der sich eventuell austretendes Wasser sammelt und bei Kontakt mit einem Sensor die Abschaltung der Anlage bewirkt. Ergänzend können einzelne Bereiche der Anlage, z.B. Schlauchanschlußstellen, gesondert gesichert werden.

### 3. Erstellung einer Bedienungsanleitung

Das vom Anlagenhersteller gelieferte Handbuch ist nicht für die Einführung des Pflegepersonals in Bedienung und Wartung der Anlage vorgesehen. Für diesen Zweck wurde daher eine gesonderte Anleitung geschrieben. Sie enthält eine Beschreibung der Anlage, eine Bedienungsanweisung für Routinebetrieb und Abfrage der Betriebsdaten sowie eine Übersicht über Störungsursachen und -behebung. Die Beschreibung wird zur Veranschaulichung von aufeinander aufbauenden Fließbildern begleitet.

### 4. Entwurf eines Konzeptes zur Datenauswertung

Betriebsdaten wie Drücke, Leitfähigkeiten und Volumenströme werden in der Anlage ständig gemessen, regelmäßig über einen Drucker dokumentiert und können jederzeit auf einer Anzeige abgerufen werden. Anhand der Werte wird der Anlagenbetrieb intern geregelt und überwacht. Darüberhinaus

soll aber auch die Möglichkeit bestehen, das Verhalten der Anlage über längere Zeiträume darzustellen und zu bewerten. Dabei gilt den Leistungsdaten Permeatstrom und Salzurückhaltevermögen besondere Aufmerksamkeit. Ausgangspunkt für ein zu entwerfendes Protokollschema ist das Auswertungsprogramm, das an der Medizinischen Klinik II für die früher eingesetzte Umkehrosmoseanlage entwickelt wurde. Dieses nimmt die gemessenen Daten auf, rechnet sie z.T. in weitere Größen um, wie beispielsweise Leitfähigkeiten in Salzgehalte, und stellt ihren zeitlichen Verlauf über Halbjahresabschnitte graphisch dar. Bei der Anpassung dieses Programmes an die "DWA RO 2000 GS" sind allerdings einige Unterschiede zwischen alter und neuer Umkehrosmoseanlage zu berücksichtigen. Dazu gehören u.a.:

- In der neuen Anlage wird z.Zt. nur der Permeatstrom in der Ringleitung gemessen; das direkt vor die Druckerhöhungspumpen zurückgeleitete Permeat bleibt unberücksichtigt. Dadurch kann die gesamte Permeatleistung nicht erfaßt werden. Abhilfe kann hier durch die Anbringung eines weiteren Durchflusssensors geschaffen werden.
- Im Gegensatz zur Vorgängeranlage läuft die "DWA RO 2000 GS" nicht kontinuierlich, sondern wird zwischen den Behandlungszeiten abgeschaltet, so daß die Einschaltzeiten als zusätzlicher Parameter mit erfaßt werden müssen.
- Da Anzahl und Anordnung der Meßstellen sowie das Flußschema nicht für beide Anlagen identisch sind, müssen bei der Umgestaltung des Programmes für einen Teil der Daten neue Auswertungsformeln gefunden werden.

## 5. Zusammenfassung

Um eine routinemäßige Wasseraufbereitung mit der Umkehrosmoseanlage "DWA RO 2000 GS" zu ermöglichen, wurde für die Inbetriebnahme der Anlage ein Gesamtkonzept erstellt. Dieses setzt sich aus einer Reihe von Einzelmaßnahmen zusammen, deren Schwerpunkte in den Bereichen räumliche Anpassung, Bedienungsanweisung und Datendokumentation liegen. Die vorgeschlagenen Vorkehrungen müssen sich nun in der Praxis bewähren und gegebenenfalls erweitert oder auch korrigiert werden.

## Durchleuchtungs- und Aufnahmegeräte

Th. Cords, Bremen

---

Durchleuchtungs- und Aufnahmegeräte oder kombinierte Untersuchungsgeräte gehören zur Ausstattung einer Röntgenabteilung, sowohl in der Klinik als auch beim niedergelassenen Radiologen. Kombinierte Untersuchungsgeräte lassen erkennen, daß diese Systeme universell nutzbar sind. Worauf Sie bei einem modernen, universell einsetzbaren Röntgen-Untersuchungsgerät achten sollten, ist im folgenden ausführlich beschrieben:

### Geräteanwendung

Um die Vorteile eines universellen Röntgensystems wirtschaftlich nutzen zu können, muß eine gute Auslastung erreicht werden. Aber wie stellen Sie sicher, daß Ihr Röntgenarbeitsplatz ausgelastet ist? Wichtigste Voraussetzung ist die vielseitige Anwendbarkeit. Sie möchten nicht nur alle konventionellen Untersuchungen, sondern auch zahlreiche Spezialuntersuchungen an einem Gerät durchführen.

Für den ganztägigen Einsatz eignen sich nicht nur Standard-Aufnahme- und Durchleuchtungssysteme, sondern universelle Aufnahme- und Durchleuchtungssysteme, die in Angio-Version lieferbar sind, die für Myelographie und DVI geeignet sind sowie für ERCP und andere interventionelle Techniken.

Allgemeine Anforderungen an ein modernes Aufnahme- und Durchleuchtungssystem in Praxis und Klinik sind u.a. höchste Bildgüte und eine optimale Aufnahmegeometrie.

Ein weiterer Zugewinn für die Diagnostik in Bildqualität und Strahlenbelastung für Anwender und Patient ist die digitale Durchleuchtung.

Ein System sollte alles bieten, was für die tägliche Routine benötigt wird. Weiter sollte eine schnellstmögliche Umschaltung von Zielaufnahmen auf großformatige Übersichtsaufnahme möglich sein.

## **Bauart**

Zur Standardausrüstung eines universell einsetzbaren Röntgendiagnostiksystems gehören u.a. ...

### **1. Untersuchungsgerät**

Tischumlegung nach dem Gleitachsenprinzip, d.h. der Untersucher braucht beim Umlegen des Gerätes seinen Standort nicht zu verändern.

Tischplatte aus Acrylschaum, dadurch geringstmögliche Absorption im Strahlengang.

In den Gerätefuß integrierte Steuerelektronik.

Störsichere Technik durch Signalübertragung über Lichtleiter.

Automatik-Tiefenblende mit Iris.

Computerprüfsystem für kurze Montage- und Wartungszeiten.

### **2. Röntgenröhre**

Sie ermöglicht Ihnen ein zügiges Arbeiten, erzeugt weniger Streustrahlung und sorgt für eine gleichbleibend hohe Bildqualität.

### **3. Der Konvertergenerator**

Er garantiert exakte und reproduzierbare Aufnahmeparameter. Das bedeutet: Mehr Sicherheit und Effizienz. Die Bedienung ist noch weiter automatisiert. Das Ergebnis ist hohe Leistung mit geringstem Beachtungsaufwand. Seine besonderen Kennzeichen:

- brillante Bildqualität
- "intelligente" Mikroelektronik
- anwendungssicheres Bedienkonzept
- universell einsetzbar.

Konverter-Technologie und Modulbauweise sorgen für ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit und für die nahtlose Integration einer Fülle von Zusatzfunktionen - maßgeschneidert auf die speziellen Anforderungen des Anwenders. Der Computer ermittelt das Flächendosisprodukt sowohl bei Aufnahmen als auch bei der Durchleuchtung. Zur Protokollierung kann der angezeigte Wert aus dem zentralen Digital-Display abgelesen werden.

#### 4. BV-TV System

Modernste digitale Bausteine sichern bei den verschiedensten Untersuchungstechniken optimale Bildergebnisse. Drei voneinander getrennte Regelsysteme gleichen im Objekt auftretende Transparenzänderungen ohne Verzögerung aus:

- Automatische Dosisleistungs-Regelung (ADR)
- Automatische Videoverstärkungs-Regelung (AVR)
- Kombinierte Dynamikregelung des Videosignals

Die Durchleuchtungs- und Aufnahme-Automatik bietet den höchsten Bedienkomfort und sorgt für brillante Aufnahmen. Der Computer ermittelt aus den Durchleuchtungsdaten die der Patientendicke und dem Organ entsprechende korrekte Aufnahmespannung

### **Instandhaltung und Prüfungen**

Ständig steigender Kostendruck einerseits sowie strenge Maßstäbe der Röntgenverordnung und der Röntgen-Apparaterichtlinien andererseits erschweren Investitionen in zunehmendem Maße. Neueinrichtungen oder Ersatzbeschaffungen konzentrieren sich deshalb mehr als bisher auf Produkte mit günstiger Kosten-Nutzen-Relation.

Um die Betriebskosten weiter herabzusetzen, werden Anlagen der neuen Generation mit weitreichenden, servicefreundlichen Konzepten ausgestattet.

Mikroprozessoren überprüfen die wichtigsten Baugruppen. Ein Fehlercode im Datendisplay ermöglicht die gezielte Störungsmeldung für einen effektiven und kostengünstigen Service-Einsatz.

Das von uns eingesetzte Überwachungssystem "SHERLOC" z.B. ist eine zukunftsorientierte Service- und Installationshilfe. (SHERLOC: Sophisticated Hardware Error Locator and Installation Tool).

Hinter "SHERLOC" verbirgt sich ein Computersystem, das ein Installationsprogramm enthält mit Tabellen, in denen alle Daten für die unterschiedlichen Systemkonfigurationen gespeichert sind. Dazu gehören die Abgleichparameter und Anpassung an Raumbedingungen wie z.B. Deckenhöhe.

Der Servicetechniker wird Schritt für Schritt im Klartext, ohne komplizierte Schlüsselzahlen, durch die Checkliste der einzustellenden Daten geführt. Nichts wird vergessen.

Vorteil: Kürzere Montagezeiten.

Außerdem hilft "SHERLOC" im Systembetrieb bei der schnellen Lokalisierung von Fehlern. Die Anzeige für den Servicetechniker erfolgt im Klartext auf dem zum Durchleuchtungssystem gehörigen Fernsehgerät. Der Techniker wird durch ein Fehlersuchenmenü geführt und kann in logischer Sequenz Funktion für Funktion überprüfen. Dabei ist "SHERLOC" gleichzeitig Fehlersuchsystem und Meßwerkzeug. Durch die vereinfachte Fehlersuche werden die notwendigen Servicezeiten wesentlich verkürzt.

Vorteil: Kürzere Ausfallzeiten und geringere Servicekosten.

"SHERLOC" verbessert langfristig die Betriebssicherheit des Systems. Alle von "SHERLOC" erkannten Fehler werden auch nach erfolgter Reparatur noch über längere Zeit abgespeichert und können vom Servicetechniker jederzeit im Klartext wieder ausgelesen werden. "SHERLOC" führt also eine Fehlerstatistik. Erstmals werden auch sporadisch auftretende Fehler erkannt und sicher definiert. Der berühmte Vorführeffekt - wenn der Techniker da ist, tritt der Fehler nicht auf - wird vermieden. Eine effektive Maßnahme zur Erhöhung der Betriebssicherheit.

Vorteil: Höhere Wirtschaftlichkeit des Systems.

## **Gefahren und Schutzmaßnahmen**

Im Röntgenuntersuchungsraum ergeben sich zwangsläufig zwei Gefahrenpotentiale:

### **1. Strahlung**

Um die Strahlenbelastung für Patient und Untersucher möglichst gering zu halten, werden über die gesetzlichen Vorschriften hinaus vom Hersteller Vorkehrungen zum Strahlenschutz getroffen.

Verringerte Streustrahlung durch automatische Einblendung des Nutzstrahlenbündels vor und hinter dem Patienten. Die Tiefenblende ist zusätzlich mit Irislamellen zur Einblendung auf das runde Bildverstärkerformat ausgerüstet. So wird die Streustrahlung weiter verringert, der Bildkontrast gesteigert und das Flächenchondosisprodukt um ca. 20% reduziert.

### **2. Verletzungsgefahr durch bewegliche Komponenten**

Die Verletzungsgefahr für Patient und Untersucher wird durch verschiedene Maßnahmen ausgeschaltet. In das Gerät integrierte Sicherheitskreise, die unabhängig voneinander reagieren, stellen ein hohes Maß an Sicherheit dar. Eine Verletzungsgefahr für die Füße des Untersuchers gibt es nicht. Bewegungsstoppschalter blockieren in Notfallsituationen alle Gerätebewegungen. Stoßbalken schützen die Front des Gerätes vor Beschädigungen durch Patientenbetten oder Tragen.

## Einweisungen

Um die Vorteile eines modernen universellen Röntgensystems optimal nutzen zu können, muß eine qualifizierte, auf den Anwender zugeschnittene Einweisung durchgeführt werden. Die Kombination von fortschrittlicher Rechner-technologie und klinisch erprobten Organprogrammen ist die eine Voraussetzung für eine sichere Diagnose. Die andere Voraussetzung ist die genaue Kenntnis der Geräte und der Anwenderprogramme. Aus diesem Grund muß besonderer Wert auf eine gut organisierte Einarbeitung gelegt werden.

Eine erfolgreiche und reibungslose Einarbeitung in das System ist nur unter bestimmten Bedingungen möglich. Das am System tätige Personal muß während der Einarbeitung von anderen Aktivitäten freigestellt werden. Ein Systemverantwortlicher sollte aus dem Kreis der Medizintechniker des Hauses benannt werden. Auch dieser sollte an dem gesamten Einarbeitungsprogramm teilnehmen. Nur dadurch kann der Umgang mit den Geräten optimal erlernt werden. Dieser systemverantwortliche Medizintechniker ist dann in erster Linie Gesprächspartner für das am System tätige Personal und für die Serviceabteilung der Herstellerfirma.

Alle aufgeführten Punkte von der Geräteanwendung bis zur Einweisung sind als "Entscheidungshilfe" für den Kauf eines modernen Röntgen-Untersuchungsgerätes wichtig.

Doch neben diesen Punkten sollten auch die vom Hersteller getroffenen Vorkehrungen für eine Reduzierung der Folgekosten über die gesamte Lebensdauer nicht außer acht gelassen werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie sich letztlich für einen Abrufservice oder besser auf einen kalkulierbaren Vertragsservice entscheiden, denn Service beginnt immer, bevor Sie merken, daß Sie ihn brauchen.

T. Cords, Dipl. Ing.  
Philips Medizin Systeme

## **Therapiegeräte mit hochenergetischen Strahlen** **Volker Schirrmeister, Erlangen**

### **1. Geräteanwendung und Bauart**

**Die Anwendung hochenergetischen Strahlen dient vorwiegend der Bestrahlung maligner (bösartiger) Tumoren. Dabei wird die Übertragung der Strahlenenergie auf das Gewebe zu dessen Zerstörung ausgenutzt.**

**In einem Linearbeschleuniger moderner Bauart werden Elektronen in einem geraden Beschleunigungsrohr unter dem Einfluß einer Mikrowelle, d. h. ultrahochfrequenter elektrischer Felder, beschleunigt. Die Elektronen erreichen nahezu Lichtgeschwindigkeit. Zur Erzeugung der Mikrowelle dient entweder ein Hochfrequenz-Treiber mit einem Klystron als Verstärker oder ein Magnetron als Generator und Verstärker zugleich. Über ein Hohlleitersystem wird diese Hochfrequenz in das Beschleunigungsrohr eingespeist.**

**Die Elektronen werden am Anfang der Beschleunigungsstrecke, von einer Glühkathode emittiert, eingeschossen und erreichen nach dem Beschleunigungsvorgang das Ablenksystem, wo sie unter dem Einfluß eines Magnetfeldes in die Austrittsrichtung zum Kollimator gelenkt werden. Dort werden die schnellen Elektronen entweder direkt appliziert oder sie prallen auf ein in den Strahlengang gebrachtes Target zur Erzeugung von Photonen.**

**Hauptkriterium der Strahlentherapie ist, eine den Tumor zerstörende, d. h. homogene Maximaldosis auf ein Zielvolumen zu applizieren, und gleichzeitig das umgebende gesunde Gewebe optimal zu schonen. Dazu bedient man sich verschiedener technischer Möglichkeiten.**

#### **- Die Wahl der Strahlenart**

**Elektronen, also elektrisch geladene Teilchen, übertragen ihre Energie durch das sie umgebende elektrische Feld direkt an das Gewebe, die Strahlenwirkung nimmt rasch zur Tiefe hin ab. Damit sind schnelle Elektronen für oberflächennahe Befunde die ideale Strahlenart. Photonen, elektrisch neutral,**

übertragen ihre Energie nur über Sekundärelektronen, die durch direkte Wechselwirkung entstehen. Sie durchdringen den Körper und sind für tiefsitzende Zielvolumina geeignet.

- Die Wahl der Elektronenenergie

Je höher die Energie, desto tiefgreifender die Strahlenwirkung, d. h. größere Zielvolumina werden erfaßt.

- Die Wahl des Erzeugerpotentials, d. h. der Photonenenergie

Elektronen, die mit unterschiedlicher kinetischer Energie am Target auftreffen, erzeugen auch Photonen unterschiedliche Tiefendosis. Bemerkenswert ist neben der unterschiedlichen Transmission auch eine Verschiebung des Dosisaufbaueffektes mit der Energie, der zur Hautschonung ausgenutzt wird.

- Bewegung des Strahlerkopfes

Man bestrahlt zentral sitzende Zielvolumina besser über verschiedene Einstrahlwinkel, wobei sich die Strahlen im Zielvolumen treffen und das davor liegende gesunde Gewebe nur eine Teildosis empfängt.

- Tumorkonforme Ausblendung

Ein Tumor ist in der Regel ein dreidimensional irregulär geformtes Zielvolumen. Durch sehr präzise Ausblendung des Feldes auch mit irregulär geformten Konturen oder Variation mehrerer Feldparameter gleichzeitig während der Bestrahlung versucht man eine Dosisverteilung zu erzeugen, die möglichst genau das Zielvolumen in allen drei Dimensionen umschließt.

## 2. Gefahren und Schutzmaßnahmen

Zunächst einmal scheint auf Grund der Komplexität dieser Anlagen das Gefahrenpotential relativ hoch. Die Sicherheitskreise (Interlocksystem) moderner Linearbeschleuniger sind aber derzeit so weit entwickelt, daß im Falle einer möglichen Störung zunächst immer die Strahlung abschaltet. Das ist durch hierarchisch gestaffelte und teilweise redundante Überwachung der Strahlparameter gesichert. Trotzdem bedarf es aufwendiger Betreuung dieser Anlagen.

Im Gegensatz zu anderen auch technisch ausgerichteten Gebieten der Medizin ist in der Strahlentherapie ein Physiker als Strahlenschutzbeauftragter für den physikalisch-technischen Bereich der Abteilung unverzichtbar und gesetzlich vorgeschrieben. Das ist auch sinnvoll, wenn man bedenkt, daß alles, die Emission und Beschleunigung der Elektronen, die Strahlführung und sogar die erste Phase der Wechselwirkung mit dem Gewebe reine Physik ist. Auf der Basis zunächst rein physikalischer Wechselwirkungen wird dann über eine chemische und biologische Wechselwirkungskette erst das Gewebe zerstört, wobei es, wie bereits gesagt, für die therapeutische Anwendung darauf ankommt, ein vorgesehenes Zielvolumen genau zu treffen.

Die wesentlichen Aufgaben des Physikers sind:

- Erstellung aller für die Planung einer Therapie notwendigen physikalischen Strahlendaten
- Die Dosimetrie, d. h. die Messung der Strahlenfeldgrößen und die Bereitstellung und Pflege der dafür notwendigen Meßgeräte einschließlich der Eichung und Kalibrierung dessen.
- Die Bestrahlungsplanung, d. h. Wahl der Strahlenart und der Bestrahlungstechnik, Errechnen der Dosisverteilung, Berechnung der Monitoreinheiten pro Feld, Wahl der Einstellhilfen, etc. praktisch für jeden Patienten.
- Alle Strahlenschutzmaßnahmen und Strahlenschutzmessungen
- Regelmäßige Überprüfung der Strahlungsparameter und der Spezifikation des Beschleunigers (Konstanzprüfung, Quality-assurance)

Zum letzten Punkt ist besonders wichtig die regelmäßige Kontrolle des Dosismonitors, des Feldausgleichs, der Energien und der Abschaltfunktionen der wichtigsten Sicherheitskreise. Dazu arbeitet der Physiker, oft zusammen mit dem Hersteller, ein für den Beschleuniger geltendes striktes Schema durchzuführender täglicher, wöchentlicher und monatlicher Kontrollen, deren Umfang jeweils größer ist bis zu halbjährlichen Wiederholungsmessungen

nahezu aller therapie- und sicherheitsrelevanten Daten der Maschine. Jede durchgeführte Kontrolle bzw. Messung wird dokumentiert und aufbewahrt.

Dies hat zu erfolgen, weil die Verantwortung für die Strahlenanwendung am Menschen voll beim Betreiber der Anlage liegt, konkret bei den Strahlenschutzbeauftragten für den medizinischen und den physikalischen Bereich, also beim Arzt und beim Physiker. Diese Strahlenschutzbeauftragten werden vom Strahlenschutzverantwortlichen, d. h. dem Träger des Krankenhauses, bestellt und von der Aufsichtsbehörde bestätigt. Dazu ist für diesen Personenkreis auch der Nachweis einer entsprechenden Fachkunde erforderlich.

Der Schritt des Übergangs der Verantwortung erfolgt nach Installation mit dem Nachweis der Spezifikation durch den Hersteller und der Akzeptanz dessen durch den Betreiber.

### **3. Wartungs- und Servicekonzepte**

Natürlich führt der Hersteller in viertel- bis halbjährlichen Abständen größere und kleine Wartungen durch, die zunächst gesetzlich vorgeschrieben sind und ganz wesentlich der Erhaltung der Gerätesicherheit (elektrisch und mechanisch) dienen.

Da nun durch die Mitarbeit eines oder mehrerer Physikers in einer Strahlentherapie-Abteilung technisches Know-how vorhanden ist, kann man hier nach gestaffelten Service- und Wartungskonzepten verfahren. Der Hersteller bietet dem Krankenhaus verschiedene Modelle an, die es Ihnen ermöglichen, mit einer optimalen Kombination von Eigeninstandhaltung und Fremdservice sicher und ökonomisch die Strahlentherapie zu betreiben.

Im wesentlichen unterscheidet man

#### **1. Vollwartung der Anlage durch den Hersteller**

- 2. Wartung der Anlage durch den Hersteller mit festgelegtem Eigenservice durch den physikalisch-technischen Dienst der Abteilung unter Verantwortung des Physikers.**
- 3. Basiswartung (Sicherheitswartung) mit extra Berechnung aller Serviceleistungen.**

**Dabei stellt sich in vielen Fällen die Variante 2 als die günstigste heraus, denn**

- Nicht alle Unterbrechungen des Strahlbetriebes erfordern wirklich den Service. Der Physiker kann Bagatellstörungen oder Interlocks ohne echte Störung (Ghost-Interlocks) diagnostizieren und über den Weiterbetrieb der Anlage entscheiden.**
- Eine enge Zusammenarbeit zwischen Physiker und Service-Techniker beschleunigt die Fehlerbehebung.**
- Genaue Beobachtung der Maschine durch den Physiker läßt Unregelmäßigkeiten bereits korrigieren, bevor es zu einer echten Störung kommt.**

**Als Ergebnis erhöht sich die Verfügbarkeit der Anlage und die Wartungskosten liegen günstiger. Voraussetzung für ein solches Verfahren ist allerdings eine gezielte Ausbildung des Physikers beim Hersteller und eine möglichst genaue Festlegung der Eigenleistungen, die vertraglich zu erbringen sind.**

## Standardanlagen der nuklearmedizinischen Diagnostik

### - Gamma-Kamera -

#### 1. Gerätebauarten und Anwendungen

- 1.1. Anwendungsgrundlagen
- 1.2. Allgemeiner Aufbau
- 1.3. Gamma-Kameratypen
- 1.4. Datenverarbeitung
- 1.5. Anwendungs-Übersicht

#### 2. Gefahren und Schutzmaßnahmen

- 2.1. Installation
- 2.2. Mechanische und elektrische Sicherheit
- 2.3. Strahlenschutz
- 2.4. Hygiene
- 2.5. Funktionelle Sicherheit

#### 3. Planung

#### 4. Instandhaltung und Prüfung

- 4.1. Wartung
- 4.2. Reparatur
- 4.3. Qualitätssicherung

#### 5. Einweisung

#### 1. Gerätebauarten und Anwendungen

##### 1.1. Anwendungsgrundlagen

Im Gegensatz zu den anderen bildgebenden Diagnoseverfahren (Rö, CT, US, MR), in denen mehr die Organgröße, ihre Lage, Durchblutung etc. dargestellt wird, befaßt sich die nuklearmedizinische Diagnostik mit der Funktion bzw. dem Stoffwechsel der Organe. Das heißt, man stellt die Wechselwirkung eines Radiopharmakas mit einer speziellen Organfunktion dar.

Wie geht das?

Der Medizin ist bekannt, daß sich verschiedene Substanzen im Organismus unterschiedlich verhalten. Wenn man jetzt unterschiedliche Substanzen in ihrem Verhalten (Absorption, Stoffwechsel, Verteilung, Zeitabläufe, Ausscheidung) beobachtet, kann man aus dieser Wechselwirkung auf die Organfunktion schließen.

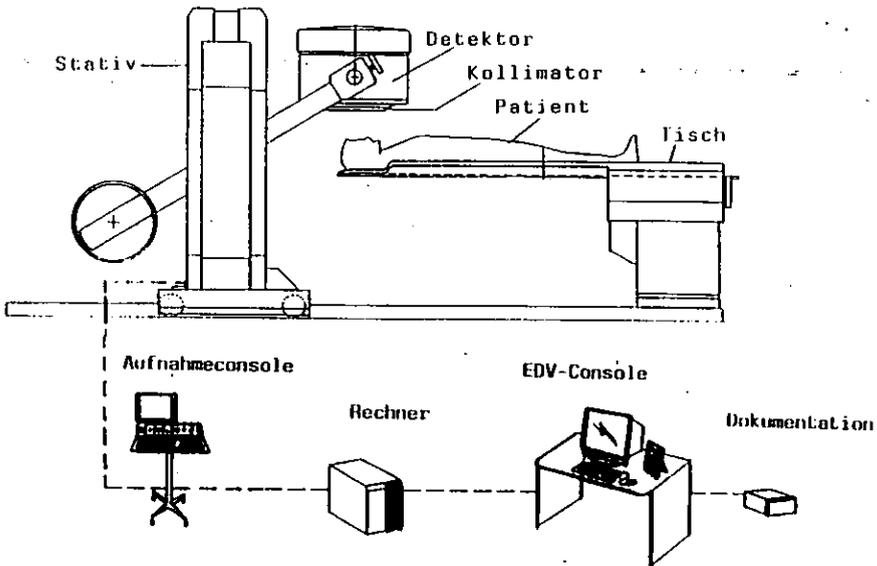
Hierzu verwendet man Radionuklide bzw. Radiopharmaka. Diese werden dem Patienten meist durch eine intravenöse Injektion verabreicht. (Auch andere Applikationen sind möglich: intramuskulär, intraarteriell, oral, Inhalation etc.)

Mit Hilfe einer Gamma-Kamera kann dann die emittierte Strahlung gemessen, räumlich zugeordnet und bildlich und als Funktion der Zeit dargestellt werden.

## 1.2. Grundsätzlicher Aufbau einer Gamma-Kamera

Eine Gamma-Kamera besteht aus:

- Detektor(en) bzw. Kopf
- Kollimator(en)
- Stativ bzw. Gantry
- Patientenliege bzw. Tisch
- Aufnahme Console bzw. Impulsverarbeitungs-elektronik
- Auswerte-Rechner bzw. Datensystem
- Dokumentationseinheit
- Zubehör



### 1.3. Kameratypen

Es gibt fahrbare und stationäre Kameras.

Die stationären Kameras ordnet man je nach ihren Kopfbewegungsmöglichkeiten ein (dadurch sind verschiedene Untersuchungsmethoden möglich) in:

- Kameras, deren Kopf nur in der Höhe verstellbar sind.
- Kameras, deren Kopf seitlich verfahrbar sind (Ganzkörperszintigraphie).
- Kameras mit rotierendem Kopf (SPECT).

Man unterscheidet auch nach der Anzahl der Detektoren: Ein-, Zwei- bzw. Drei-Detektor-Anlagen.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Sichtfeldgröße der Detektoren sowie die Form der Detektoren (kreisförmig, rechteckig); auch die Abschirmung für die Gammaenergie ist ein Kriterium (bis zu 200 keV bzw. 400 keV).

Für die Untersuchung der einzelnen Organe sind von der Kassenärztlichen Vereinigung Richtlinien erlassen, welche Mindestanforderung eine Gammakamera-Anlage erfüllen muß (Anwenderklassen I und II mit den Kameratypen A1 und 2 bis D1 und 2).

### 1.4. Datenverarbeitung

Jetzt kommen wir zu dem Punkt, an dem Physiker schnell aufmerksam werden. In der Nuklearmedizin werden nämlich zur Datenverarbeitung heute die hochwertigsten Rechner eingesetzt und die Datenblätter der einzelnen Lieferanten spiegeln dieses auch wieder.

Dadurch, daß diese Rechner zum größten Teil aus Standard-Baugruppen bestehen, wird es möglich, das gesamte Leistungsspektrum der allgemeinen Datenverarbeitung einzusetzen. Das kann bis zum komplexen Netzwerk führen.

Hierbei ist zu erkennen, daß Neuerungen gerade auf diesem Gebiet schnell realisiert werden können (neue Software, kundenbezogene Software, Software für spezielle Untersuchungsmethoden, neue Dokumentationsmöglichkeiten) und dadurch dem Betreiber ein immer höherer Komfort geboten wird.

Die Ausbaustufe und somit die Möglichkeit der Datenverarbeitung muß auf die Anwendung der Anlage abgestimmt sein. Bei der Erstellung von ECT-Aufnahmen, evtl. noch mit dreidimensionaler Darstellung, werden Rechner mit sehr hohem Leistungspotential, d.h. schnelle Rechner benötigt.

### 1.5. Anwendungs-Übersicht

Tomographische Untersuchungen des Gehirns insbesondere zur Fragen der Ausdehnung durchblutungsgeminderten Bezirke bei TIA und PRIND.

Kardiale Untersuchungen zur weiteren Abklärung einer ischämischen Herzmuskelerkrankung sowie zur Beurteilung von Wandbewegungsstörungen und der Auswurfleistung des Herzens.

Nierenfunktionsuntersuchungen und Messungen der Ausscheidungsleistung der Nieren (Clearance) Reflux- und Restharnmessung.

Endokrinologische Untersuchungen der Schilddrüse, der Nebennierenrinde und des Nebennierenmarks. Fragestellung: Tumoren, Adenome, Hyperplasien.

Knochen- und Gelenkszintigraphie in der Tumornachsorge sowie der Chirurgie und Orthopädie. Zusätzliche Informationen bei entzündlichen, traumatischen, degenerativen Erkrankungen des Bewegungsapparates sind zu gewinnen (z.B. Prothesenkomplikationen, Knochennekrosen).

Funktionsszintigraphien in der Gastroenterologie wie Speicheldrüsenfunktion, Ösophagusmotilität und Reflux. Magenentleerungsstörungen, Resorption des Dünndarms für Vitamin B12, Gallensäureverlustsyndrom mit Durchfallerkrankungen, entzündliche Erkrankungen des Dickdarms und des terminalen Ileums wie bei Morbus Crohn, Beurteilung der Ausscheidungsleistung der Leber für gallenpflichtige Substanzen.

Hämatologische Untersuchungen zur weiteren Abklärung von Erkrankungen des blutbildenden Systems oder im Rahmen hämolytischer Anämien.

Tumorszintigraphie zum Nachweis von Rezidiven oder Metastasen in speziell gelegenen Indikationsbereichen.

## 2. Gefahren und Schutzmaßnahmen

Wie bei jeder anderen größeren technischen Anlage werden auch bei Gamma-Kameras die Schutzmaßnahmen wie folgt unterschieden:

- 2.1. Installation
- 2.2. Mechanische und elektrische Sicherheit der Anlage
- 2.3. Strahlenschutz
- 2.4. Hygiene
- 2.5. Funktionelle Sicherheit

### 2.1. Installation

Bei der Installationsplanung einer Nuklearmedizinischen-Anlage müssen viele Vorschriften berücksichtigt werden (VDE 0107, Maschinenschutzgesetz etc.). Dadurch entsteht ein komplexes Sicherheitssystem, das dem jeweiligen Gerät und Anwendungsbedarf angepaßt ist.

Erwähnt werden sollte hier neben den normalen elektrischen Sicherungssystemen für Netzanschlüsse:

- Potentialausgleich
- FI-Schalter mit 30 mA
- Notausschaltung
- gesonderte Stromkreise
- evtl. Spannungsstabilisatoren
- evtl. Phasenwächter

## 2.2. Mechanische und elektrische Sicherheit

Hier gelten die gleichen Vorschriften wie für andere Medizintechnische Einrichtungen (VDE 0750, DIN etc.).

Ich gehe davon aus, daß meine zwei Vorredner diesen Punkt behandelt haben. Da diesen Punkt hauptsächlich der Hersteller der Anlagen beachten muß, werde ich hier aus Zeitgründen auf weitere Ausführungen verzichten.

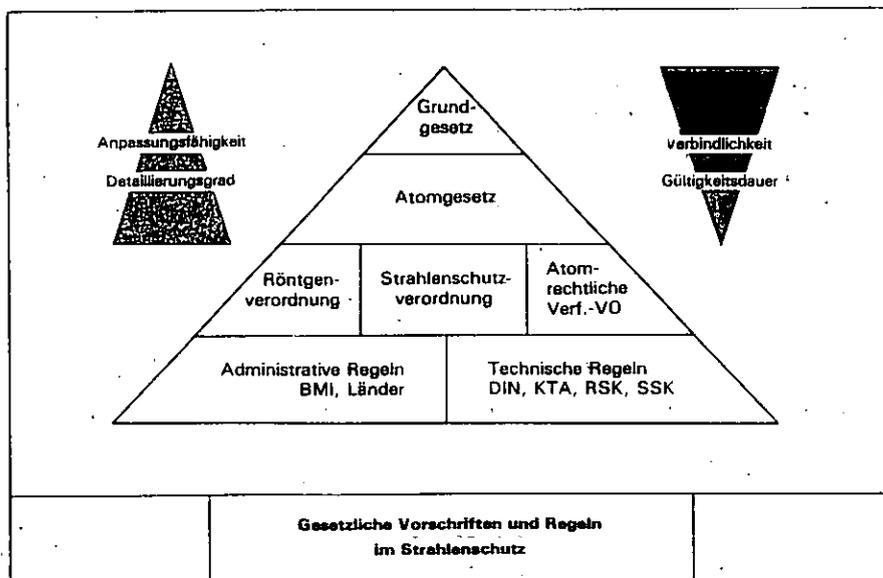
## 2.3. Strahlenschutz

Der Betrieb einer nuklearmedizinischen Diagnoseabteilung wird von drei Schwerpunkten geprägt:

1. Offenes radioaktives Material
2. Patienten mit injiziertem Radiopharmaka
3. Spezielle Vorschriften (DIN 6844, UVV etc.)

Dieses beeinflusst schon die Planung und geht bis in den täglichen Arbeitstag des Betreibers.

Einen detaillierten Einstieg in den Strahlenschutz erlaubt die Zeit leider nicht, jedoch wird die folgende Übersicht helfen zu erkennen, welche Vorschriften hier zutreffen und wie sie einander zugeordnet sind:



Erwähnen möchte ich kurz, daß gegebenenfalls sogar Maßnahmen zur Abschirmung der Anlage vor Strahlung von außen (z. B. Patienten mit inkorporierten Radionukliden) nötig werden.

## 2.4. Hygiene

Auch die Hygiene muß erwähnt werden. Da das Radiopharmakon den Patienten injiziert wird, muß hier entsprechend hygienisch gearbeitet werden.

## 2.5. Funktionelle Sicherheit

Letztendlich kann auch für den Patienten eine Gefährdung entstehen, weil die Anlage keine den Stand der Technik entsprechende Diagnostik zuläßt, da sie nicht innerhalb ihrer Spezifikationen arbeitet.

Deshalb möchte ich als letzten Sicherheitsaspekt die ordnungsgemäße Funktion der Anlage ansprechen. Dies kann nur durch eine regelmäßige Funktionskontrolle mit entsprechenden Vergleichswerten sichergestellt werden (siehe Punkt 4).

Hier möchte ich auf eine Besonderheit hinweisen: Dadurch, daß dem Patienten schon vor der Untersuchung das Radiopharmaka injiziert wird, ist er bei einem Ausfall des Gerätes unvermindert strahlenbelastet. Wird die Untersuchung dann zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt, bedeutet das für den Patienten die doppelte Strahlenbelastung. Dieses Risiko kann nur durch eine funktionssichere Anlage reduziert werden.

## 3. Planung

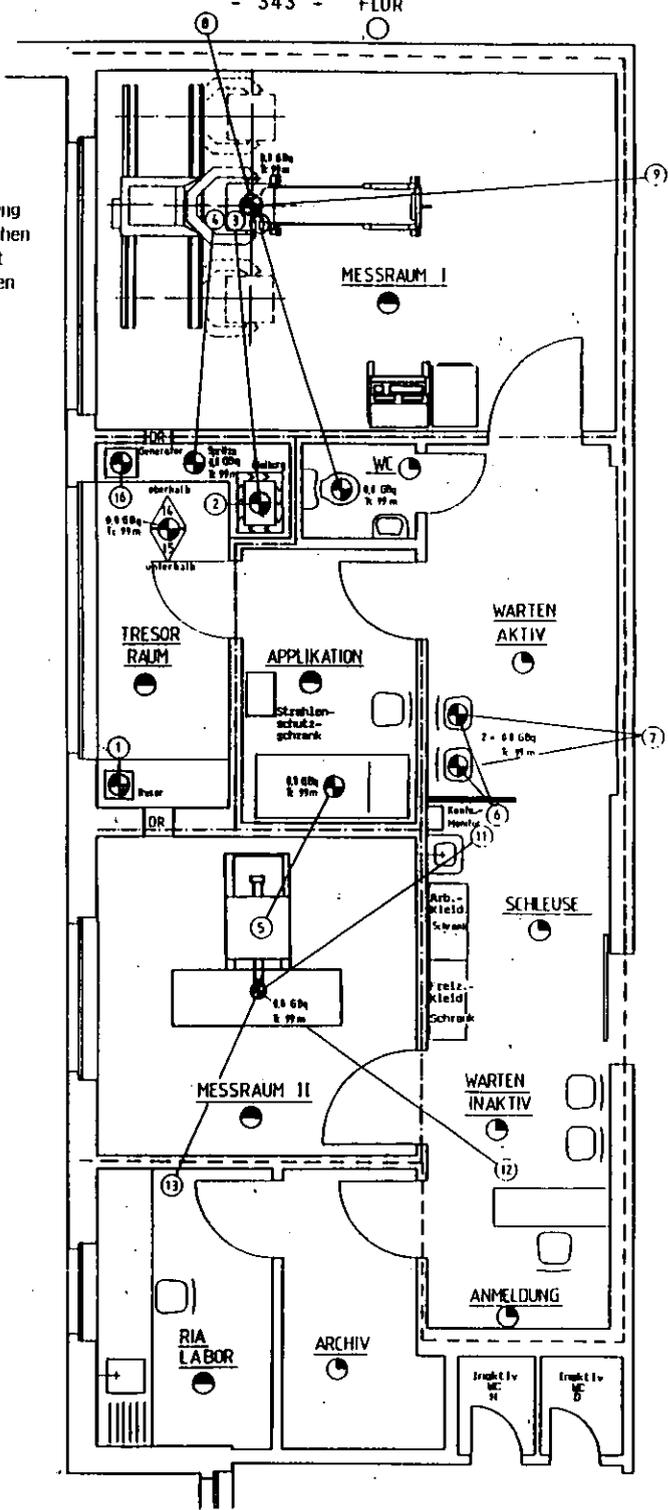
Die Planung einer nuklearmedizinischen Abteilung mit all ihren allgemeinen und speziellen Vorschriften ist hochkomplex und sollte von Fachfirmen durchgeführt werden.

An einem Beispiel möchte ich kurz auf einzelne "Besonderheiten" eingehen:

- **Strahlenschutzberechnung:** Die doch komplexe Berechnung wird heute mit einer entsprechenden Software durchgeführt.
- **Warteräume:** Für aktive und inaktive Patienten.
- **Schleuse:** Mit Kontaminationsmonitor und zwei Schränken (Arbeitskleidung und Freizeitkleidung) sowie Waschbecken.
- **Zwei Toiletten:** Für aktive und inaktive Patienten.
- Eine ganze Abteilung ist ein **Kontrollbereich** (Kennzeichnung)
- Nur eine **Zugangsmöglichkeit**, kein Durchgangsverkehr.
- **Applikationsraum:** Mit Durchreiche zum Abfüllraum.
- **Kurze Wege** für radioaktive Stoffe (Durchreiche).
- **Belüftung** vorgeschrieben (je nach Raumart 6- bis 8-facher Luftaustausch).
- **Fußboden:** fugenlos, antistatisch, an den Wänden hochgezogen.
- **Flächenbedarf:** Ist vorgegeben für die einzelnen Räume.
- **Wände:** Abwaschbar (keine Kacheln).

Beispiel für die Planung einer nuklearmedizinischen Diagnoseabteilung mit Strahlenschutzmaßnahmen

- - - = 1 mm Pb
- - - = 2 mm Pb
- = 3 mm Pb





- **Nuklidlabor (Tresor- oder Abfüllraum):**  
Hier wird das radioaktive Material gelagert, und mit dem Radionuklidgenerator, der hier steht, ist es möglich, kurzlebige Tochternuklide zu erzeugen (eluiieren).  
Hier werden die Spritzen aufgezogen und die leeren Spritzen gesammelt.
- **Angenommene Strahlenquellen (☉)** mit den entsprechenden Kontroll (☉) und Überwachungsbereichen (☉).
- **Strahlenschutzschrank:** Mit entsprechenden Hilfsmitteln (Kontaminationsmonitor, Klebeband).
- **Statik:** Flächen- und Punktlast beachten.
- **Klimaanlage:** Z.B. für Rechnerraum.
- **Strahlenschutzberechnung:** Mit entsprechender zusätzlicher Abschirmung.

## 4. Instandhaltung und Prüfung

### 4.1. Wartung

Wenn man sich eine solche komplexe Anlage, wie sie heute eine Gamma-Kamera darstellt, ansieht und dabei noch die Gefahren, die möglicherweise entstehen können, berücksichtigt, wird jedem Betreiber klar, daß sie regelmäßig gewartet werden muß, um ihr Sicherheitsniveau halten zu können. Jeder Gerätehersteller gibt deshalb an, in welchen Abständen und in welcher Weise dieses durchzuführen ist. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers bzw. des Eigentümers, diese Wartung durchführen zu lassen. Es gibt verschiedene Methoden, sei es durch Einzelaufträge oder mit einem Wartungsvertrag bzw. einem Vollservice-Vertrag. Auf jedem Fall sollte aber bei einer GammaKamera auch gleichzeitig ein Abgleich der Elektronik und des Detektors mit vorgesehen werden, um sicherzustellen, daß sie innerhalb ihrer Spezifikation arbeitet. Daß Datenverarbeitungssysteme mit einem Wartungsvertrag noch andere Vorteile haben (Updates etc.), darf nicht unerwähnt bleiben.

Bezogen auf die Wartungen möchte ich darauf aufmerksam machen, daß hier nicht nur das Problem "Kosten" auftaucht, sondern daß gleichzeitig sichergestellt werden muß, daß die Anlage während dieser Zeit für medizinische Untersuchungen nicht zur Verfügung steht.

### 4.2. Reparatur

Bezüglich der Reparaturen bin ich überzeugt, daß nur der Hersteller oder von ihm autorisierte Personen solche Anlagen reparieren sollten. Auch hier ist auf die Wartung hinzuweisen: Vorbeugen ist besser als Reparieren (denken Sie bitte allein an die Ausfallzeiten und an die bereits vorbereiteten Patienten).

### 4.3. Qualitätssicherung

Sie haben in den vorhergehenden Vorträgen von der Röntgenverordnung mit ihrer Abnahmeprüfung und den Konstanzprüfungen gehört, die für Röntgenanlagen vorgeschrieben sind. Auch für nukleare Meßsysteme ist eine solche Standardisierung der Qualitätsprüfung in Arbeit.

Ich möchte aber darauf hinweisen, daß auch schon vor dem Inkrafttreten dieser Vorschrift, in Absprache mit den Herstellern, eine Qualitätssicherung möglich ist. Zum Beispiel werden von vielen Geräteherstellern entsprechende Phantome (SPECT-Phantom und Homogenitätsphantom) gleich mitgeliefert, die zur regelmäßigen Überprüfung genutzt werden sollten.

Selbstverständlich sollte hierzu auch die entsprechende unterstützende Software zur Verfügung stehen. Wir halten es auch für notwendig, daß eine Anlage, bevor sie an den Betreiber übergeben wird, auf die wesentlichen Punkte ihrer Spezifikationen geprüft wird. Dieses sollte dokumentiert werden, um später Vergleiche zur Verfügung zu haben.

## 5. Einweisung

Eine gute Einweisung in solch einer komplexen Anlage ist das A und O für den richtigen Gebrauch. Hierbei möchte ich darauf aufmerksam machen, daß die Einweisung nicht nur eine Information über die einzelnen Softwaremöglichkeiten ist, sondern unbedingt auch die Bedienung der Hardware und der kritischen physikalischen Gesetzmäßigkeiten (Abstand etc.) beinhalten muß. Auch sollte der Strahlenschutz des Patienten, des Personals sowie der Gamma-Kamera mit erwähnt werden.

Es ist wichtig, daß die Einweisung dokumentiert wird. Hierfür bietet sich das Anlagenbuch an.

Ich möchte Sie darauf hinweisen, daß bei einem Bedienerwechsel an der Anlage auch hier eine ordnungsgemäße Einweisung durchgeführt werden muß, inklusive Dokumentation.

**Verfasser:** Heinz-Ullrich Averdiek  
PICKER INTERNATIONAL GMBH  
Marienwerder Straße 2  
D-4992 Espelkamp

### Literaturverzeichnis:

Hermann "Nuklearmedizin"  
Urban & Schwarzenberg 1982

Wachsmann/Consentius "Strahlenschutz-Belehrungen" / Textsammlung  
H. Hoffmann Verlag, Berlin 1983

## Hochfrequenz - Chirurgiegeräte

**Instandhaltung und Eigenservice von Hochfrequenz-Chirurgiegeräten sollten medizintechnische Abteilungen von Krankenhäusern nur dann übernehmen, wenn medizintechnisches Personal vorhanden ist, welches mit den physikalischen Grundlagen, den Sicherheitsvorschriften sowie dem prinzipiellen Aufbau von HF-Chirurgiegeräten vertraut ist und geeignete Mittel zur Durchführung des technischen Services an diesen sicherheitsrelevanten Geräten zur Verfügung hat. Dieses kurze Referat kann nur eine Übersicht über dieses Thema geben.**

Die Hochfrequenzchirurgie dient zum Schneiden und/oder Koagulieren biologischer Gewebe. Sie wird in fast allen chirurgischen Fachbereichen angewendet und gehört deswegen zur Standardausrüstung fast aller chirurgischer Abteilungen. Verschiedene chirurgische Methoden, wie beispielsweise die transurethrale Resektion der Prostata, die endoskopische Polypektomie und Papillotomie, basieren auf der Anwendung der Hochfrequenzchirurgie. Eine besondere Bedeutung hat die Hochfrequenzchirurgie für die intraoperative Blutstillung durch thermische Koagulation der Blutungsquellen. Mit der Entwicklung neuer operativer Methoden, insbesondere der Minimal Invasiven Chirurgie, werden sowohl an die Hochfrequenz-Chirurgiegerät als auch an das hierfür erforderliche Instrumentarium neue Anforderungen gestellt.

### 1. Physikalische Grundlagen der Hochfrequenzchirurgie

Die Hochfrequenzchirurgie nutzt verschiedene thermische Effekte in biologischen Geweben. Dies sind insbesondere die Koagulation koagulationsfähiger Gewebebestandteile zum Zwecke der Blutstillung, die Verdampfung intra- und extrazellulären Gewebeflüssigkeiten zum Zwecke der Desikkation und der bei explosionsartiger endogener Dampfbildung entstehende Schneideffekt. Zur Vermeidung unerwünschter nichtthermischer Effekte, wie beispielsweise der Reizung von Nerven und/oder Muskeln sowie der Elektrolyse der im Gewebe enthaltenen Elektrolyte wird hochfrequenter elektrischer Wechselstrom mit einer Frequenz von mindestens 300 kHz angewendet. Die für die Hochfrequenzchirurgie relevanten thermischen Effekte sind hauptsächlich von der Höhe der elektrischen Spannung zwischen aktiver Elektrode und Gewebe abhängig (1):

Unterhalb 200 Vp	Softkoagulation oder Desikkation
Ab ca. 200 Vp	Schneideffekt
Ab ca. 500 Vp	Forcierte Koagulation
Ab ca. 1000 Vp	Spray Koagulation bzw. Fulguration

### 2. Prinzipieller Aufbau von Hochfrequenz-Chirurgiegeräten

Da Hochfrequenz-Chirurgiegeräte relativ langlebige Investitionsgüter mit einer Lebensdauer von durchschnittlich 10 Jahren sind, muß der technische Service eine relativ große Modellpalette berücksichtigen, welche nach verschiedenen Kriterien differenziert werden kann wie beispielsweise:

**Nach deren Technologie**, z.B. Geräte mit Funkenstrecken- und/oder Röhrengeneratoren oder mit Transistorgeneratoren. Mit oder ohne Mikroprozessor. Mit einem oder zwei HF-Generatoren.

**Nach deren maximaler Ausgangsleistung**, typische Leistungsklassen sind 50 W, 100 W, 175 W, 200 W, 300 W und 400 W.

**Nach deren Verwendungszweck**, z.B. Universalgeräte oder Spezialgeräte für die Zahnheilkunde, Urologie, Arthroskopie, Endoskopie, Ophthalmologie.

**Nach deren Bauart**, z.B. mobile Tischgeräte oder festinstallierte Anlagen

Die wichtigsten Funktionseinheiten fast aller Hochfrequenz-Chirurgiegeräte werden im folgenden kurz aufgeführt.

### **2.1 Hochfrequenz-Generatoren**

Bezüglich der Technologie unterschied man in der Vergangenheit zwischen Funkenstreckengeneratoren, Röhrengeneratoren und Transistorgeneratoren. Bezüglich der Stromqualität unterschied man zwischen unmoduliertem oder pulsierendem Wechselstrom, wobei der unmodulierte Strom als Schneidestrom und der pulsierende Strom als Koagulationsstrom bezeichnet wurde. Eine Mischung dieser beiden Stromqualitäten, der sog. Mischstrom (engl. blend current) wurde zum koagulierenden Schneiden verwendet. Diese empirisch entstandene Terminologie ist nach neueren Kenntnissen über die Physik der Hochfrequenzchirurgie nicht mehr zweckmäßig, insbesondere seit es HF-Chirurgiegeräte mit unterschiedlichen Eigenschaften bezüglich der Leistungscharakteristik gibt (1). Man unterscheidet :

#### **2.1.1 Ungeregelte HF-Generatoren**

Die elektrischen Ausgangsparameter der Hochfrequenzgeneratoren konventioneller Hochfrequenz-Chirurgiegeräte sind nicht automatisch geregelt. Die HF-Ausgangsspannung und die HF-Ausgangsleistung dieser Generatoren sind von der jeweils eingestellten Leerlaufspannung, der Impedanz des Generators sowie dem Lastwiderstand abhängig. Für den technischen Service derartigen Generatoren ist ein geeignetes HF-Leistungsmeßgerät mit verschiedenen reellen Lastwiderständen erforderlich.

#### **2.1.2 Automatisch geregelte HF-Generatoren**

Zweck der automatischen Regelung elektrischer Ausgangsparameter der HF-Generatoren von Hochfrequenz-Chirurgiegeräten ist die Reproduzierbarkeit des jeweils vom Chirurgen gewünschten Effekts (2). Praktisch bewährt haben sich HF-Generatoren mit automatischer Spannungsregelung und/oder mit automatischer Lichtbogenregelung.

##### **2.1.2.1 HF-Generatoren mit automatischer Spannungsregelung**

Da die physikalischen Effekte im Gewebe und in der Grenzschicht zwischen aktiver Elektrode und Gewebe primär von der elektrischen Feldstärke in diesen Bereichen abhängig sind, liegt es nahe, die elektrische Spannung am Ausgang von Hochfrequenz-Chirurgiegeräten mit dem Ziel der Reproduzierbarkeit der jeweils gewünschten Effekte zu kontrollieren oder gar automatisch zu regeln (1). Hochfrequenz-Chirurgiegeräte mit automatischer Spannungsregelung sind seit ca. 5 Jahren bekannt und in klinischer Anwendung. Für den technischen Service spannungsgeregelter Hochfrequenzgeneratoren sind keine speziellen Meßgeräte erforderlich. Es genügt ein Oszilloscope mit geeigneten Spannungsteilern.

##### **2.1.2.2 Hochfrequenzgeneratoren mit automatischer Lichtbogenregelung**

Da der Schneideeffekt und die Schnittqualität in biologischem Gewebe von der Intensität der elektrischen Lichtbogen zwischen aktiver Elektrode und Gewebe abhängig ist, liegt es nahe, zur Erzielung definierter, reproduzierbarer Schnittqualitäten die Intensität der elektrischen Lichtbogen zu kontrollieren oder gar automatisch zu regeln. Hochfrequenz-Chirurgiegeräte mit automatischer Lichtbogenregelung im Schneide-Modus sind seit rund 10 Jahren bekannt und in klinischer Anwendung. Eine Leistungseinstellung ist bei diesen Geräten nicht erforder-

derlich, denn sie erfolgt automatisch (3). Für den technischen Service, insbesondere für Justierungen des Regelkreises derartiger Generatoren sind spezielle Meßeinrichtungen sowie Kenntnisse erforderlich. Zur Überprüfung der Funktion der Lichtbogenregelung eignen sich Probeschneitte in frischem, nicht gesalzenem Schweinefleisch.

### **2.1.2.3 HF-Generatoren mit automatischer Leistungsregelung**

HF-Generatoren mit automatischer Leistungsregelung, d.h. mit konstanter HF-Ausgangsleistung über einen größeren Lastwiderstandsbereich, sind praktisch insofern problematisch, als deren HF-Ausgangsspannung und damit auch die Intensität der elektrischen Lichtbogen zwischen aktiver Elektrode und Gewebe vom Lastwiderstand abhängig sind.

Mit automatischer Leistungsregelung wird bei Hochfrequenz-Chirurgiegeräten in der Regel nicht eine konstante HF-Leistung bei unterschiedlichen Lastwiderständen sondern die Eigenschaft des HF-Generators gemeint, in jedem Zeitpunkt automatisch die Leistung zu liefern, die gerade optimal gebraucht wird. Diese Eigenschaft haben beispielsweise HF-Generatoren mit automatischer Spannungs- und/oder Lichtbogenregelung.

Es sind jedoch auch HF-Chirurgiegerät mit HF-Generatoren bekannt, welche bei bestimmten Randbedingungen, beispielsweise an Anschitthilfe, über einen bestimmten Widerstandsbe- reich konstante Leistung liefern können.

### **2.1.2.4 HF-Generatoren mit automatischer Strom- und/oder Leistungsbegrenzung**

Es sind auch HF-Chirurgiegeräte mit automatischer Strom- und/oder Leistungsbegrenzung bekannt, wodurch bei Anwendung feiner HF-chirurgischer Instrumente, beispielsweise spitzer bipolarer Koagulationspinzetten, im Falle eines Kurzschlusses eine thermische Beschädigung des Instruments verhindert werden kann.

## **2.2 Netzteil**

Prinzipiell können HF-Chirurgiegeräte mit unregelmäßig oder mit automatisch geregelten Netzteilen unterschieden werden. Die automatisch regelbaren Netzteile werden insbesondere zur automatischen Regelung der o.g. HF-Ausgangsparameter, nämlich HF-Spannung, elektrische Lichtbogen, HF-Strom und/oder HF-Leistung angewendet. Die Netzteile von HF-Chirurgiegeräten dienen auch als sicherheitsrelevante Potentialtrennung zwischen Anwendungsteilen und Netzspannung.

## **2.3 Anwendungsteile**

Die Anwendungsteile von Hochfrequenz-Chirurgiegeräten umfassen die Ausgangsstromkreise inklusive Elektroden und Kabel. Bezüglich der anwendungsspezifischen Eigenschaften unterscheidet man monopolare und bipolare Anwendungsteile. Bezüglich der Sicherheit des Patienten gegen unbeabsichtigte Verbrennungen bei Kontakten mit elektrisch leitfähigen Gegenstände müssen die hochfrequenten elektrischen Leckströme nach DIN/VDE 0750/202 berücksichtigt werden. Bezüglich der Gefahr eines elektrischen Schlages müssen die Anwendungsteile von HF-Chirurgiegeräten die Anforderungen des Typs BF oder CF nach DIN/IEC 601/1 erfüllen.

Innerhalb der HF-Chirurgiegeräte sind die Anwendungsteile mehr oder weniger komplex mit elektronischen Einrichtungen zum manuellen und/oder automatischen Aktivieren und Deaktivieren der HF-Generatoren, zum automatischen Überwachen der elektrisch leitfähigen Verbindung zwischen Neutralelektrode und Gerät, zum automatischen Überwachen der Applikation von Neutralelektroden am Patienten, zum Messen und/oder Regeln verschiedener elektrischer Parameter, zum Überwachen von niederfrequenten und/oder hochfrequenten Leckströmen u.s.w. ausgestattet.

Bei Anwendung der HF-Chirurgie während endoskopischen Operationen werden die Instrumente, durch welche hindurch die HF-Chirurgie appliziert bzw. angewendet wird, Bestandteil der Anwendungsteile der HF-Chirurgiegeräte (4). Dies sollte bei Funktions- und sicherheitstechnischen Kontrollen beachtet werden.

### **2.3.1 Monopolare Anwendungsteile**

Monopolare Anwendungsteile sind dadurch gekennzeichnet, daß der HF-chirurgische Effekt an nur einer Elektrode entsteht. Der Stromkreis durch den Patienten wird durch eine Neutralelektrode geschlossen. Monopolare Anwendungsteile sind außerdem dadurch gekennzeichnet, daß zwei verschiedene Anschlußbuchsen und Kabel zum Anschluß einer aktiven und einer neutralen Elektrode erforderlich sind. Prinzipiell unterscheidet man monopolare Anwendungsteile, bei welchen die Neutralelektrode kapazitiv auf Erdpotential bezogen wird (sog. earth referenced output), so daß die Neutralelektrode und damit der Patient möglichst kleine HF-Spannung gegen Erdpotential führt, und solche, bei welchen die Neutralelektrode weder leitend noch kapazitiv auf Erdpotential bezogen ist (sog. floating output). Beide Methoden haben Vor- und Nachteile. Es sind HF-Chirurgiegeräte bekannt, bei welchen zwischen beiden Methoden manuell oder automatisch umgeschaltet werden kann, so daß je nach Anwendung die bei der jeweiligen Anwendung sicherste Methode gewählt werden kann. Monopolare Anwendungsteile sind im Vergleich zu bipolaren Anwendungsteilen insofern problematisch, als die hochfrequenten Leckströme und die längeren Wege des HF-Stroms durch den Körper des Patienten schwieriger zu kontrollieren sind.

### **2.3.2 Bipolare Anwendungsteile**

Bipolare Anwendungsteile sind dadurch gekennzeichnet, daß der HF-chirurgische Effekt zwischen zwei gleichwertigen Elektroden entsteht. Bipolare Anwendungsteile sind außerdem dadurch gekennzeichnet, daß nur eine Anschlußbuchse und nur ein Kabel zum Anschluß der bipolaren Elektrode erforderlich ist. Bipolare Anwendungsteile sind im Vergleich zu monopolaren Anwendungsteilen insofern sicherer bezüglich unbeabsichtigter thermischer Gewebeschädigungen, als die hochfrequenten Leckströme und die Wege des HF-Stroms durch den Körper des Patienten relativ klein sind. Die bipolaren Anwendungsteile haben allerdings den Nachteil, daß bipolare Koagulationselektroden in der Regel teurer sind als monopolare und daß bipolare Schneideelektroden bisher nur für spezielle Anwendungen zur Verfügung stehen.

### **2.3.3 Quasibipolare Anwendungsteile**

Quasibipolare Anwendungsteile sind dadurch gekennzeichnet, daß der HF-chirurgische Effekt an nur einer aktiven Elektrode entsteht, die neutrale Elektrode jedoch nicht wie bei monopolarer Anwendungsteilen großflächig fest auf der Haut des Patienten appliziert wird, sondern neben der aktiven Elektrode am selben Instrument angeordnet ist.

### **2.4 Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtungen**

HF-Chirurgiegeräte sind mit verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtungen ausgestattet. Bei modernen HF-Chirurgiegeräten werden diese Funktionen mehr und mehr durch den Einsatz von Mikroprozessoren und geeigneter Software realisiert. Hierdurch eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten die Eigenschaften von HF-Chirurgiegeräten dem Bedarf moderner Operationstechniken anzupassen oder gar neue Operationstechniken zu initialisieren. Allerdings stellen moderne HF-Chirurgiegeräte auch immer höher werden Anforderungen an den technischen Service.

## **2.5 Sicherheitseinrichtungen**

Moderne HF-Chirurgiegeräte sind mit verschiedenen Sicherheitseinrichtungen ausgestattet, welche die Sicherheit des Patient und Anwenders gewährleisten sollen.

### **2.5.1 Sicherheitschaltung der Neutralelektrode**

HF-Chirurgiegeräte mit monopolaren Anwendungsteilen und einer maximalen Ausgangsleistung von mehr als 50 Watt müssen mit einer Einrichtung mindestens zur automatischen Überwachung der elektrisch leitfähigen Verbindung zwischen der Neutralelektrode und dem Gerät ausgestattet sein. Heute gehören jedoch auch Einrichtungen zur automatischen Überwachung der Applikation von Neutralelektroden am Patienten zum Stand der Technik. Es sind verschiedene Systeme bekannt. Der Servicetechniker muß mit der Funktion des jeweiligen Systems vertraut sein und geeignete Möglichkeiten haben, die Funktion dieses Systems zu kontrollieren.

### **2.5.2 Automatische Überwachung hochfrequenter Leckströme**

Hersteller von HF-Chirurgiegeräten sind zwar bemüht, HF-Chirurgiegeräte und dessen Zubehör so zu gestalten, daß die HF-Leckströme, wenn schon nicht vermeidbar, so doch möglichst klein sind. Es sind auch HF-Chirurgiegeräte bekannt, welche mit Einrichtungen zur automatischen Überwachung hochfrequenter Leckströme ausgestattet sind. Die Anwender der HF-Chirurgie sollten mit der Problematik der hochfrequenten Leckströme vertraut sein und die Maßnahmen kennen und anwenden, welche die Folgen dieser Leckströme vermeiden. Der Servicetechniker sollte mit der Physik dieser Leckströme vertraut sein und den Anwender von Fall zu Fall darüber beraten können, wie unbeabsichtigte thermische Gewebeschädigungen infolge hochfrequenter Leckströme vermieden werden können.

### **2.5.3 Automatische Überwachung niederfrequenter Leckströme**

HF-Chirurgiegeräte mit kapazitiv geerdeter Neutralelektrode erfüllen in der Regel nicht die Anforderungen des Typs CF. Es sind HF-Chirurgiegerät bekannt, die mit einer Überwachungseinrichtung ausgestattet sind, welche die niederfrequenten Leckströme im monopolaren Anwendungsteil automatisch überwachen und den betreffenden Anwendungsteil sofort vom Gerät abtrennen, wenn der niederfrequente Leckstrom den beim Typ CF maximal zugelassenen Pegel übersteigt. Der Servicetechniker muß mit der Funktion dieser Einrichtung vertraut sein und geeignete Mittel haben, um die einwandfreie Funktion dieser Einrichtung prüfen zu können.

### **2.5.4 Automatische Überwachung der Einschaltdauer der HF-Generatoren**

HF-Chirurgiegeräte können durch verschiedene Ursachen, z.B. versehentliches Drücken eines Fußschalterpedals, defekter Fingerschalter eines Elektrodengriffs oder infolge Aktivierungsfehler im Gerät, unbeabsichtigt aktiviert werden. Zur Vermeidung größerer Schäden sind einige HF-Chirurgiegeräte mit Einrichtungen zur zeitlichen Begrenzung ununterbrochener Aktivierungen des HF-Generators ausgestattet.

### **2.5.5 Automatische Überwachung der Ausgangswerte (§3,2 MedGV)**

Nach §3,2 MedGV müssen auch HF-Chirurgiegeräte mit einer automatischen Überwachung gegen Fehldosierung ausgestattet sein. Diese Forderung wird bei HF-Chirurgiegeräten verschiedener Hersteller auf verschiedene Weisen erfüllt. Der Servicetechniker muß mit der jeweiligen Funktion dieser Einrichtung vertraut sein und Mittel haben, die Funktion dieser Einrichtung zu kontrollieren.

## **2.6 Bedienungsoberflächen**

Die Bedienungsoberfläche von HF-Chirurgie unterliegt z.Z. einem Wandel, welcher aus den Möglichkeiten der Anwendung von Mikroprozessoren aber auch aus den sich erweiternden Eigenschaften moderner HF-Chirurgiegeräte ergibt. Dies gilt insbesondere für per Software variabel definierbare Bedienungsoberflächen, welche optimal dem jeweiligen Anwendungszweck angepaßt werden können. So sind beispielweise HF-Chirurgiegeräte mit fest und/oder frei programmierbaren Bedienungsoberflächen bekannt. Es sind auch HF-Chirurgiegeräte mit Fernsteuerung bekannt.

## **3. Hochfrequenzchirurgisches Instrumentarium und Zubehör**

Mit der z.Zt. rasanten Entwicklung neuer Operationsmethoden, insbesondere im Bereich der Endoskopie bzw. Minimal Invasiven Chirurgie, entstehen anspruchsvolle HF-chirurgische Instrumente, welche auch in Kombination mit anderen Geräten angewendet werden. Anwender und Servicetechniker müssen nicht nur mit den anwendungsspezifischen sondern auch mit den sicherheitsrelevanten Eigenschaften dieser Instrumente vertraut sein und deren funktions- und/oder sicherheitsrelevanten Eigenschaften kontrollieren können (4).

## **4. Sicherheitsrelevante Kriterien der Hochfrequenzchirurgie**

Anwender der HF-Chirurgie, aber auch der Servicetechniker, sollten mit den sicherheitsrelevanten Kriterien der HF-Chirurgie so gut vertraut sein, das die Anwendung der HF-Chirurgie für den Patienten kein Risiko darstellt. Insbesondere sind zu beachten:

- **Verbrennungsgefahr bei unsachgemäßer Applikation der Neutralelektrode**
- **Verbrennungsgefahr infolge hochfrequenter elektrischer Leckströme**
- **Verbrennungsgefahr infolge zu hoher Stromdichten in lateralen Gewebestrukturen**
- **Verbrennungsgefahr infolge Berührung heißer Aktivelektroden**
- **Verbrennungsgefahr infolge unbeabsichtigter Aktivierung des HF-Generators**
- **Verbrennungsgefahr bei unsachgemäßer Anwendung**

## **5. Einweisung des Personals**

HF-Chirurgiegeräte dürfen nur dann in Betrieb genommen werden, wenn der für den Betrieb des Gerätes Verantwortliche (§9,2 MedGV) und die Anwender (§10 MedGV) anhand der Gebrauchsanweisung in die Handhabung des Gerätes eingewiesen sind.

## **6. Funktionskontrollen**

§ 6,4 MedGV: "Der Anwender hat sich vor der Anwendung eines Gerätes der Gruppe 1, 3 oder 4 von der Funktionssicherheit und dem ordnungsgemäßen Zustand des Gerätes zu überzeugen".

§ 9,1 MedGV: "Der Betreiber darf ein medizin-technisches Gerät der Gruppe 1 erst in Betrieb nehmen, wenn der Hersteller oder Lieferant das Gerät am Betriebsort einer Funktionsprüfung unterzogen hat".

Der Betreiber sollte darauf achten, daß der Hersteller oder Lieferant des jeweiligen HF-Chirurgiegeräts incl. Zubehör eine gerätespezifische Checkliste für die Funktionskontrollen mit Angaben, wie diese Funktionskontrollen praktisch durchzuführen sind, zur Verfügung stellt.

Moderne HF-Chirurgiegeräte sind mit automatischen Testprogrammen ausgestattet, welche automatische Funktionstests nach jedem Einschalten des Gerätes und/oder durch Aktivieren von automatischen Testprogrammen durchführen.

Für die Funktionskontrollen von Gerät und Zubehör stellen einige Hersteller geeignete Hilfsmittel zu Verfügung, beispielsweise: HF-Leistungs-Meßgeräte, Einrichtungen zur Funktionsprüfung von Gerät und/oder Zubehör.

### **7. Sicherheitstechnische Kontrollen**

§ 11,1 MedGV: "Der Betreiber eines medizinisch-technischen Gerätes der Gruppe 1 hat die bei der Bauartzulassung festgelegten sicherheitstechnischen Kontrollen im vorgeschriebenen Umfang fristgerecht durchführen zu lassen". . . .

Hierzu gehören in der Regel die Überprüfung der elektrischen Sicherheit nach DIN VDE 0751, Teil 1, durch Messung von Schutzleiterwiderstand, Isolationswiderstand, Gehäuseableitstrom und Patientenableitstrom. Die Messung und Beurteilung des Gehäuseableitstroms kann ersatzweise auch nach DIN IEC 601 / VDE 0750 Teil 1 erfolgen.

Darüber hinaus sollten im Rahmen der sicherheitstechnischen Kontrollen auch alle Sicherheitseinrichtungen, welche im Fehlerfalle Warnsignale generieren und/oder das Gerät bzw. den Hochfrequenzgenerator des Geräts automatisch abschalten, überprüft werden, da sich der Anwender auf diese Einrichtungen verlassen können muß. Dies sind beispielsweise für:

- die Funktion der Sicherheitsschaltung der Neutralelektrode
- die Funktion der Sicherheitsschaltung gegen falsche Ausgangswerte (§3 Abs.2 MedGV)
- die Funktion von HF-Leckstrom-Monitoren
- die Funktion von NF-Leckstrom-Monitoren
- die Funktion von Einschaltdauerbegrenzungen
- die Funktion zusätzlicher Sicherheits Monitore
- die Funktion aller optischen und akustischen Signale

Hilfsmittel und Prüfanleitungen sind in der Regel vom Gerätehersteller zu beziehen.

### **8. Wartung und Pflege**

Zweck von Wartung und Pflege ist die vorbeugende Gewährleistung der Sicherheit und Verfügbarkeit, die Aktualisierung der Spezifikationen bzw. das Updating (Software, Hardware) sowie die Vermeidung größerer Kosten infolge Totalausfall und/oder gar eines Schadensfalls. Hilfsmittel zur Wartung und Pflege stellen einige Hersteller zur Verfügung. Einige Hersteller oder Lieferanten von HF-Chirurgiegeräten bieten auch Wartungsverträge (5) mit unterschiedlichen Konditionen und/oder Schulungen für Servicetechniker des Betreibers an. Ein besonderes Problem bezüglich der Eigenwartung durch den Betreiber stellt jedoch die Haftung dar.

### **9. Literatur**

1. Farin, G., Physikalische Grundlagen der Hochfrequenzchirurgie, Verlag Erbe, Tübingen
2. Farin, G., Möglichkeiten und Probleme der Standardisierung der Hochfrequenzleistung, in G. Lux, K. Semm (Hrsg.) Hochfrequenzdiathermie in der Endoskopie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1987
3. Flachenecker, G., Automatisch geregelter Hochfrequenz-Generator für die Urologie, Institut für Hoch- und Höchstfrequenztechnik, Universität der Bundeswehr, München, 1980
4. DIN/VDE 0750 Teil 225, Medizinische elektrische Geräte, Endoskopische Geräte, Besondere Festlegungen für die Sicherheit, Entwurf Okt.1991
5. Gärtner, A., Wartungsverträge für elektromedizinische Geräte, Kliniken der Stadt Wuppertal, Medizintechnik.

Außerdem:

**DIN/VDE 0750 Teil 202, Medizinische elektrische Geräte, Hochfrequenz-Chirurgiegeräte, Besondere Festlegungen für die Sicherheit, 1989**

**DIN/VDE 0753 Teil 1, Anwendungsregeln für Hochfrequenz-Chirurgiegeräte, 1983**

**Kurth, Hans-Helmut und Wolf, Manfred, Sicherheitsorientierte Instandhaltungsstrategien für die Medizintechnik, Darstellung an dem Beispiel eines Inspektionskonzepts für Hochfrequenz-Chirurgiegeräte, in Imich, W., von Eiff, W., Medizintechnische Servicecentren, ecomed Verlag, 1987.**

Günter Farin  
Erbe Elektromedizin  
Waldhörnlestraße  
7400 Tübingen

VORTRAG

**DEFIBRILLATOREN**

IM RAHMEN DER TK'92 AM 30.09.1992

DIPL.-ING. G. FRÖMEL

LILLY MEDIZINTECHNIK GMBH, BEREICH PHYSIO CONTROL,

TEICHWEG 3, 6300 GIESSEN

Im Mittelpunkt des Vortrags stehen die Anwendung, Schutzmaßnahmen und die sicherheitstechnische Überprüfung von Defibrillatoren. Im ersten Teil werden die Themengebiete zur Physiologie der Defibrillation, sowie die Geräteanwendung und Sicherheitsmaßnahmen bei der Reanimation anhand eines vom Städtischen Krankenhaus im Friedrichshain in Berlin mit Unterstützung der Firma Physio Control produzierten Videofilms veranschaulicht. Der darauffolgende Teil ist eine Standort-Bestimmung der betreffenden Normen und Prüfkriterien im Rahmen einer Bauartzulassung eines Defibrillators/Monitors in der BRD. Auszugsweise werden Punkte aus der Sicherheitstechnischen Kontrolle nach MedGV am Beispiel eines LIFEPAK 10, im 3. Teil des Vortrages demonstriert.

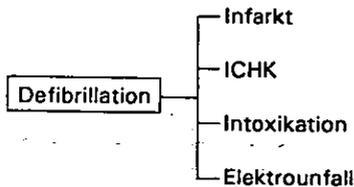
Im Folgenden werden die Schwerpunkte des Vortrags kurz angesprochen:

## 1. Geräteanwendung, Bauart und Einweisungen anhand einer Videopräsentation

Die Defibrillation ist der Versuch, durch einen elektrischen Impuls das Reizleitungsgewebe des Herzens zu synchronisieren.

- Infarkt
- ICHK
- Intoxikation
- Elektrounfall

Die Defibrillation ist ein entscheidender Teil der Therapiemaßnahme zur Behandlung hypodynamischer Kreislaufzustände mit elektrischer Instabilität des Herzens, wie z.B.:



ICHK: Ischemisch chronische Herzkrankheit

### DEFIBRILLATOR

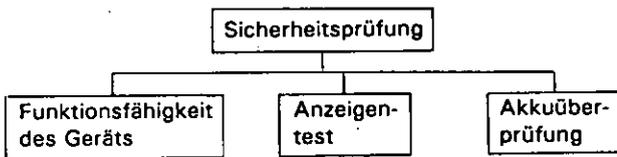
Der Defibrillator ist ein wichtiger Bestandteil einer notfallmedizinischen Ausrüstung.

In der Regel kann zwischen halbautomatischen und manuelle Defibrillatoren unterschieden werden. Halbautomatische Defibrillatoren, wie der Lifepak 300, werten selbständig anhand umfangreicher Algorithmen das EKG des Patienten aus und empfehlen dem Anwender, bei Kammerflimmern eine Defibrillation durchzuführen.

Zur Analyse des EKG ist in den meisten Defibrillatoren ein Monitor und optional zur Stimulation des Patienten ein Pacer enthalten. Zu diesem Punkt werden neben den Bestandteilen eines Defibrillators vor allem die Funktion anhand eines Lifepak 10 veranschaulicht.

### SICHERHEITSÜBERPRÜFUNG

Durch das frühzeitige Erkennen von Fehlern und deren Beseitigung kann die Verfügbarkeit eines Gerätes erheblich gesteigert werden. Die Sicherheitsüberprüfung setzt sich aus einer Kontrolle der gesamten Gerätefunktion und eines Anzeigentests sowie die Prüfung der Akkus zusammen.



Am Beispiel eines Lifepak 10 wird in diesem Zusammenhang eine Sicherheitsprüfung durchgeführt.

### ABLEITUNG DES EKG

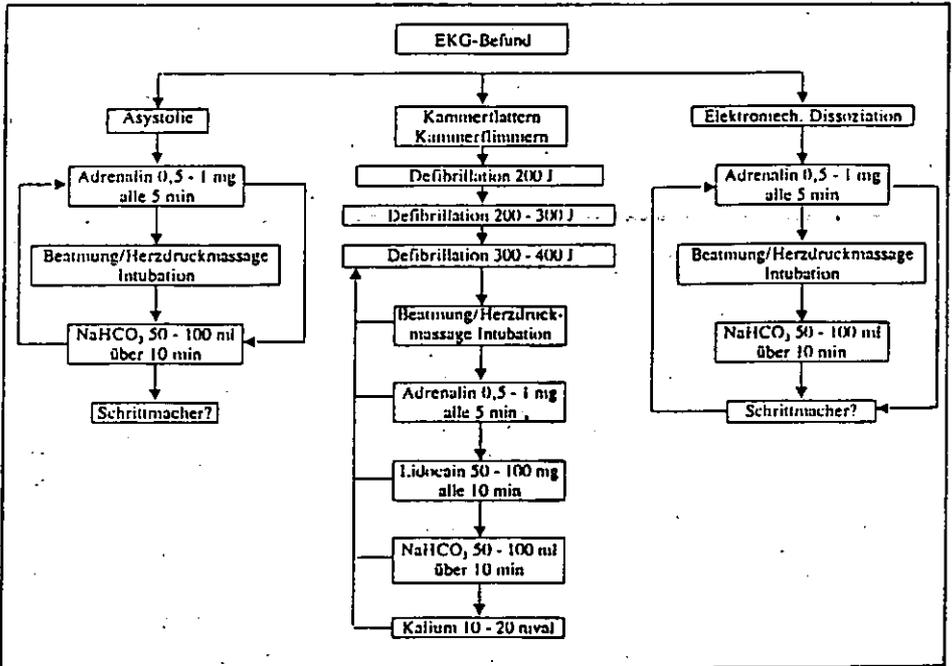
Entscheidende Indikatoren zur Defibrillation sind das Kammerflimmern und die pulslose ventrikuläre Tachykardie. Bei der Ableitung des EKG dient der Monitor/Defibrillator als diagnostisches Hilfsmittel. Im Verlauf dieses Abschnitts wird u.a. die Bestimmung der erforderlichen Defibrillationsenergie erläutert.

### DEFIBRILLATION

Bei der Durchführung der Defibrillation findet ein Stromfluß durch den Korpus und vor allem durch das Herz des Patienten statt. Zu dessen Veranschaulichung wird der Ablauf einer Defibrillation schematisch dargestellt.

- O<sub>2</sub>-Beatmung
- Venenzugang
- Medikamente

Die Defibrillation muß mit Maßnahmen kombiniert werden, die zur Verbesserung der Herzarbeit führen. Dazu gehören u.a. die Verbesserung des Sauerstoffangebots und eine medikamentöse Therapie. Im folgenden Ablaufschema für den Kreislaufstillstand wird die Kombination aus Defibrillation, Beatmung und medikamentöse Therapie verdeutlicht.



## 2. Normen und Prüfkriterien im Rahmen einer Bauartzulassung

Der Bauartzulassung von Gruppe I-Geräten geht eine detaillierte technische Prüfung durch eine anerkannte Prüfstelle voraus.

Für Defibrillatoren gelten im wesentlichen folgende einschlägige Normen:

1. VDE 0750 Teil 1 Dezember 91 IEC 601-1 ED. 1988  
Sicherheit elektromedizinischer Geräte  
Allgemeine Festlegungen
2. VDE 0750 Teil 201  
Besondere Festlegungen für die Sicherheit von Defibrillatoren  
mit und ohne Monitor
3. Funktionelle Sicherheit  
Mikrocomputer in der Sicherheitstechnik  
H. Hölscher/J. Rader

DIN V VDE 0801  
Principles for computers in safety-related systems

DIN V 19250  
Grundlegende Sicherheitsbetrachtungen für MSR-  
Schutzeinrichtungen

Normen wie 1. und 2. sind im allgemeinen hinreichend lange bekannt und sind wenig interpretationsfähig.

Ganz anders sieht es bei der funktionellen Sicherheitsprüfung im speziellen in der Mikrocomputertechnik aus. Hier fällt es im besonderen schwer, die Eingruppierung der Geräte in die entsprechende Gefahrenklasse vorzunehmen, und welche Massnahmen adequate funktionelle Sicherheiten bieten.

### **3. Durchführung einer sicherheitstechnischen Kontrolle am Beispiel eines Lifepak 10**

Zur Veranschaulichung einer sicherheitstechnischen Kontrolle werden an einem Lifepak ausgewählte Messungen durchgeführt. Der erforderliche Meßaufbau zur Durchführung einer StK besteht aus einem Computermeßplatz zur Ableitstrommessung und einem Defibrillationstestgerät. Zur Analyse des Schrittmacherimpulses wird ein Speicheroszillograph verwendet.

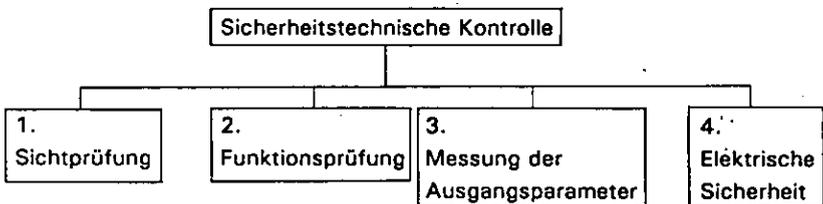
Der Umfang einer sicherheitstechnischen Kontrolle beinhaltet eine große Anzahl von Einzelprüfungen und umfangreichen Messungen, die vereinfacht in die vier Teile- Sichtkontrolle, Funktionsprüfung, Messung der Ausgangsparameter und Messung der elektrischen Sicherheit gegliedert werden.

1. **Sichtkontrolle**  
Überprüfung des medizintechnischen Geräts auf mechanische Beschädigungen und sicherheitsrelevante Verschmutzungen. Ein wichtiger Punkt hierbei sind Gelreste an den Defibrillationselektroden.
2. **Funktionsprüfung, zur Kontrolle aller am Gerät befindlichen Stellteile, Anzeige- und Meldeeinrichtungen, sowie der Überprüfung der kompletten Gerätefunktion inklusive der synchronen Cardioversion und der Pacer-Funktion.**
3. **Bei der Messung der Ausgangsparameter werden die abgegebene Energie, die Verzögerungszeit bei der synchronen Cardioversion und ggf. die Amplitude, Frequenz, wie auch die Impulsbreite des Pacer-Impulses gemessen und protokolliert.**

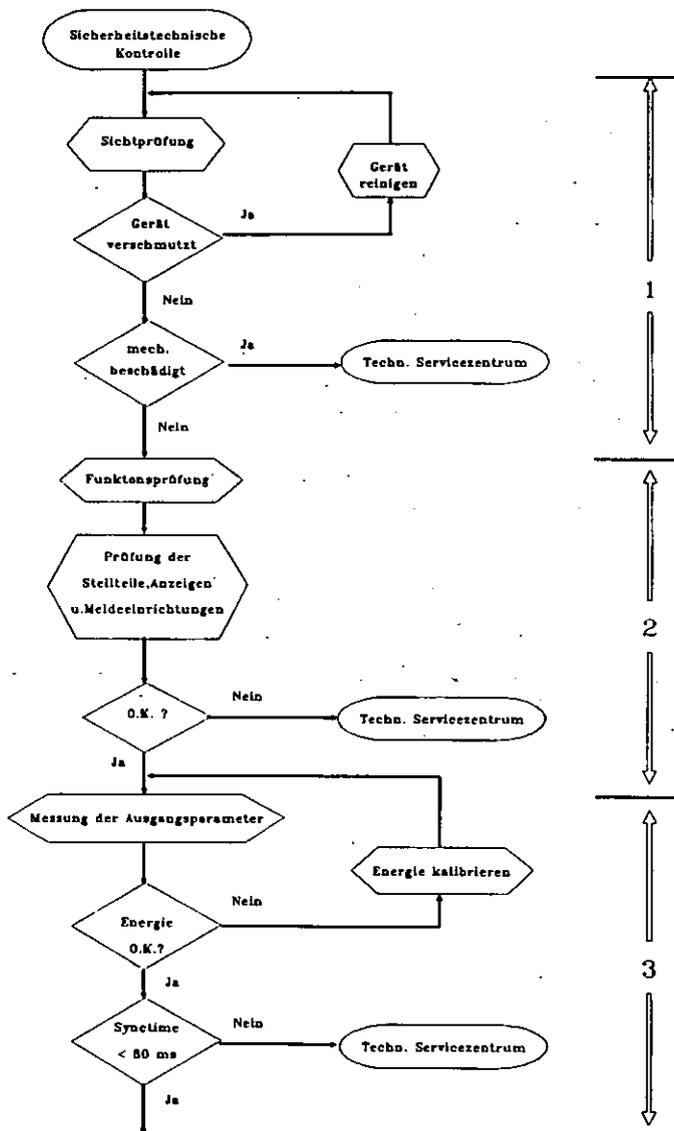
4. Der Schutzleiterwiderstand sowie der Ersatz-Geräteableitstrom und der Ersatz-Patientenableitstrom wird bei der Prüfung der elektrischen Sicherheit gemessen. Die einzuhaltenden Grenzwerte sind dabei in der VDE 751 Teil 1 Ausgabe 05/89, Seite 6, festgelegt. Für Geräte des Typs CF ergeben sich folgende Höchstwerte:

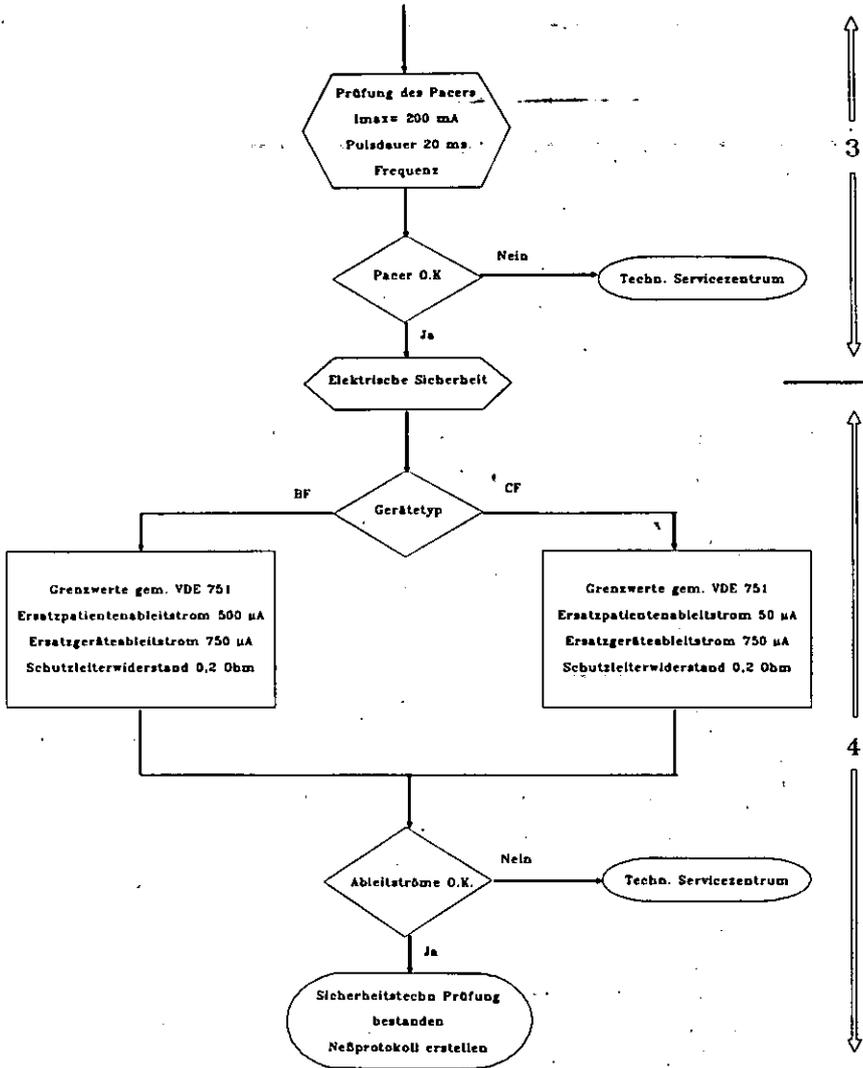
Ersatz-Patientenableitstrom: 50  $\mu\text{A}$   
Ersatz-Geräteableitstrom: 750  $\mu\text{A}$   
Schutzleiterwiderstand: 0,2 Ohm

Bestandteile der sicherheitstechnischen Kontrolle:



Der Ablauf einer sicherheitstechnischen Kontrolle wird im folgenden Ablaufdiagramm bildlich dargestellt:





Bei der Frage der Eigenwartung ist der Nutzen und der Aufwand - gerätetechnisch wie auch personell - sorgfältig abzuwägen.

Eine anfängliche Kosten-/Nutzen-Analyse ist hier besonders hilfreich, um den Aufwand anschaulich zu machen:

1. Meßeinrichtung
2. Personal
3. Arbeitszeit

1. Meßeinrichtung

Die zur Durchführung einer sicherheitstechnischen Kontrolle notwendigen Meßgeräte bestehen im Falle der Wartung eines Defibrillators aus:

1. Speicheroszilloskop
2. Defibrillatortestgerät
3. Sicherheitstester

Der finanzielle Aufwand muß dabei z.Zt. mit ca. DM 25.000 pro Meßplatz veranschlagt werden. Dabei ist auf jedem Fall zu beachten, daß die entstehenden Investitionskosten in Relation zum überprüfenden Gerätepark zu sehen sind.

2. Personal

Die personelle Dienstleistung stellt einen erheblichen Kostenaufwand - insbesondere bei einer großen Gerätevielfalt - dar. Das medizintechnische Personal muß speziell für die Wartungsarbeiten der entsprechenden Geräte geschult werden. Die Personalkosten fallen besonders gravierend ins Gewicht, wenn aufgrund von peripheren Umständen, wie z.B. das Suchen und Beschaffen des zu wartenden Gerätes, die Effektivität von qualifizierten Technikern beeinträchtigt wird.

### 3. Arbeitszeit

Die Arbeitszeit, die für eine Wartung benötigt wird, ist u.a. von der Meßgeräteausrüstung, dem Gerätestandort sowie der Verfügbarkeit der Geräte abhängig. Der Zeitfaktor für die Meßgeräteausrüstung läßt sich durch eine sinnvolle Auswahl der Meßgeräte, wie z.B. eines Computermeßplatzes zur Ableitstrommessung, beeinflussen.

Die angesprochenen Punkte stellen einen Auszug aus einer möglichen Kosten-/Nutzen-Analyse dar, die dem Nutzen des Wegfalls der unmittelbaren Wartungskosten gegenüberzustellen sind.

Aus den aufgeführten Punkten ist zu ersehen, daß eine pauschale Aussage pro oder contra Eigenwartungen nicht möglich ist. Die Entscheidung für eine Eigen- bzw. Fremdwartung ist von den individuellen Verhältnissen des Anwenders abhängig und bedarf einer aufwendigen sowie gründlichen Entscheidungsfindung.

Für den Fall der Eigenwartung bietet Physio Control entsprechende Seminare an, um den Medizintechniker durch eine intensive Schulung an den Lifepak-Modellen in seiner Arbeit zu unterstützen.

Laser Chirurgie-Geräte und Laser Koagulatoren  
 Richard Paulus, München

1.0 Geräteanwendung und Bauart

Die Bezeichnung Laser wird aus den Anfangsbuchstaben der Wörter Light amplification by stimulated emission of radiation gebildet und bedeutet Lichtverstärkung durch angeregte Aussendung von Strahlung. Abhängig vom verwendeten aktiven Lasermaterial wird diese Strahlung in verschiedenen Wellenlängenbereichen emittiert. Abbildung 1 zeigt den Wellenlängenbereich bei verschiedenen aktiven Lasermaterialien.

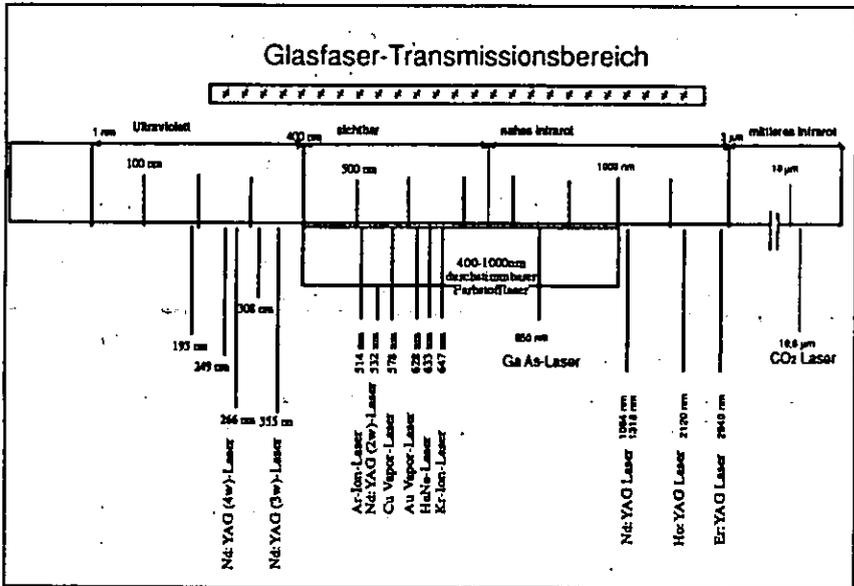


Abb.1: Unterschiedliche Lasermaterialien und deren Emissionswellenlängen

Im Wellenlängenbereich von 300  $\mu\text{m}$  bis 2,2  $\mu\text{m}$  ist eine Übertragung des Laserlichts in sehr dünnen, aber trotzdem mechanisch stabilen Quarzglasfasern möglich. Der Kerndurchmesser dieser Fasern beträgt 0,2 - 0,6 mm. Dies erlaubt den Einsatz bei allen endoskopischen Techniken.

Bei der Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Laserstrahlung und Gewebe müssen die Gewebeparameter einerseits und die Parameter der Laserstrahlung andererseits in Zusammenhang gebracht werden.

Gewebeparameter sind Absorption, Streuung, Reflektion, Wärmeleitung, Wärmekapazität und Dichte. Zu den Parametern der Laserstrahlung zählen die Leistungsdichte, Energie und Wellenlänge. Abbildung 2 zeigt die Gewebewechselwirkung in Abhängigkeit von effektiver Leistungsdichte und Wechselwirkungszeit. Die effektive Leistungsdichte ist definiert als die im Innern des Gewebes zur Wirkung gelangende Laserbestrahlungsstärke.

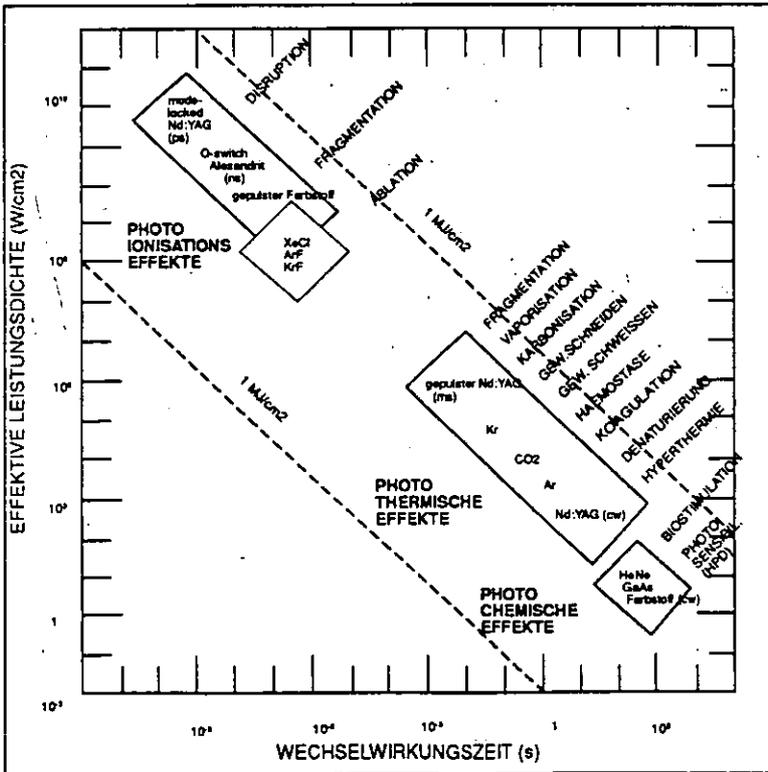


Abb. 3: Wechselwirkung zwischen Laserstrahlung und Gewebe in Abhängigkeit von effektiver Leistungsdichte und Wechselwirkungszeit (nach Boulnois).

Aus Abbildung 3 lassen sich drei wesentliche Wechselwirkungen unterscheiden:

- photochemische
- photothermische
- und photoionisierende Effekte

Im Bereich der photochemischen Effekte wird der Laser zur Schmerzlinderung, Entzündungshemmung und Heilungsförderung verwendet. Außerdem kann innerhalb der Photosensibilisierung die kombinierte Anwendung von Laserlicht und einer chemischen Substanz (z.B. Hämatoporphyrinderivat (HPD)) zu einem zytotoxischen Prozess führen. Dadurch wird das Gewebe aufgrund der gezielten Bestrahlung und Anregung des sogenannten "Photosensitizers" zerstört.

Mit abnehmender Wechselwirkungszeit und höherer Leistungsdichte beginnt der photothermische Bereich. Das Laserlicht wird vom Gewebe absorbiert und in Wärme umgewandelt. Die Medizin nutzt diesen Effekt zum Schneiden, Vaporisieren und Koagulieren von Gewebe bei gleichzeitigem Verschluss von Blut- und Lymphgefäßen, aber auch zum Gewebeverschweißen in der rekonstruktiven Chirurgie.

Im Bereich der Photoionisationseffekte wird Gewebe ohne thermische Wirkung auf die Umgebung getrennt oder abgetragen.

Je nach Gewebeart bestimmt die Wellenlänge die Eindringstufe in das Gewebe, sodaß die Betrachtung der Wellenlängenabhängigkeit von Absorption und Streuung im Gewebe zu einer Erklärung der unterschiedlichen Wirkungen der verschiedenen Lasersysteme führt.

Der Laser besteht aus einem Resonator mit dem aktiven Lasermaterial, das fest, flüssig oder gasförmig sein kann, und einer Energiequelle, die optisch oder elektrisch Energie in das Lasermaterial pumpt. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften läßt sich Laserstrahlung stark bündeln, wodurch eine hohe Leistungsdichte erreicht wird.

Die folgende Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Lasers.

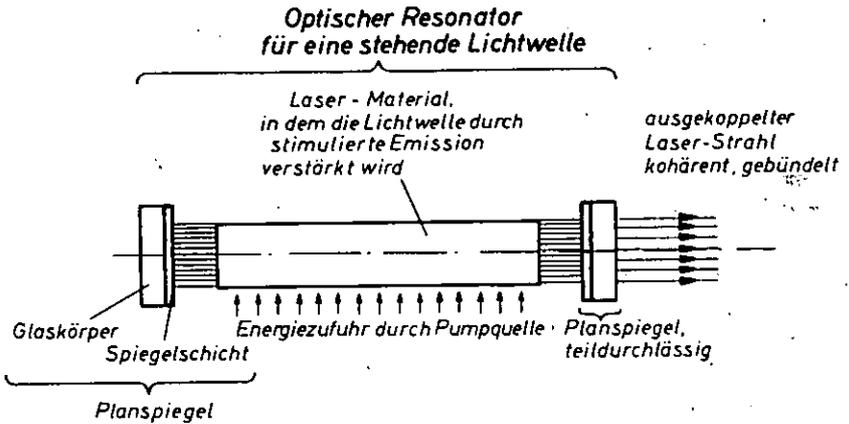


Abb.5: Prinzipdarstellung eines Lasers.

Durch Zufuhr von Energie wird das aktive Material angeregt und sendet selbst Strahlung aus, die von den Spiegeln reflektiert und im aktiven Material verstärkt wird. Ein Teil der Laserstrahlung verläßt den Resonator über den teildurchlässigen Spiegel.

## 2.0 Gefahren und Schutzmaßnahmen

Aufgrund der hohen Energiedichte sind Auge und Haut besonders gefährdet. Das Auge kann bereits durch schwache Laserstrahlung geschädigt werden, da der Laserstrahl durch die Augenoptik fokussiert wird. Dadurch wird die Energiedichte weiter erhöht. Abbildung 6 zeigt schematisch diesen Zusammenhang.

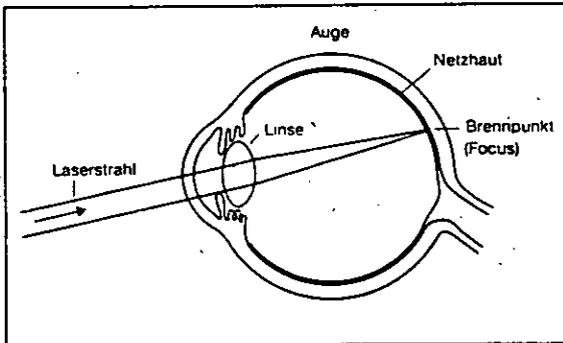


Abb.6: Fokussierung des Laserstrahles im Auge.

Gefährdungen für Patienten, Anwender und Dritte:

- unvollständige oder unvorschriftsmäßige Abschirmung und Kennzeichnung des Laserbereiches
- defekte Schutz-, Warn- und Überwachungseinrichtungen
- schadhafte Anschluß- und Hochspannungsleitungen
- Bruch des Lichtleiters infolge zu großer Biegebeanspruchung
- Fehlfunktion von elektr. und mech. Einstell- und Schaltteilen
- Reflexionen des Laserstrahles an spiegelnden Oberflächen
- unbeabsichtigtes Auslösen des Lasers

Zusätzliche Gefährdungen für Anwender und Hilfspersonal:

- Nichtbenutzen von Schutzvorrichtungen
- Einbringen von Körperteilen in den Strahlengang

Zusätzliche Gefahren für den Patienten:

- zu hohe Leistungsdichte, zu lange Expositionszeit
- Zünden von brennbaren Materialien und die damit verbundene Verunreinigung des OP-Bereiches
- Zünden brennbarer Gase und Dämpfe im Körperinneren
- Verwendung unsteriler Anwendungsteile

Die Schutzmaßnahmen betreffen folgende Bereiche:

- Gerätekonstruktionen und -design

Im Lasergerät selbst sind Schutzeinrichtungen implementiert.

Die folgende Abbildung zeigt eine sogenannte "Sicherheitskette".

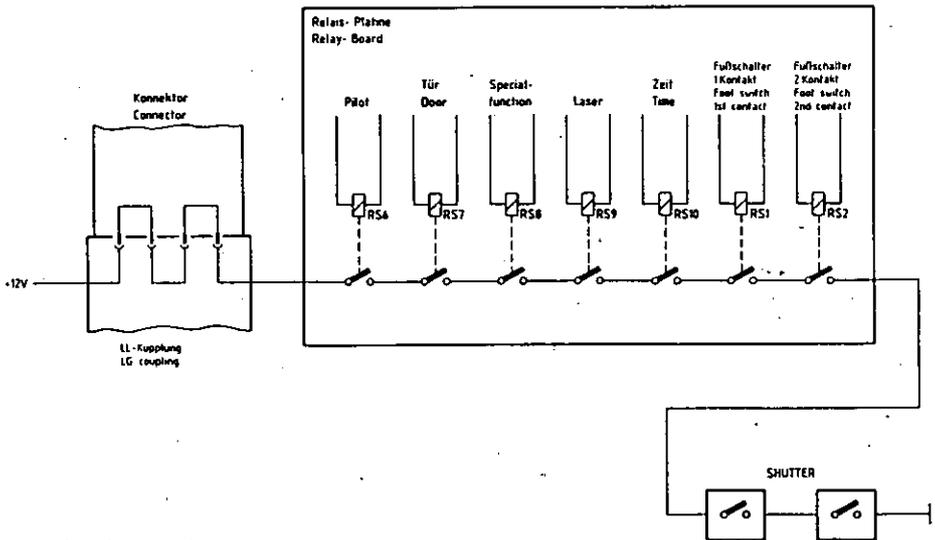


Abb.7: "Sicherheitskette" in einem Laser

Erst, wenn alle Elemente der Kette durch den Anwender quittiert sind, kann die Emission der Strahlung erfolgen.

Ebenso werden die im Gerät befindlichen Sensoren durch die Software permanent überwacht.

Der Mikroprozessor selbst wird durch einen Watchdog überwacht.

Das Gerät ist als Lasergerät durch Laser-Warnschilder gekennzeichnet.

#### - Bauseitige Maßnahmen:

Der Gefahrenbereich muß augenfällig durch Laser-Warnschilder gekennzeichnet werden.

Ebenso muß eine Warnleuchte am Gefahrenbereich angebracht werden. Die Installation eines Türkontaktschalters kann ebenso vorgesehen werden.

#### - Personenbezogene Maßnahmen:

- Tragen einer der Laserstrahlung entsprechenden Schutzbrille

- unmittelbar vor dem Einschalten des Lasers, die im Laserbereich Anwesenden warnen

- Laserbereich von brennbaren Stoffen freihalten

- bei Explosionsgefahr brennbarer Gase und Dämpfe im Körperinnern Spülgas verwenden

- Faserende vor Verunreinigungen schützen

- jährliche Sicherheitsbelehrung durchführen

- Druckgasflaschen für die Spülung gegen Unfälle sichern

### 3.0 Eigenservice oder Fremdservice?

Bei Neuanschaffungen stellt sich jedesmal die Frage: Kann das Krankenhaus selbst die Betriebssicherheit und Verfügbarkeit dieses Gerätes durch Eigenservice sicherstellen?

Bei Lasergeräten der Laserklasse 4 erscheint diese Frage nicht einfach. Der Hersteller bietet meist auf die Klinik zugeschnittene Serviceleistungen an. Diesen Monats- oder Jahresbeiträgen müssen nun die Kosten und Aufwendungen für Eigenservice der Klinik entgegengestellt werden, davon abgesehen, daß jeder Betreiber eines Lasergerätes einen Lasersicherheitsbeauftragten bestellen und ausbilden lassen muß. Dieser Laserbeauftragte könnte z.B. durch die Ausbildung im Herstellerwerk für jene Laser autorisiert werden, die Betriebssicherheit sicherzustellen (Kosten für 1 Woche Ausbildung ca. DM 1.000,-). Zu dem erworbenen Wissen und Können folgen Kosten für Werkzeuge, spezielle Vorrichtungen und Meßgeräte, die unabdingbar sind, um die Lasereinrichtung nach den Regeln der Technik warten und reparieren zu können.

Diese einmaligen Kosten - grob geschätzt - belaufen sich auf ca. 10 TDM. Im Falle eines technischen Defektes müssen häufig Baugruppen oder Bauteile erneuert werden. Die hierfür entstehenden Kosten sind bei Eigen- und Fremdservice gleich. Bei Eigenservice entstehen zusätzlich Kosten durch die Beschaffung und deren Dauer. Hierunter leidet aber die Verfügbarkeit des Gerätes.

Eine Lösung wäre, einen Gerätebeauftragten zu ernennen, ihn im Herstellerwerk auf die sichere Bedienung und Handhabung, besonders auch auf die Pflege und den machbaren Teil der Instandhaltung schulen zu lassen. Hierbei erfährt er auch das Wissen und die Fähigkeit, Dritte in der Bedienung des Gerätes zu unterweisen, was sich sehr schnell als Vorteil herausstellen wird, denn Personalwechsel in der Klinik wird schnell und häufig vollzogen. Der Vorteil dieses Gerätebeauftragten liegt auch noch auf der technischen Seite. Den Fehler erkennen und richtig lokalisieren hilft Zeit und Geld sparen. Den richtigen Ansprechpartner bei Gerätefehlern zu haben, ist für alle Beteiligten wichtig.

Die Geräteverfügbarkeit kann aber in erster Linie durch den Benutzer sichergestellt werden: durch sichere Bedienung, vorsichtige Handhabung und gute Pflege.

#### 4.0 Pflege und Sterilisation

##### Gerätepflege

Das Lasergerät sollte vor und nach jeder Anwendung mit einem Desinfektionsmittel oder 70%-igem Alkohol gereinigt werden. In die Geräteöffnungen und optischen Komponenten dürfen aber keinesfalls Flüssigkeiten eindringen.

Überprüfen auf Verschmutzung der Linsen im Powermeter und im Lichtleiter-Konnektor sowie die Sauberkeit des Adapters ist wichtig. Optische Teile sind mit einem geeigneten Linsenreinigungstuch vorsichtig zu reinigen.

##### Reinigen und Sterilisieren von Zubehör

Lasierzubehör kann mit den herkömmlichen Methoden EF, dampf- oder gassterilisiert werden (vorzugsweise in den dafür vorgesehenen Steriboxen).

Bei Dampfsterilisation von Lasersonden würde Wasser in das LL-System eindringen und diese zerstören.

## 5.0 Einweisungen

Der Träger der medizinischen Einrichtung ist dafür verantwortlich, daß Geräte der Gruppe 1,3 und 4 nur von Personen angewendet werden, die Gewähr für eine sachgerechte Anwendung bieten.

Zusätzlich müssen diese Personen bei Geräten der Gruppe 1 und 3 anhand der Gebrauchsanweisung im Einzelfall besonders geschult werden.

Die Einweisung muß von Personen durchgeführt werden, die ausreichende Kenntnisse und praktische Erfahrung im Umgang mit den Geräten besitzen (§ 10 MedGV). In Frage kommen z.B. Ärzte, aber auch Mitarbeiter der Herstellerfirmen und sonstige fachkundige Personen.

Der Umfang der Einweisung hat sich auf folgende Bereiche zu erstrecken (§ 4 Abs. 1 MedGV):

- Verwendungszweck
- Funktionsweise
- Kombinationsmöglichkeiten mit anderen Geräten
- Reinigung
- Desinfektion
- Sterilisation
- Zusammenbau
- Funktionsprüfung
- Verhalten bei Störungen

In Anlehnung an die VBG 93 ist vom Betreiber ein Laserschutzbeauftragter zu bestimmen, der für die Einrichtung und Einhaltung der Schutzmaßnahmen erforderlich ist.

### Quellen:

- Dr.F.Frank: Laseranwendung in der Medizin (MBB-Firmenveröffentlichung)
- Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung:  
Sichere Technik in der Medizin
- VBG 93 "Laserstrahlen"
- Medizingeräteverordnung

Anschrift des Verfassers:

Richard Paulus  
MBB Medizintechnik GmbH  
Rosenheimer Landstraße 129  
8012 Ottobrunn

## Eigeninstandhaltung und Fremdservice Patientenmonitoring-Systeme

---

Das Krankenhaus steht heute vor der Aufgabe, seine Dienstleistungen mit medizinischen Geräten unter den Prämissen Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Funktionalität und Betriebsbereitschaft über 365 Tage zu gewährleisten.

Der Monitorhersteller steht vor der Aufgabe, ein leistungsfähiges, zukunftsorientiertes sowie preiswürdiges und sicheres Monitoringsystem zu liefern.

Für diese Systeme bieten die Hersteller eine Serviceorganisation, deren oberstes Ziel die Kundenzufriedenheit ist. Dies kann aber nur erreicht werden, wenn Servicequalität und Angebot den Erwartungen und Anforderungen des Krankenhauses gerecht werden oder diese gar übertreffen.

Die vorgenannten Ziele von Krankenhaus und Hersteller können nur gemeinsam durch partnerschaftliche Zusammenarbeit erreicht werden.

Bei der Auswahl eines neuen Monitoringsystems sollten, bedingt durch die angespannte wirtschaftliche Situation der Krankenhäuser, nicht nur die Anschaffungskosten, sondern auch die Folgekosten über den gesamten Betriebszeitraum ermittelt und durch den Hersteller transparent gemacht werden, denn diese Kosten sind für die Beurteilung eines neuen Systems genauso wichtig wie die Anschaffungskosten.

Die nicht unerheblichen Folgekosten setzen sich aus den Instandhaltungskosten, sowie den verbrauchsabhängigen Aufwendungen zusammen.

Die Instandhaltungskosten beinhalten die reinen Reparaturkosten, sowie die Aufwendungen für Wartungen und sicherheitstechnische Kontrollen.

Die Instandhaltungskosten hängen stark von der Qualität und der Fehlerhäufigkeit eines Systems ab. Die Reparaturdauer und der Materialeinsatz hängen ab von Konstruktion und Servicefreundlichkeit des Gerätes, d.h. dem Austauschen von Leiterplatten oder einzelnen Komponenten wie Sicherungen, Schalter, oder Speicherbausteinen.

Die Reparaturzeit setzt sich aus der Zeit für die Fehlerlokalisierung und der Fehlerbehebung zusammen, wobei der größte Aufwand sicherlich die Fehlerdiagnose ist. Die Diagnosezeit ist stark von der Qualifikation des Servicetechnikers, sowie den zur Verfügung stehenden Meßmitteln abhängig. Auch spielt die persönliche Erfahrung mit der installierten Basis eine große Rolle.

Instandhaltungskosten	=	Fehlerhäufigkeit	*	Materialkosten	+	Lohnkosten
		Qualität technische Verbesserungen		Platinen Einzelteile Updatekosten Baugruppen		Diagnosezeit Reparaturzeit Meßmittel Erfahrung Anfahrtskosten Stundensatz Sicherheitstechnische Kontrollen

Hieraus ist ersichtlich, daß der Stundensatz, der oft als Vergleich bei den Mitbewerbern herangezogen wird, nur ein kleiner Faktor der Instandhaltungskosten ist. Erst wenn alle Faktoren wie Fehlerhäufigkeit, durchschnittliche Reparaturzeit und Materialkosten berücksichtigt werden, wird der Stundensatz aussagefähiger.

Die verbrauchsabhängigen Aufwendungen sind z.B. Kosten für Patientenleitungen, Registrierpapier, Meßwertaufnehmer für die Sauerstoffsättigung und den invasiven Blutdruck, sowie sehr teure und hochempfindliche Sensoren für den Hirndruck und den transcutan gemessenen Sauerstoffpartialdruck.

Da die Folgekosten keine unbekannte Größe bleiben sollten, müssen diese als wichtiges Entscheidungskriterium im Auswahlprozess für ein Monitoringsystem berücksichtigt werden.

Damit die Folgekosten kalkulierbar bleiben, bedarf es einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Krankenhaus und Hersteller, sowie eines Monitoringsystems bei dem die Servicebelange bereits bei der Entwicklung ausreichend berücksichtigt werden.

Daher sind einige Anforderungen an das Monitoringsystem unerlässlich.

### Anforderungen an ein Monitoringsystem:

- einheitliche Hardwareplattform für alle Monitortypen einer Gerätegeneration

Dadurch reduzieren sich die Lagerhaltungskosten auf ein Minimum. Die Platinen sollten untereinander austauschbar sein, z.B. Bettmonitor, Zentrale, Arztterminal sowie von Laborterminals.

- einfache Fehlererkennung am Monitor, ohne aufwendige Meßmittel

Auf Leiterplattenebene muß ein Service vom technischen Servicezentrum des Krankenhauses möglich sein. Erreicht wird dies durch eine Fehleranzeige direkt auf der Platine, da im Fehlerfall eine Anzeige im Bildschirm nicht immer funktioniert. Beispiel: Zustandsanzeige über 3 Leuchtdioden (LED)

1. LED = Watchdog (Wachhund)
2. LED = lokaler Fehler
3. LED = globaler Fehler

- Software-Update/Upgrade des Monitors mit einem Service/PC (Laptop) direkt über das Netzwerk.

Aufgrund von technischen Weiterentwicklungen, Softwarefehlern oder spezifischen Kundenwünschen muß der Hersteller schnell reagieren können, ohne durch zeitintensives Öffnen aller Geräte die Software zu tauschen. Ein Software-Update sollte nur einige Minuten in Anspruch nehmen.

- Selbsttestfunktionen am Monitor

Der Selbsttest eines Monitors sollte so ausgelegt sein, daß alle Module einschließlich aller Eingangsstufen mit überprüft werden. Dieser Test sollte von jedem Anwender leicht durchführbar sein.

- Jede Signaleingangsstufe sollte aus Sicherheitsgründen mit einem eigenen Floating-Input (Stromversorgung) ausgerüstet sein.

Z.B. darf durch einen schadhafte Druckaufnehmer nicht ein ganzes Modul (vor allem Multimodule) blockiert werden, sondern jeweils nur ein Eingang.

- Aus Sicherheitsgründen sollte ein Netzwerk gewählt werden, das auf der Basis eines Bussystems arbeitet, z.B. Ethernet. Bei diesem Bussystem sind alle Teilnehmer an einem gemeinsamen Übertragungsmedium (einfaches 50 Ohm Koax Kabel) angeschlossen, das sich selbst passiv verhält. Jeder Teilnehmer (Monitor) kann seine Information beliebig anderen Teilnehmern (Patientenzentrale)

zukommen lassen, ohne daß eine zentrale Steuereinheit eingreift. Dadurch wird eine sehr hohe Systemsicherheit erreicht, da beim Ausfall eines Monitors die Gesamtanlage nicht beeinflusst wird. Ein weiterer Vorteil des Bussystems ist die hohe Datentransferrate und die Möglichkeit des flexiblen Ausbaus der Netzstruktur.

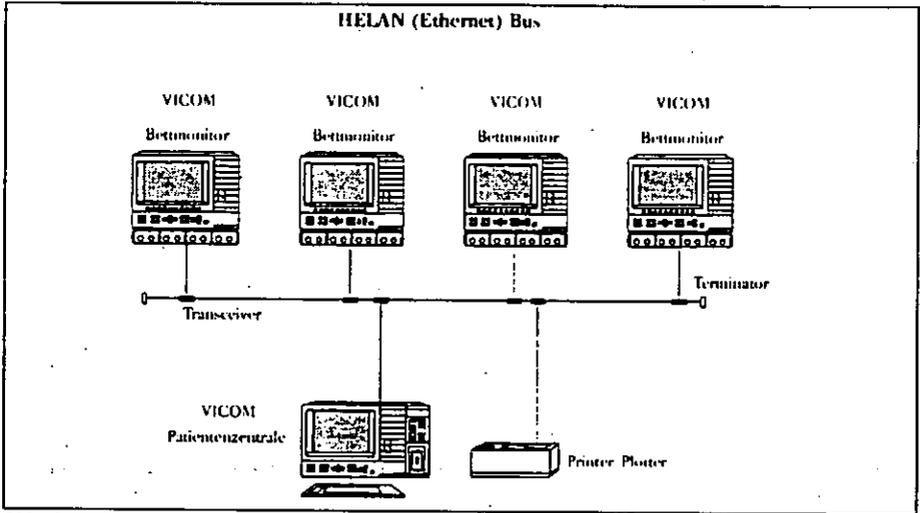


Abb. 1

Bei einem sternförmigen Netzwerk laufen alle zu übertragenden Daten über eine zentrale Steuereinheit. Diese koordiniert die Übertragung und ist somit der Schwachpunkt im Netzwerk. Ihr Ausfall bedeutet den Ausfall des gesamten Netzwerkes.

( Siehe Abb. 2 )

Ein ringförmiges Netzwerk verhält sich ähnlich, da beim Ausfall eines Teilnehmers keine geregelte Kommunikation im Netz mehr möglich ist. Jedoch kann hier der Mangel durch zusätzliche Hilfseinrichtungen (Doppelring) in Grenzen gehalten werden.

( Siehe Abb. 3 )

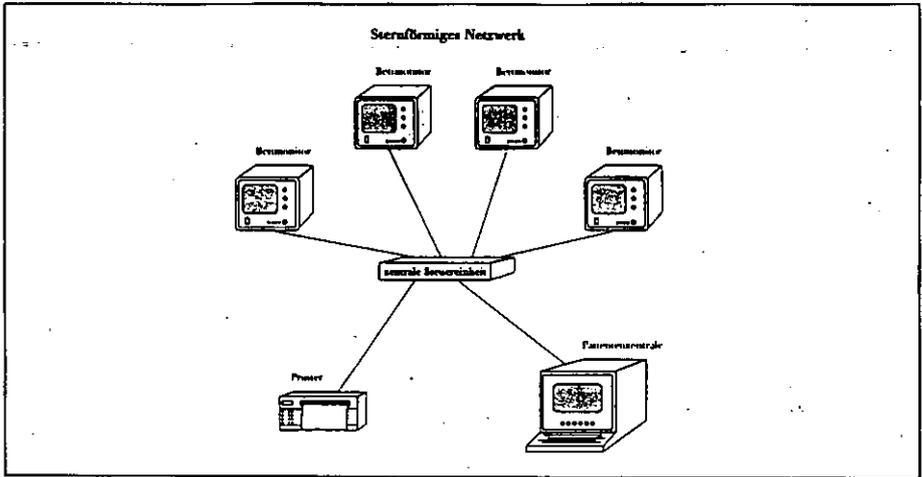


Abb. 2

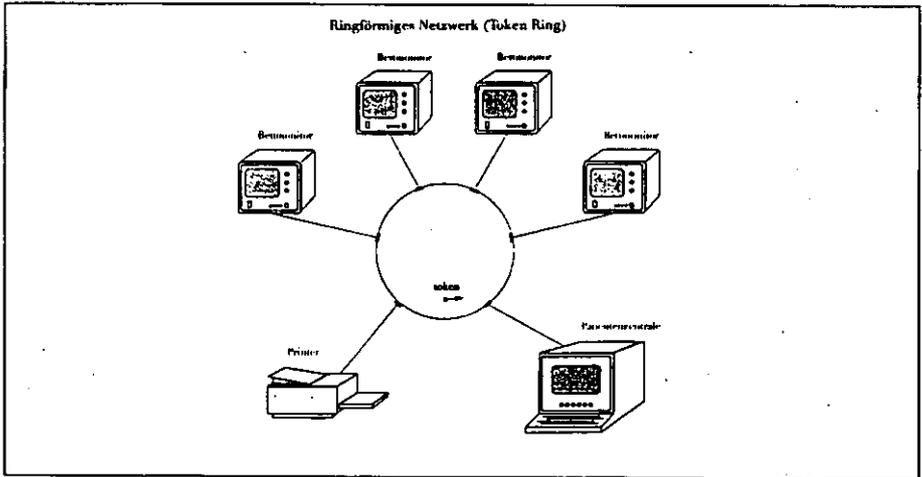


Abb. 3

- Mit einem kostengünstigen Service-PC (Laptop) sollte eine Anlage komplett mit dem Netzwerk überprüft werden können.

Dazu ist es erforderlich, daß alle Geräte eine interne Fehlerstatistik durchführen und diese in einem Logbuch eingetragen werden, so daß dieses auch während des Betriebes ausgelesen werden kann. Das heißt, alle Geräte registrieren ihre Fehler, auch solche, die im Hintergrund ablaufen, getrennt für jede Platine. Dieses Logbuch muß auch beim Totalausfall eines Gerätes gelesen werden können. Dadurch ist es möglich, auch sporadisch auftretende Fehler, die sonst nur schwer oder kostenintensiv lokalisiert werden können, zu erkennen und so die Zeit zur Fehlerdiagnose erheblich zu reduzieren.

Alle diese Anforderungen an das Monitoringsystem tragen dazu bei, die Sicherheit des Systemes zu erhöhen, jedoch die Fehlerhäufigkeit und die Zeit zur Fehlerdiagnose zu verringern und somit die Instandhaltungskosten zu senken. Weiterhin wird dadurch das Reparaturverfahren vereinfacht und somit auch die Möglichkeit zur Eigeninstandhaltung durch ein technisches Servicezentrum gegeben.

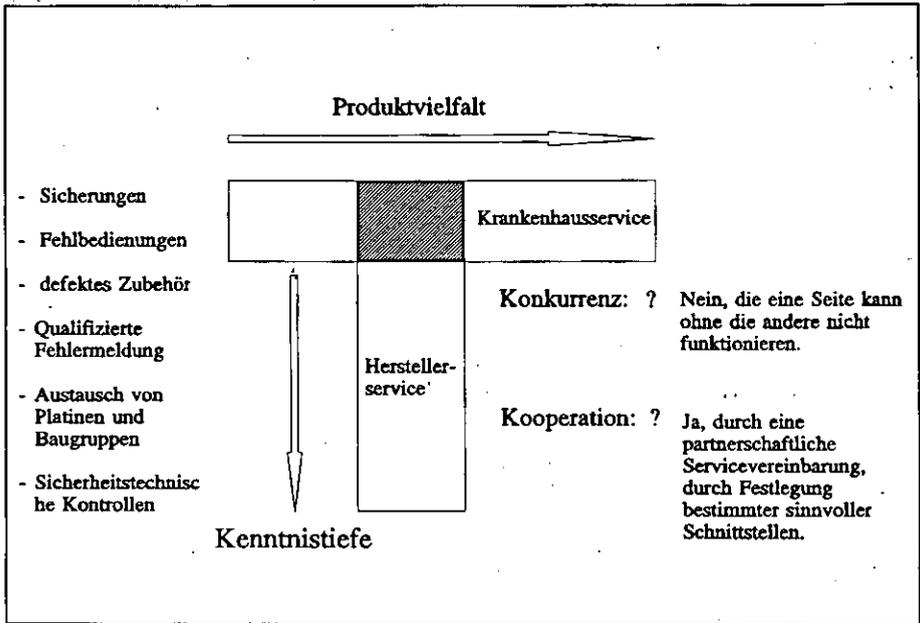
Um eine hohe, sichere und zugleich kostengünstige Verfügbarkeit des Systemes zu erreichen, bietet sich eine Kundendienstvereinbarung mit dem Hersteller an, denn nur beide im Verbund sind in der Lage, dieses Ziel zu erreichen.

Seit Inkrafttreten der MedGV, wurden den Betreibern von medizinischen Geräten, klare Auflagen erteilt (sicherheitstechnische Kontrollen, Geräteeinweisungen). Viele Krankenhäuser haben daraufhin eigene Service-Zentren eingerichtet, die je nach Größe und Ausstattung Reparaturen und sicherheitstechnische Kontrollen selber durchführen.

Der Umfang dieser Eigenleistungen wird in einer Servicevereinbarungen festgelegt. Eine solche Vereinbarung kann alle Reparaturen und sicherheitstechnischen Kontrollen vorsehen, sowie die personelle Unterstützung des Hersteller-Kundendienstes beinhalten.

Der Hersteller übernimmt die Ersatzteilversorgung und die telefonische Unterstützung, sowie die technische Aus- und Weiterbildung durch ein Support-Zentrum. Bei Servicefällen die nicht vom Krankenhaus gelöst werden können, erfolgt die Unterstützung vom Hersteller-Service. Dieser ist durch die Servicevereinbarungen auch für das Software- Update verantwortlich, damit die Anlage immer auf dem neuesten Stand der Technik gehalten wird.

## Servicevereinbarungen:



### Beispiel für eine Servicevereinbarung:

- 10 % Durchführung von Kleinstreparaturen, z.B. Austausch von Zubehör, Sicherungen, Modulen
- 20 % Aktive Mithilfe bei Wartungsarbeiten und sicherheitstechnischen Kontrollen in Zusammenarbeit mit dem Hersteller Kundendienst
- 30 % Wartungsarbeiten und sicherheitstechnische Kontrollen werden selbstständig durchgeführt
- 50 % Fehlersuche und Reparatur, soweit dies durch Austausch von Platinen und Baugruppen möglich ist

Aus einem solchen partnerschaftlichen Vertrag ergeben sich Vorteile für den Betreiber als auch für den Hersteller.

Vorteile für den Betreiber:

- Kalkulierbare Kosten für das Budget
- Mitarbeiter des technischen Service-Zentrums können schneller vor Ort sein und kennen die Besonderheiten einer Anlage.
- Erhebliche Reduzierung der Folgekosten, je nach Stand des Eigenservices.

Vorteile für den Hersteller:

- Planbarer Technikereinsatz und damit Optimierung des Personalaufwandes
- Kontrolle über den Gerätezustand, Ausfallraten und Ursachen von Schwachstellen
- Kalkulierbare Jahreseinnahmen
- Servicetechniker werden durch die Reduzierung von Reisetätigkeiten produktiver

**Fazit:** Nur ein auf die jeweiligen Stärken abgestimmtes Miteinander sowie technische Grundvoraussetzungen beim Monitoringsystem helfen, die Folgekosten zu reduzieren.

Heinrich Wecker

PPG-Hellige

## Inkubatoren

J. Koch, Lübeck

### 1. Geräteanwendung und -bauart

#### 1.1. Stationäre Inkubatoren

In der Praxis, in der Normung und der Bauartzulassung werden stationäre und Transportinkubatoren voneinander unterschieden. Die stationären Inkubatoren werden normalerweise nur stationär an einem Ort zur Versorgung und Wärmetherapie von Früh- und Neugeborenen in der Klinik eingesetzt. Deshalb sind sie auch nur für die Versorgung mit Netzspannung ausgelegt.

Als Inkubatoren bezeichnet man solche Wärmetherapiegeräte, die zur Warmhaltung von Früh- und Neugeborenen um den Patienten herum ein sogenanntes Mikroklima erzeugen und dazu den Patienten durch eine transparente Haube von der Umgebung isolieren. Inkubatoren halten die kleinen Patienten überwiegend durch Konvektionswärme warm. Zur Verringerung der Strahlungswärmeverluste haben die Inkubatoren im Intensivpflegebereich oft Doppelwände. Zur Verringerung der Wärmeverluste und zur Erhöhung des Komforts wird bei einigen Inkubatoren der Warmluftstrom von der Liegefläche ferngehalten und nur an den äußeren Enden der Haube längsgeführt (Bild 1). Die Inkubatoren saugen ständig über einen Ventilator Frischluft aus der Umgebung an, die über einen Feinstaubfilter den größten Teil der Verschmutzung fernhalten und zu einer deutlichen Keimreduktion im Innern des Inkubators führen. Über diese Frischluftfilter werden ca. 30 L/min ständig angesaugt. Das ergibt ca. 50 m<sup>3</sup> pro Tag bzw. ca. 1500 m<sup>3</sup> im Monat! Diese Zahlen sollen verdeutlichen, daß ein regelmäßiger Austausch dieser Filter angebracht ist entsprechend den Angaben in der Gebrauchsanweisung.

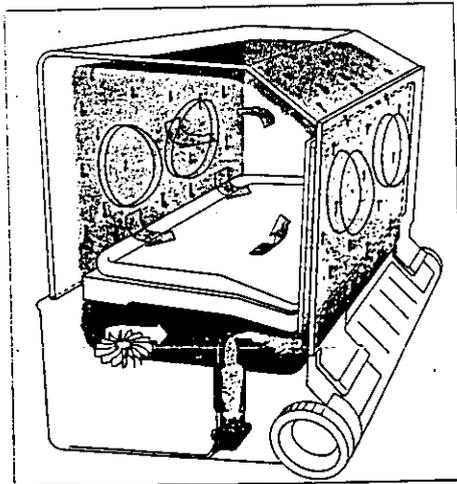


Bild 1: Luftführungssystem und Erzeugung des Mikroklimas  
im Incubator 8000 IC

Frühgeborene und Neugeborene können besonders in den ersten Lebenstagen sehr viel Wärme, bis zu 30 %, durch die Verdunstung von Wasser durch die Haut verlieren. Deshalb sind Inkubatoren in der Regel mit Befeuchtungseinrichtungen versehen. In der Vergangenheit bestanden diese Befeuchter aus einfachen Wasserbädern, über die die erwärmte Luft strich. Dieses stand oft in der Kritik aus hygienischer Sicht, weil sich unter diesen warmen Wasserbädern auch Keime besonders gut entwickeln. Moderne Inkubatoren vermeiden dieses Prinzip und befeuchten die Luft mittels der Verdampfung (Bild 2) von sterilem Wasser mit dem zusätzlichen Vorteil, daß die Befeuchtung damit auch kontrolliert und sogar geregelt werden kann.

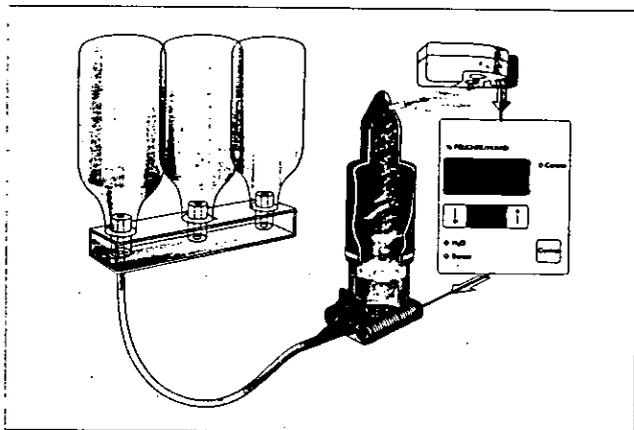


Bild 2: Elektronische Feuchteregelung mit hygrometrischem Messfühler beim Incubator 8000 IC

Intensivpflegebedürftige Früh- und Neugeborenen haben oft noch unterentwickelte Lungenfunktionen oder gar geschädigte Lungen. Deshalb werden diese Patienten oft beatmet. In vielen Fällen reicht jedoch auch eine Sauerstofftherapie aus, um dem Patienten die notwendige Oxygenierung zu ermöglichen. Dazu wird in vielen Fällen dem Inkubatorinnenraum Sauerstoff über einen Durchflußmengenmesser zugeführt. Die Sauerstoffkonzentration im Innenraum stellt sich nach einiger Zeit dann auf einen Wert ein, der ständig mit einem Sauerstoffmeßgerät gemessen werden sollte. Wegen der Gefahr einer Hirnschädigung durch zu wenig Sauerstoffangebot bzw. einer Augenschädigung (der retrolentalen Fibroplasie) durch ein zu hohes Sauerstoffangebot hat die Kontrolle der Sauerstoffkonzentration einen besonders hohen Stellenwert. Moderne Inkubatoren bieten hierzu eine komfortable und sichere Hilfe an, in dem die Sauerstoffzufuhr und -messung in den Inkubator integriert wurde und die Sauerstoffkonzentration geregelt wird. Das hat auch den Vorteil, daß z.B. beim Öffnen der Schwenkfenster die Sauerstoffverluste durch den Regler erfaßt und sofort nachgeregelt werden können. Außerdem ist mit solch einer Einrichtung eine Alarmgebung ermöglicht, die bei einer zu großen Abweichung von dem eingestellten Sollwert entsprechend warnt.

Zur regelmäßigen Inspektion gehört hier neben der Kontrolle der Meßeinrichtungen sowie der Sauerstoffzufuhr die Messung der Dichtheit bzw. die Sichkontrolle der Haube. Undichte Hauben erreichen bei konstanter Sauerstoffzufuhr nicht die gewünschte Sauerstoffkonzentration. Das sollte der Anwender nicht erst dann merken, wenn der Patient die hohe Dosierung benötigt! Die Undichtheit von Hauben kann durch beschädigte Hauben, Risse, defekte Dichtungen, zu große Spalte usw. verursacht sein. Eine gewisse Undichtheit ist allerdings erwünscht und wird zum Entweichen der ständigen Frischluftzufuhr benötigt. Sauerstoffmeßgeräte verwenden üblicherweise polariographische Sauerstoffsensoren, deren Lebensdauer begrenzt ist. Die Überprüfung dieser wichtigen Meßeinrichtung ist ein wichtiger Bestandteil jeder Inspektion und Inbetriebnahme.

Seit einigen Jahren werden Inkubatoren mit einer Höhenverstellung angeboten, die das gesamte Inkubatorgehäuse auf eine für den Anwender individuell angenehmen Arbeitshöhe stellt. Dieses ist aus ergonomischer Sicht ein wichtiger Gedanke, arbeitet doch die Intensivpflegeschwester über mehrere Stunden täglich an diesem Arbeitsplatz.

Ein weiteres Augenmerk ist auf die richtige Funktion der Anzeigen und Warneinrichtungen zu lenken und auf das Vorhandensein der richtigen Gebrauchsanweisung.

Die Schwenkfenster der Inkubatoren sind in den letzten Jahren immer weiter optimiert worden. Früher verwendete man oft sogenannte Irisblenden. Diese sind jedoch aus hygienischer Sicht und leider auch aus sicherheitstechnischer Sicht nicht zu empfehlen. An den Blenden ist nicht zuverlässig erkennbar, ob sie geöffnet bzw. vollständig verschlossen sind. Auch ist bekannt, daß ihr Mechanismus sehr schnell altern kann (Gummibänder) und deshalb keine zuverlässigen Schutz vor dem Herausfallen des Säuglings bietet. Schwenkfenster bieten hier konstruktiv bedingt eine höhere Sicherheit.

Der mechanische Zustand der Räder einschließlich der Bremsvorrichtungen ist regelmäßig zu überprüfen.

## 1.2. Transportinkubatoren

Transportinkubatoren müssen ihre vollständige Funktion auch während des Transports von Früh- und Neugeborenen gewährleisten. Die Beanspruchungen durch wechselnde hohe und tiefe Außentemperaturen und durch Schwingungen während des Transports sind völlig different zu der stationären Aufstellung von Inkubatoren. Während des Transportes muß die Energieversorgung der Geräte (Strom- und Gasversorgung) in ausreichendem Maße und mit hoher Zuverlässigkeit gewährleistet sein.

Die Heizung von Transportinkubatoren sind deshalb in der Regel sowohl mit normaler Netzspannung als auch mit Niedervolt-Gleichspannung aus Akkumulatoren betreibbar.

Der Ausfall solch eines Akkus während eines Transportes kann zu einem erheblichen Risiko für den Patienten werden. Hier ist der falsche Ort zum Sparen! Akkus lassen sich leider nicht zuverlässig bezüglich ihrer

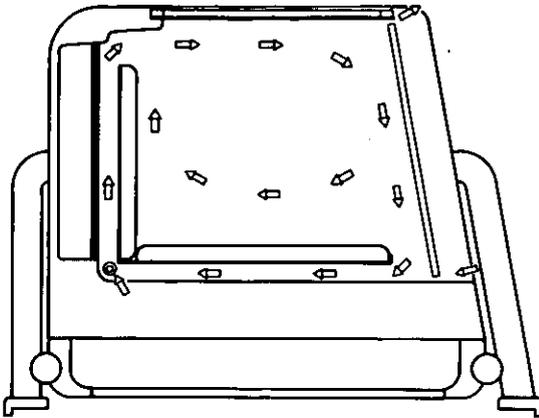


Bild 3 Luftführung des Transportinkubators TI 5400

Ladekapazität und Lebensdauer monitoren. Eine Anzeige der Ladespannung gibt nicht die erwünschte Information über die Ladekapazität an. Ein Bruchteil einer Sekunde später kann die Batterie schon einen Kurzschluss haben und überhaupt keinen Strom mehr liefern. Akkumulatoren haben nicht nur in Kraftfahrzeugen eine begrenzte Lebensdauer, die Anzahl der Entladungen ist je nach den Entlade- und Aufladebedingungen auf 300 bis 1000 begrenzt. Bei einer Klinik mit täglich einem Transport sollte solch ein Akkumulator schon nach einem Jahr ersetzt werden, spätestens jedoch nach 2 Jahren, um eine zuverlässige Stromversorgung zu gewährleisten.

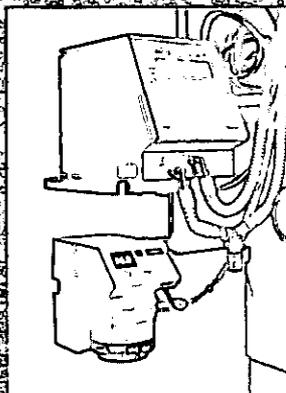
Es gibt auch hier erfindungsreiche Konstruktionen, die auf den Betrieb mit Batterien verzichten und die Wärmezufuhr aus einem Wärmespeicher vornehmen. Zum Beispiel die Konstruktion des TI 5300 mit einem Latentwärmespeicher hat sich in der Praxis als besonders zuverlässig herausgestellt.

Allerdings hat auch diese Technologie ihre Grenzen in der Regelbarkeit der Temperatur und der Speicherdauer. Für besonders kleine und unreife Patienten werden besonders hohe Inkubatortemperaturen benötigt, um Wärmeverluste zu vermeiden. Deshalb sind neuere Transportinkubatoren mit einem Temperaturregelbereich von 28 bis 39 °C vorgesehen (2) und arbeiten ebenso als Konvektionsinkubator wie die stationären Inkubatoren, mit oder ohne Ventilator (Bild 3).

Für die Sauerstoffversorgung zur Anreicherung des Innenraumes beziehungsweise zur Inhalation sind Vorrichtungen vorgesehen sowie eine ausreichende Gasversorgung mit Druckgasflaschen.

# Dräger

## Empfindsam



Leistungsstark, zuverlässig.  
Und doch so empfindsam,  
wie das junge Leben selbst.

### **Babylog 8000. Die neue Qualität in der pädiatri- schen Beatmung.**

Ein in das Y-Stück integrierter Flow-Sensor mißt und regelt die in- und expiratorische Atmung. Empfindsam, weil so der kleine Patient die Beatmung selbst steuert.

„Aquamod“. Ein Atemgas-Anfeuchterkonzept mit idealen Voraussetzungen der bedürfnisorientierten Patientenversorgung. Empfindsam mit Temperatur-Einstellbereichen von 0,5° C genau sowie einer Anfeuchtung von mehr als 95 % relativer Feuchte bei jedem eingestellten Flow.

Mehr erfahren Sie direkt  
von Dräger.

Drägerwerk AG, Lübeck  
Medizintechnik  
Telefon (04 51) 8 82-36 86  
Telefax (04 51) 8 82-37 67

**Dräger.**  
**Technik für das Leben.**

Bei Intensivtransporten wird der Patient heute automatisch beatmet. Dazu ist in dem Transportinkubator ein Beatmungsgerät mit einem Gasmischer integriert. Zur Vorbereitung der Beatmung wird eine Absaugung benötigt, um die Atemwege von Sekreten zu säubern. Deshalb ist an vollständig ausgerüsteten Transportinkubatoren eine Absaugereinheit angebracht.

Für das Kreislauf-Monitoring des Patienten werden während des Transportes normalerweise EKG-Monitore verwendet, die eine Ableitung aufzeichnen und die Herzfrequenz anzeigen und akustisch mitteilen. Die Pulsoxymetrie hat auch in das Transportmonitoring Eingang gefunden und gibt eine wichtige Information über den Zustand der Oxygenierung an.

Transportinkubatoren werden innerhalb der Klinik auf Fahrgestellen transportiert, die normalerweise für Tragen zur Verfügung stehen. Inzwischen gibt es auch einklappbare Fahrgestelle, die sowohl im Rettungswagen als auch auf dem Wege von und zu dem Rettungswagen verwendet werden können und den Pflegern eine erhebliche Last abnehmen, wiegen doch solche kompakten Intensivpflegeplätze gut und gerne über 100 kg. Diese Fahrgestelle bedürfen einer besonderen Aufmerksamkeit. Der Mechanismus, der das Zusammenfallen des Fahrgestells bewirkt und darf nicht unbeabsichtigt auslösbar sein mit der Folge, daß das Fahrgestell zusammenfällt

Während des Transportes von den kleinen Patienten können erhebliche Schwingungsbeanspruchungen stattfinden, sei es durch das Überfahren von Schwellen und Unebenheiten im Krankenhaus oder durch die Stöße und Schwingungen in den Transportfahrzeugen. Unsere kleinen Patienten sind gegenüber äußeren Einwirkungen besonders empfindlich! Deshalb sollten Transporte nur in solchen Fahrzeugen ausgeführt werden, die mit Einrichtungen zur Schwingungsreduzierung ausgestattet sind, wie die RTW mit entsprechenden Schwingtischen.

Zur Schwingungsreduzierung des Transportinkubators haben wir eine zusätzliche Federung zwischen das Tragegestell und dem Inkubatorgehäuse eingebaut, die ähnlich wie die Sitzfederung des Kraftfahrzeuges ausgelegt ist und vor hohen Stoßbeanspruchungen und höheren Schwingungsfrequenzen schützt.

## 2. Gefahren und Schutzmaßnahmen

Ein wichtiger Bestandteil jedes Inkubators ist der Regelthermostat, der die Aufgabe hat, die Temperatur im Innenraum auf dem gewünschten Einstellwert zu halten. Aus Sicherheitsgründen muß jeder Inkubator mit einem unabhängigen Sicherheitsthermostaten ausgerüstet sein, der im Falle eines Ausfalls des Regelthermostaten gefährliche Übertemperaturen verhindert. Falls es zu einer zu hohen Temperatur im Innenraum kommt, muß eine entsprechende Warnung erfolgen.

Eine weitere mögliche Gefahr tritt dann auf, wenn die Lüftung unterbrochen ist und sich möglicherweise im Innenraum zu hohe Temperaturen ergeben können, die vom Thermometer nicht erfaßt werden. Deshalb wird in der Norm gefordert, daß bei Ausfall der Luftströmung eine Alarmierung erfolgt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Möglichkeit des Stromausfalls, zum Beispiel durch Unterbrechung des Netzkabels usw. Hierfür ist eine entsprechende Netzausfallalarmgebung bei den stationären Inkubatoren bzw. eine optische Erkennung bei den Transportinkubatoren gefordert. Die routinemäßige Kontrolle dieser Warnung sollte zu jeder Inbetriebnahme eines Inkubators sowie der halbjährlichen Inspektion gehören. Dabei ist zu berücksichtigen, daß einige Netzausfallalarms mit Batterien oder wiederaufladbaren Akkumulatoren arbeiten, deren Lebensdauer begrenzt ist und rechtzeitig ausgetauscht werden müssen.

Bei allen Verschlüssen und Scharnieren im Bereich der Schwenkfenster, Frontklappen usw. handelt es sich bedingt durch den ständigen Gebrauch um Verschleißteile. Deshalb ist es besonders wichtig, diese Mechanismen auf ihr einwandfreie Funktion ständig zu überprüfen. Die halbjährliche Inspektion reicht dazu nicht aus. Hier ist auch das Pflegepersonal aufgefordert, ein ständiges Augenmerk auf die sichere Funktion zu setzen.

Die zur Aufrechterhaltung der Konvektionsströmung dienenden Lüfter können erhebliche Geräusche erzeugen. Unsere Patienten liegen in Inkubatoren in der Regel mehrere Tage bis mehrere Wochen. Deshalb ist ein niedriges Grundgeräusch sehr wichtig. Die DIN (1) fordert einen Grundschallpegel kleiner 60 dB(A). Seit mindestens 15 Jahren sind unsere Inkubatoren mit Lüftern ausgestattet, deren Geräusch unterhalb 50 dB(A) liegen. Während des Dauerbetriebes können durch Verschleiß der Lager oder anderer Einflüsse diese Geräusche deutlich ansteigen. Deshalb ist bei der Wartung auf den guten Zustand der Lüftung einschließlich der Lagerung des Motors zu achten.

Von der elektrischen Sicherheit ist es wichtig, daß der Inkubator eine gute Isolierung der Netzspannung zu den berührbaren Teilen des Gerätes hat. Auch eine Isolierung unterliegt der natürlichen Alterung oder Verschmutzung. Deshalb ist es erforderlich, diesen Veränderungsprozeß zu verfolgen und zu dokumentieren, um rechtzeitig Fehlermöglichkeiten zu erkennen und Gefahren auszuschließen. Dazu muß regelmäßig eine Messung des Ableitstromes im Rahmen der Inspektion erfolgen. Ebenfalls im Rahmen der Inspektion ist der Schutzleiterwiderstand zu überprüfen.

Moderne Inkubatoren sind heute mit der Mikroprozessor-Technik ausgerüstet und bieten nicht nur in der therapeutischen Funktion und Alarmierung weitere, früher undenkbare Möglichkeiten, sondern auch und besonders in der Überwachung des Gerätes und seiner sicherheitsrelevanten Funktionen, wenn es entsprechend konstruktiv vorgesehen wurde. So kann heute bei solch einem Inkubator erkannt werden, ob ein Schaltrelais die Heizung auch wirklich ausgeschaltet hat, wenn sie ausgeschaltet sein soll. Der Abschaltvorgang kann gestört sein, z.B. beim Verkleben von Kontakten und Durchbrennen von Triacs. Über das seriell geschaltete Sicherheitsrelais läßt sich dann der gesamte Heizkreis ausschalten und das Gerät in den sicheren Zustand überführen.

Viele Funktionen der halbjährlichen Inspektion sind so von dem Prozessor in regelmäßige Kontrollroutinen übernommen worden, die zum Teil im Minuten- oder sogar im Sekundentakt ablaufen. Weiterhin sind solche Prozessoren in der Lage, alle in der Zeit zwischen der letzten Inspektion aufgetretenen Fehler, Alarms, Besonderheiten usw. aufzulisten. Auch gibt es für einige Geräte besondere Servicemodes, in denen sich bestimmte Betriebszustände, z.B. das Ein- und Ausschalten von bestimmten Funktionen elegant durchführen bzw. simulieren lassen.

Die Anzeige der Innenraumtemperatur hat einen besonders hohen Stellenwert, weil die Temperatur der Luft unmittelbar die Wärmezufuhr bzw. -abfuhr des Patienten beeinflusst und ihn aufwärmen oder abkühlen kann. Deshalb kommt der Genauigkeit der Messung natürlich eine besondere Bedeutung zu. Inkubatoren sollten regelmäßig dahin kontrolliert werden, ob die Lufttemperatur 10 cm über der Mitte der Liegefläche mit der Anzeige übereinstimmt, wobei Temperaturdifferenzen bis zu 1.5 °C erlaubt sind.

### 3. Einweisungen

Eine wichtige Voraussetzung für den richtigen Umgang mit Inkubatoren ist ein gut fundiertes Wissen über die Wärmetherapie der kleinen Patienten und über die Funktion der Geräte. Deshalb verlangt die deutsche MedGV in § 9 Nr. 2 (3) bei der Übergabe des Gerätes eine Einweisung des verantwortlichen Betreibers, um Gefahren durch falschen Gebrauch und Fehlbedienung auszuschalten.

Zum besseren Verständnis dieser Einweisung und der Möglichkeit des nachträglichen Studiums bieten einige Hersteller für ihre Geräte sogenannte "Einweisungshilfen" an, in denen zusätzlich zu der Gebrauchsanweisung kompakte und verständliche Informationen für den Anwender aufbereitet sind.

Weiteres wichtiges Hintergrundwissen sollte über die Reinigung und Desinfektion der Inkubatoren gegeben werden, um Kreuzinfektionen zu verhindern und hygienische Probleme in der Klinik zu reduzieren. Auch der Krankenhaustechniker sollte sich dieser Frage auch zu seinem eigenen Schutz widmen und vor und nach der Inspektion und Wartung eines Gerätes die entsprechenden Maßnahmen ergreifen!

#### Literatur:

- (1) DIN VDE 0750 Teil 212, stationäre Inkubatoren, Besondere Festlegungen für die Sicherheit
- (2) DIN VDE 0750 Teil 217, Transportinkubatoren, Besondere Festlegungen für die Sicherheit
- (3) Medizingeräteverordnung (MedGV), Bundesrepublik Deutschland, 1987

#### Verfasser:

Dr. Ing. Jochim Koch  
c/o Drägerwerk AG  
Postfach 1139  
2400 Lübeck 1

## Endoskope

- Anwendungen und Aufbau von Endoskopen
- Gefahren und Schutzmaßnahmen
- Wartung, Lagerung und Pflege

Endoskope finden in immer mehr medizinischen Disziplinen Verwendung. Besonders der Wandel hin zur "minimal invasiven Chirurgie" hat in den letzten 2 Jahren bei Chirurgen, Internisten, Gynäkologen und Urologen die Endoskopie noch weiter in den Vordergrund gerückt.

So werden einst "offene" Operationen jetzt mit dem Endoskop durchgeführt. Vorteile endoskopischer Operationen wirken sich besonders für den Patienten aus. Anstelle von großen Schnitten treten z.B. in der Laparoskopie kleine Einstiche. Die präoperative Phase verkürzt sich auf zumeist ein bis zwei Tage und die Rekonvaleszenzzeit verringert sich z.B. bei einer Cholezystektomie von vier bis sechs auf nur eine Woche im Mittel. Die verkürzte Verweildauer im Krankenhaus senkt die Kosten für die Krankenkassenträger.

In vielen Bereichen der Endoskopie haben sich nach konsequenter Weiterentwicklung und Verfeinerung der Instrumententechnik neue endoskopische Operationen standardisiert, so daß daraus routinemäßige Eingriffe im Krankenhausalltag entstanden.

Hier sind besonders für die Chirurgie die endoskopischen Operationen an der Galle, Blinddarm und Leistenhernien zu nennen. Andere laparoskopische Verfahren wie Operationen im Bereich von Lunge, Magen, Niere und Darm verbreiten sich zunehmend und werden sicher in Kürze auch als Standardmethoden Zuspruch finden.

Durch Minimierung im Außendurchmesser der Instrumente, sind in vielen Bereichen neue Möglichkeiten für endoskopische Anwendungen geschaffen worden. Hierbei besonders erwähnenswert ist die Harnleiter-, Gefäß- und Gelenkendoskopie.

In der Ureteroskopie, der Harnleiterendoskopie, werden Endoskope mit Bildfaseroptik eingesetzt. Eine gute Detailerkennbarkeit des Objektes ist gewährleistet durch eine hohe Anzahl von ultradünnen geordneten Glasfasern von unter 8 Mikron Einzeldurchmesser. Im Gegensatz zum flexiblen Bildfasersystem sind vergleichbare starre Glaslinsensysteme erheblich dicker.

Hatten herkömmliche Ureteroskope mit Glaslinsensystem noch 11 Charrière Umfang, ist ein vergleichbares Instrument mit Bildfasertechnik nur noch 8 Charrière dick. Bildfasern verhindern zudem bei diesen recht langen und dünnen Instrumenten den sogenannten "Halbmondeffekt".

Durch unumgängliche leichte Verbiegungen des Instruments während der Operationen, können Glaslinsen aus der optischen Achse gebracht werden, so daß das Linsensystem nicht mehr die gesamten Bildinformationen zum Okular transportiert. Der Betrachter sieht einen "Halbmond".

Der Außendurchmesser flexibler Endoskope konnte so minimiert werden, daß dieser nur noch 1 mm beträgt. Solche Endoskope finden ihr ideales Einsatzgebiet in der Gefäßchirurgie.

In der Gelenkchirurgie kommen neuentwickelte "Selfoskope" bei der Endoskopie von besonders kleinen Gelenken zur Anwendung. Während in den meisten starren Endoskopen ein Stablinsensystem die Abbildung transportiert, besitzen "Selfoskope" einen einzigen selbst focussierten Glasstab als optisches System. Der Durchmesser einer Selfoskopoptik beträgt 1,2 mm bzw. 1,7 mm. In diesem Bereich können Optiken mit Stablinsentechnik nicht mehr hergestellt werden.

Auch die Videotechnik, beschleunigt durch Miniaturisierung und der Entwicklung leistungsfähigerer Chips, hat zu einer Verbreitung videounterstützter endoskopischer Eingriffe geführt.

In der Endoskopie ist die Endoskopkamera kaum noch wegzudenken. Operateur und ein bis zwei Assistenten operieren im Team via Monitor.

Jedes Glied in der "Videokette" bestehend aus Kamera, Monitor, Endoskopoptik, Lichtleitkabel und Lichtprojektor muß aufeinander abgestimmt und von hoher Qualität sein, um Bilder aus großen Hohlräumen wie etwa dem Abdomen oder Thoraxraum zu reproduzieren. Eine schnelle Lichtregelung, naturgetreue Farbwiedergabe, sowie hohe Auflösung von Kamera, Monitor und Optik sind hierfür Grundvoraussetzungen.

Moderne Laparoskope geben in Verbindung, mit der Endoskopkamera auf dem Monitor ein Bild in "Überformat" wieder. Das bedeutet, daß nicht wie gewohnt ein kreisrunder Ausschnitt zu sehen ist, sondern das Bild auf der gesamten Monitorfläche erscheint.

Begonnen hat das Zeitalter der Videoendoskope. Bei diesen Instrumenten ist der Chip zur Aufnahme des Bildsignals distal, d.h. am Ende des Endoskops angebracht. Derzeit können aufgrund der Größe des Chips nur Endoskope mit einem Durchmesser von über 10 mm, meist im Bereich der Gastroenterologie, eingesetzt werden.

In der Entwicklung befinden sich Systeme mit denen eine dreidimensionale Abbildung mit Hilfe einer Computerunterstützung auf dem Monitor erreicht wird.

Der Aufbau flexibler und starrer Endoskope wiederholt sich im allgemeinen für die verschiedenen Anwendungsgebiete. Einzelheiten und Unterschiede sollen nachfolgend aufgezeigt werden.

Fast alle Endoskope verfügen über folgende Grundelemente: optisches System zur Bildübertragung, Lichtleitfasern zur Beleuchtung, Spül- bzw. Arbeitskanal, Schaft- oder Trokarhülzensystem und Hilfsinstrumente.

Während die Optik bei starren Endoskopen in der Regel aus einem Stabliniensystem besteht, (abgesehen von den schon beschriebenen Selfoskopen und ultradünnen Uretroskopen) finden in flexiblen Endoskopen ausschließlich geordnete Glasfasern Verwendung.

Bei jedem Endoskop, das über ein optisches System verfügt - starr oder flexibel -, muß Licht aus einem Lichtprojektor über ein Lichtleitkabel und durch die flexiblen Lichtleitfasern der Optik zur Beleuchtung des Objekts geführt werden. Bis auf wenige Ausnahmen besitzen Endoskope mit Schaftsystem einen Spül- bzw. Arbeitskanal. Durch geeignete Spülmedien, wie z.B. Sorbit / Manitol-, Ringer- oder Kochsalzlösung bzw. Kohlendioxid, können Organe bzw. Körperhöhlen entfaltet werden. Dies schafft gute Sichtbedingungen, als Grundvoraussetzung für die Endoskopie. Schäfte sind durch Bauart, Länge und Form an die anatomischen Gegebenheiten angepaßt und besitzen eine "Schleusenfunktion", sind also Platzhalter zwischen Optik mit Arbeitseinsatz und Organ bzw. Körperhöhle. Während Schäfte zumeist in natürlichen Körperöffnungen benutzt werden, finden Trokarhülzensysteme (Trokarhülse mit Trokardorn) dort ihren Einsatz, wo endoskopische Zuwegungen durch einen perkutanen Einstich gemacht werden. Vorwiegend sind dies die Gebiete der Abdominalchirurgie und Arthroskopie. Durch den Arbeitskanal oder die Trokarhülse gelangen Hilfsinstrumente, wie Zangen, Scheren, HF-Elektroden, Lithotripsiesonden, Lasersonden und Katheter, an den Operationsort.

Gefahren, die von Endoskopen ausgehen können, werden in erster Linie verhindert, indem Anwender und assistierendes Personal mit den Instrumenten und Geräten vertraut sind.

Besonderes Augenmerk muß den Endoskopen gelten, die in irgendeiner Form zur Energieübertragung auf den Patienten dienen. Dies kann direkt, z.B. durch ein Resektoskop oder indirekt, z.B. durch Verwendung einer energieführenden Sonde geschehen. Dabei sollte beiden Formen gleichermaßen Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Ein weiteres Gefahrenpotential geht von schlecht gewartetem Instrumentarium aus. Verantwortlich hierfür sind zumeist Personalmangel im Krankenhausbereich sowie fehlende direkte personengebundene Verantwortungsbereiche.

OP-Bereiche mit rotierendem Assistenzpersonal sowie eine zentrale Instrumentenaufbereitung, sind der Sache meist nicht dienlich.

Zu fordern wäre, wie schon in traditionellen endoskopischen Disziplinen (z.B. der Urologie oder Arthroskopie) teilweise verwirklicht, eine direkte Übertragung von Verantwortung für die Funktionalität des Instrumentariums auf eine oder einige wenige Personen.

Vergleichbar mit dem Bereich der Medizintechnik, der unter anderem verantwortlich ist für Funktionstüchtigkeit und Sicherheit von Geräten, sollte es eine verantwortliche Person für endoskopische Instrumente und Geräte vorort im OP geben.

Im Routinebetrieb müssen in gewissen Zeitabständen, z.B. wöchentlich, Überprüfungen von Instrumentarien und Geräten vorgenommen werden, um Gefahren nachhaltig zu vermeiden.

Neben erforderlichen Wartungsarbeiten wie fetten und ölen von beweglichen Metallteilen, ist das Instrumentarium auf mechanische Beschädigungen zu überprüfen. Auf eingebeulte Schäfte, Führungsrohre und verbogene Kanülen ist ein besonderes Augenmerk zu richten.

Weiterhin sollten alle Dichtungen, Dichtringe bzw. Dichtungskappen auf Rißbildung hin überprüft werden. Teilweise empfiehlt es sich das zusammengesetzte Instrumentarium einem Unterwassertest zu unterziehen, um Undichtigkeiten zu lokalisieren. Dabei muß mit Hilfe von Druckluft, einem Insufflator oder einem Dichtigkeitstester das Instrument über den Spülhahn angeschlossen werden. Das distale Ende des Schaftes kann man gegebenenfalls abdichten, indem man einen Handschuh über das Instrument zieht.

Besteht das Instrumentarium aus verschiedenen adaptierbaren Teilen, sollte eine Gesamtfunktionsprüfung gemacht werden. Werden Unregelmäßigkeiten festgestellt, muß in jedem Fall das komplette Instrument zur Reparatur eingeschickt werden. Das Einsenden von Einzelkomponenten eines Instrumentariums, sollte wirklich nur auf den mit dem Hersteller abgesprochenen Einzelfall beschränkt bleiben.

Besondere Sorgfalt ist den Optiken und Lichtleitkabeln zu schenken.

An der Optik sind objektiv- und okularseitig die Glasflächen sowie der Lichteintritt am Anschluß für das Lichtleitkabel, am Besten unter Zuhilfenahme einer Lupe, zu inspizieren. Am Anschluß für das Lichtleitkabel sind dazu an der Optik unbedingt die beiden Adapterhülsen zu entfernen. Inkrustierungen sind gegebenenfalls mit in 70 % igen Ethanol getränkten Wattebäuschchen zu reinigen. Im Falle festsitzender Verkrustungen dürfen Objektiv- und Okularfenster autoklavierbarer Optiken auch mit geeigneten Poliermitteln gereinigt werden. Andere Instandsetzungsmaßnahmen sind nur vom Hersteller durchzuführen.

Genau überprüft werden müssen auch alle stromführenden Instrumente und Instrumententeile. Alle aktiv stromführenden Teile sind Verbrauchsmaterial und müssen von Zeit zu Zeit ersetzt werden.

HF-Resektionselektroden sind zudem auf mechanische Schäden, wie Verbiegungen oder Beschädigungen der Isolation hin, zu überprüfen. Verbogene Resektionselektroden müssen weggeworfen werden. Ein Zurückbiegen und Instandsetzen ist nicht zulässig.

An Resektionsschäften befindet sich distal ein Isoliereinsatz. Dieser Einsatz ist auf Beschädigungen hin zu überprüfen. Ist die Spitze, z.B. durch Herunterfallen ausgebrochen oder scharfkantig, muß der gesamte Schaft zum Hersteller zur Reparatur eingesandt werden.

Alle HF-Elektroden sind auf Abbrand hin zu überprüfen. Bei Beschädigungen der Isolation sind die Instrumente auszusondern. Reparaturen durch den Hersteller sind in der Regel nicht möglich. Ebenso können stromführende Zangen und Scheren nur in wenigen Ausnahmefällen repariert oder geschärft werden. Diese Instrumente gehören zum Verbrauchsmaterial und müssen ersetzt werden, um ein höchstes Maß an Funktionalität und Patientensicherheit zu gewährleisten.

Treten Unregelmäßigkeiten bei der Benutzung von HF-Strom auf, muß sich die Fehlersuche auf alle Einzelkomponenten, wie HF-Generator, HF-Kabel, HF-Neutralelektrode, Fuß- oder Handschalter, Endoskop bzw. HF-Elektrode beziehen. Bei Verwendung von Spülflüssigkeiten muß unter anderem auf eine geringe Leitfähigkeit geachtet werden.

Um Reparaturen zu vermeiden und einen schonenden Umgang mit Instrumenten zu gewährleisten, ist eine geeignete Lagerung die Voraussetzung. Dies ist unumgänglich, um einen sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb zu gewährleisten. Hier scheint in den Krankenhäusern ein großer Nachholbedarf vorzuliegen.

So sollten die optischen Komponenten, wie Optiken und Lichtleitkabel, grundsätzlich in denen vom Hersteller angebotenen Sterilisierkassetten aufbereitet und gelagert werden.

Für die kompletten Instrumentarien hat sich der Einsatz von Sterilisierkassetten bewährt. Die für die Operation benötigten Instrumentensätze können unter sterilen Bedingungen dem Operateur angereicht werden.

Besonders vorteilhaft sind kleine Kassetten zur Aufnahme von HF-Resektionselektroden. Mechanische Verbiegungen, die durch den Einschweißvorgang in Folie entstehen können, werden so verhindert.

Auch für Handinstrumente, d.h. Zangen und Scheren gibt es geeignete Aufbewahrungs- und Sterilisationskassetten am Markt.

Leider werden all zu häufig Instrumente und Optiken lose, in denen in der Chirurgie üblichen Metallsieben, aufbereitet und eingelagert. Da die Instrumente lose und häufig auch noch übereinander liegen, können diese Instrumente beim Transport leicht beschädigt werden. Außerdem führt dies zur Beschädigung der Metalloberflächen.

Das gleiche Problem existiert bei der Instrumentenaufbereitung. Bei der Vorreinigung gelangen Instrumententeile in dafür vorgesehene Edelstahlbecken im OP-Bereich. Nach der Reinigung werden die Teile meist auf der daneben befindlichen Ablage direkt auf der Metallfläche zwischengelagert. Auch hier kommt es allzuoft zu Chromschäden oder defekten Objektivfenstern an den Instrumenten. Abhilfe kann hier eine Gummimatte schaffen.

Abschließend kann zusammenfassend gesagt werden, daß sich durch bessere Instrumentenkenntnisse und durch Schaffung eines separaten Verantwortungsbereiches "Instrumententechnik" vorort im OP, Reparaturkosten für Krankenhausverwaltungen im beträchtlichem Umfang einsparen lassen. Kranken- bzw. OP-Schwestern oder Techniker könnten derartige Verantwortungen übernehmen. Zu diesem Zweck müßten wahrscheinlich neue Stellen geschaffen werden. Neben dem täglichen Routinebetrieb erscheinen diese Arbeiten als zu umfangreich.

H. Wedler  
Olympus Winter & Ibe GmbH  
Kuehnstraße 61  
2000 Hamburg 70

Durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice  
zum sicheren und ökonomischen Krankenhaus

- Prüfmittel und Prüftechniken -

## Durchführung verschiedener Geräte- prüfungen mit einem Funktionsmeßsystem

### 1. Einleitung

Das Leben und die Gesundheit von Menschen sind ein kostbares Gut, daß in Geldwerten gar nicht zu erfassen ist. In unseren heutigen Krankenhäusern werden zum Wohle der Patienten immer mehr technische Geräte eingesetzt. Diese Geräte bergen jedoch auch Gefahren. Deshalb wurde von der Bundesregierung am 14. Januar 1985 die Medizin-  
geräteverordnung erlassen, die besagt, daß Geräte nicht betrieben werden dürfen, wenn sie Mängel aufweisen, durch die Patienten, Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden können (§6 MedGV).

Sieben Jahre MedGV: Hat sich die elektrische Sicherheit und die Funktionssicherheit medizinisch-technischer Geräte wirklich verbessert? - Diese Frage läßt sich nur schwer beantworten, da verantwortungsbewußte Medizintechniker ihre zum Teil lebenserhaltenden Geräte auch vor "MedGV-Zeiten" in Ordnung gehalten haben. Durch die MedGV wurde jedoch die Pflicht zur regelmäßigen Überprüfung der Geräte und die Art der Durchführung eindeutig festgelegt.

Wie handhaben die Anwender nun die Durchführung der Sicherheitstechnischen Kontrollen nach § 11 MedGV? - Die fristgerechte Durchführung der Kontrollen beinhaltet neben der Überprüfung der elektrischen Sicherheit auch eine Funktionsprüfung der Geräte der Gruppe I.

### 2. Elektrische Sicherheit

Die Überprüfung der elektrischen Sicherheit der medizinisch-technischen Geräte wird durch die Normen VDE 0750/12.91 (= IEC 601-1/88 = EN 60601-1:1990) und VDE 0751/10.90 geregelt.

Eine sichere und durch die einfache Bedienung kostengünstige Möglichkeit zur Erfüllung dieser Normen bietet schon seit Jahren der Sicherheitstester uP601. Die Ermittlung der durchzuführenden Messungen und der einzuhaltenden Grenzwerte erfolgt in einer durch Klartext geführten Frage und Antwort-Prozedur.

Anschließend werden die Prüfungen automatisch durchgeführt. Die Meßwerte können dann auf dem eingebauten Streifendrucker ausgedruckt oder zusätzlich zu einem Rechner übertragen werden.

Der Sicherheitstester kann sowohl als mobiles Einzelgerät, als auch als eine Komponente des Systems UNIMED 1 eingesetzt werden.

### 3. Funktionsprüfung

Funktionsprüfungen an der Vielfalt der medizinisch-technischen Geräte waren bisher nur mit erheblichen Geräteaufwand und großem Sachverstand durchzuführen. Die Reduzierung dieses Geräteaufwandes und die Unterstützung des Prüfers bei der Funktionsprüfung der prozentual am meisten vorkommenden Gerätearten war das Ziel der Entwicklung unseres neuen Funktionsprüfsystems

## U N I M E D 1.

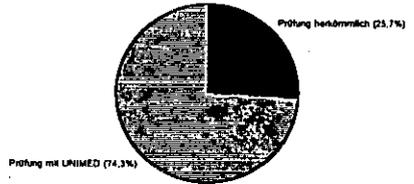
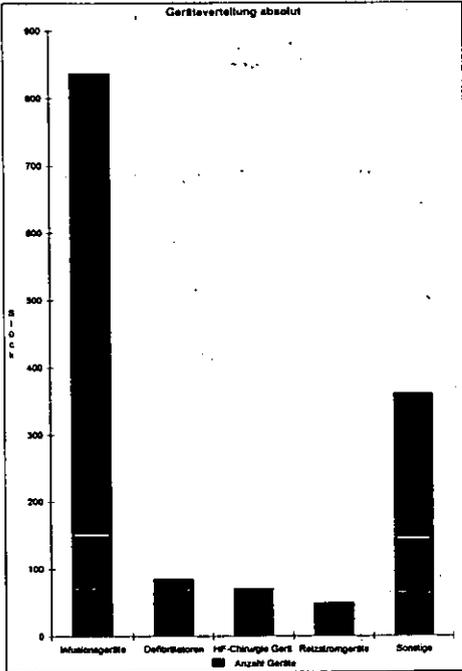
Das UNIMED 1 kann die sicherheitstechnischen Funktionsparameter folgender Geräte schnell und einfach überprüfen:

- \* Infusionsgeräte
- \* Defibrillatoren
- \* HF-Chirurgiegeräte
- \* EKG-Geräte
- \* Reizstromgeräte

Die Entwicklung wurde in Zusammenarbeit mit einem namhaften Universitätsklinikum durchgeführt. Dies ermöglichte die wohl einmalige Erprobung in der täglichen Klinikpraxis über einen Zeitraum von etwa drei Jahren vor der Markteinführung des Systems.

Bei immer größer werdenden Gerätepark ist es angenehm, wenn nicht allzu viele einzelne Meß- und Prüfgeräte angeschafft, aufgestellt und gewartet werden müssen. Das Prüfsystem UNIMED 1 erfüllt diese Anforderung indem es die Prüfung von ca. 75 % aller im Krankenhaus vorkommenden Geräte ermöglicht.

### 3.1. Gerätestruktur eines ausgewählten Klinikums



Die prozentuale Verteilung der Geräte dieses Krankenhauses lässt sich nun wie folgt berechnen:

Größe des Klinikums : 1192 Betten

Gesamtzahl der Geräte Gruppe I: 1407 Stück

davon:

Infusionsgeräte	: 838	= 59,6 %
Defibrillatoren	: 86	= 6,1 %
HF-Chirurgie	: 71	= 5,0 %
Reizstromgeräte	: 50	= 3,6 %
Sonstige	: 362	= 25,7 %

Mit UNIMED 1 sind in diesem Krankenhaus also 75 % der Geräte der Gruppe I komplett prüfbar.

### 3.2. Zeit- und Kosteneinsparung mit UNIMED 1

Die Durchführung der Sicherheitstechnischen Kontrollen im Krankenhaus sollte nicht nur technisch richtig, sondern auch möglichst wirtschaftlich sein.

Die folgenden Zahlen, die von einem Krankenhaus in der langjährigen Erfahrung mit herkömmlichen Prüfmitteln, sowie bei der Arbeit mit UNIMED 1, ermittelt wurden, verdeutlichen die Möglichkeiten der Kostenreduzierung.

Gerätetyp	Prüfzeit / Minuten	
	herkömml. Prüfmittel	UNIMED1
Infusionsgeräte.	30 - 45	10
Defibrillatoren	20 - 30	10
HF-Chirurgiegeräte	25 - 35	10
Reizstromgeräte	25 - 35	10

Die folgende Vergleichsrechnung wird unter Zugrundelegung eines Kostensatzes von DM 35,- für einen Prüftechniker und einer einmal jährlich stattfindenden Prüfung durchgeführt.

Gerätetyp	Stück * Zeit/Min => Zeitaufwand / Std	
	herkömml. Prüfmittel	UNIMED1
Infusionsgeräte	838 * 40 = 559 h	838 * 10 = 140 h
Defibrillatoren	86 * 25 = 36 h	86 * 10 = 15 h
HF-Chirurgiegeräte	71 * 30 = 36 h	71 * 10 = 12 h
Reizstromgeräte	50 * 30 = 25 h	50 * 10 = 9 h
	656 h	176 h
* 35 DM / Stunde =	22.960 DM	6.160 DM
Einsparung:	16.800 DM	
	=====	

Bei obigem Beispiel wurde von einer einmal im Jahr durchzuführenden STK ausgegangen. Die Einsparungen werden noch deutlicher, wenn man den tatsächlichen Stundenlohn und das meist kürzere Prüfintervall berücksichtigt. Die Anschaffungskosten des Systems UNIMED1 würde sich also nach etwa 2 Jahren von selbst bezahlt machen.

### 3.3. UNIMED 1 - Systemkomponenten

Das Prüfsystem UNIMED 1 zeichnet sich durch folgende wesentliche Merkmale aus:

\* **kompakter Aufbau**

Alle Meßfunktionen, sowie der Steuerrechner mit Festplatte und Floppy-Disk sind in einem Gerät integriert. Durch diese platzsparende Konstruktion ist das UNIMED 1 gleichermaßen für den portablen, als auch für den stationären Einsatz geeignet.

\* **Grafische Darstellungen**

Durch die Darstellung der Funktionsparameter als Meßkurve kann die Anschaffung eines teuren Speicheroszillografen entfallen.

\* **Menuesteuerung**

Durch die Menuesteuerung wird die Bedienung des Meßsystems wesentlich vereinfacht.

\* **Schnittstelle zum uP-Sicherheitstester**

Die Meßdaten aus dem uP-Sicherheitstester werden über eine serielle Schnittstelle direkt übernommen.

\* **Datenverwaltung**

Die Verwaltung der Gerätestammdaten wird durch UNIMED1 unterstützt. Zu jedem Gerät können außer den Meßwerten auch die Meßkurven gespeichert werden. Ein Vergleich mit vorhergehenden Messungen ist so problemlos möglich. Mit dem eingebauten Laufwerk haben Sie nahezu unbegrenzte Speichermöglichkeiten. Die Daten können per Diskette oder Schnittstelle an übergeordnete Rechner bzw. Geräteverwaltungssoftware weitergegeben werden.

### 3.4. Meßtechnik

#### 3.4.1. Infusionsgeräte

Für die Prüfung von Infusionspumpen wurde eine neuartige Meßmethode entwickelt, die schnelle Messungen mit höchster Präzision ermöglicht. Durch die grafische Darstellung der Druckaufbaukurve werden defekte Lamellen oder Störungen im Druckaufbau sofort erkannt.

- \* Messungen von Förderraten im Bereich von 1 ml/h- 999 ml/h
- \* mit Anzeige der prozentualen Abweichung
- \* für Infusionspumpen mit Normal- und Kassettenbesteck
- \* Bolus-Verschlußdruckmessung 0,01 - 5 bar, mit grafischer Darstellung des Funktionsverlaufes
- \* Adapter für Funktionsprüfung "Alarm /Schwesternruf"

#### 3.4.2. Defibrillatoren

Wichtigstes Kriterium ist die abgegebene Leistung gegenüber dem am Gerät eingestellten Wert. Für den Verlauf der Funktionskurve besteht eine visuelle Überwachungsmöglichkeit, so daß z.B. Isolationsschäden frühzeitig erkannt werden.

- \* Meßbereich 1 - 2000 Joule
- \* Darstellung des Funktionsverlaufes am Monitor
- \* Angabe der Leistung mit prozentualer Anweichung

#### 3.4.3. HF-Chirurgiegeräte

Für die Messung der Ausgangsleistung von HF-Chirurgiegeräten stehen 10 umschaltbare Lastwiderstände zur Verfügung.

- \* Effektivwertmessung im Bereich von 0 - 400 W
- \* Darstellung der Funktionskurven mit veränderbarer Zeitbasis

#### 3.4.4. Reizstromgeräte

Der entsprechende Meßeingang kann zur Funktionsprüfung von Reizstromgeräten und anderen Geräten zur Elektrostimulation eingesetzt werden.

- \* Darstellung der Funktionskurven mit veränderbarer Zeitbasis
- \* Effektivwertmessung von Strom und Spannung im Bereich von 0 Hz (DC) bis 5 kHz.

#### 3.4.5. EKG-Simulator

Die EKG-Simulation schafft die Möglichkeit, schnell und zuverlässig EKG-Geräte auf Ihre Grundfunktionen zu überprüfen.

- \* 5 verschiedene Kurvenformen
- \* Pulsraten einstellbar
- \* Anschlüsse für die Ableitungen RL,RA,LA,LL, VI-V6

#### 4. Zusammenfassung

Mit dem UNIMED 1 steht erstmals ein Gerät zur Verfügung, das eine sichere und ökonomische Eigeninstandhaltung von nahezu 75 % aller medizinisch-technischer Geräte mit nur einem Prüfsystem ermöglicht.

Ein System dieser Größe ist zwar vorwiegend für größere Krankenhäuser geeignet. Jedoch ist auch die gemeinsame Nutzung durch mehrere kleine Krankenhäuser durchaus interessant.

Reinhold Lind  
Dipl.Ing. W.Bender GmbH+CoKG  
Londorfer Straße 65  
W-6310 Grünberg  
Tel. 06401 / 8070  
Fax. 06401 / 80759

## Meßsystem für die Fördergenauigkeit von Infusionspumpen

### 1. Einleitung

Die Messung der Fördergenauigkeit bei Infusionspumpen wird sowohl bei der Bauartprüfung als auch bei den regelmäßig wiederkehrenden sicherheitstechnischen Kontrollen durchgeführt.

Grundsätzlich gibt es hierzu drei verschiedene Meßverfahren:

- das metrische
- das volumetrische
- das gravimetrische

Das **metrische Meßverfahren** wird nur bei Infusionsspritzenpumpen angewandt. Hierbei wird mit einer Meßuhr der Weg des Spritzenschlittens während einer bestimmten Förderdauer gemessen und in die Förderrate umgerechnet. Das verwendete Meßwerkzeug wird vom Hersteller einer Spritzenpumpe geliefert und kann auch nur bei dieser speziellen Pumpe eingesetzt werden.

Peristaltik-, Rollen- oder Kolbenpumpen können damit nicht überprüft werden. Zu beachten ist, daß die Eigenschaften der verwendeten Einmalartikel in die Messung nicht eingehen.

Bei dem **volumetrischen Meßverfahren** fördert die Pumpe Wasser in ein Gefäß mit bekanntem Volumen und es wird die dafür benötigte Zeit gemessen. Hieraus berechnet sich die Förderrate.

Mit dem volumetrischen Meßverfahren können prinzipiell alle Pumpenarten gemessen werden. Die Genauigkeit ist jedoch geringer als beim gravimetrischen Verfahren.

Bei der **gravimetrischen Methode** wird die von der zu untersuchenden Pumpe geförderte Flüssigkeitsmenge in bestimmten Zeitintervallen gewogen und daraus die Förderrate bestimmt. Diese berechnet sich im Wesentlichen aus der Gewichtszunahme pro Zeitintervall. Als Hilfsmittel dienen im Prinzip eine Waage und eine Stoppuhr. Vorteilhafterweise verwendet man jedoch eine Kombination aus elektronischer Waage und Rechner.

Das gravimetrische Meßverfahren ist sehr genau. Es ist in dem Normentwurf IEC 62D(CO)61 und seinem deutschen Pendant E DIN VDE0750 Teil 232 beschrieben und gilt für sämtliche volumetrische Pumpen und Infusionsregler. Das Verfahren wird bei uns im Rahmen der Bauartprüfungen eingesetzt.

Die Ergebnisse solcher Messungen finden sich immer häufiger in den Gebrauchsanweisungen der Pumpen, sodaß sich der interessierte Anwender oder Krankenhaustechniker daraus über die Genauigkeit informieren kann. Verschiedene Krankenhäuser benutzen das gravimetrische Verfahren inzwischen bei den Prüfungen ihrer eigenen Pumpen im Rahmen der sicherheitstechnischen Kontrollen nach §11 MedGV.

Aufgrund seiner Bedeutung soll im Folgenden näher auf dieses Meßverfahren eingegangen werden.

## 2. Messung nach dem gravimetrischen Prinzip

### 2.1 Meßaufbau

Der Meßaufbau wird entsprechend den Angaben in der Infusionspumpennorm (1) vorgenommen.

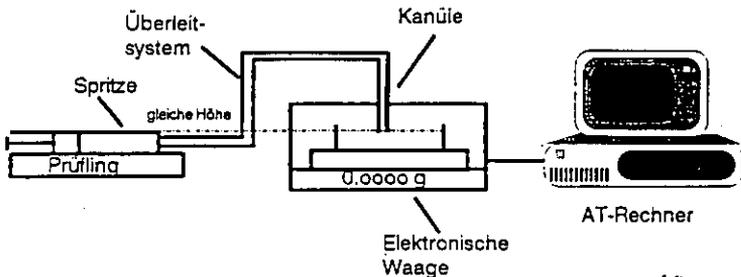


Abb. 1 Meßaufbau

Er besteht aus folgenden Komponenten:

- Elektronische Waage mit Rechnerschnittstelle
- AT-Rechner
- Flüssigkeitsbehälter
- Silikon-Öl für Ölschicht
- Überleitssystem mit Kanüle (G18 oder G21)

Die Waage wird völlig eben und erschütterungsfrei aufgestellt und kalibriert. Der Vorratsbehälter der zu überprüfenden Infusionspumpe wird mit Wasser gefüllt. Das angeschlossene und mit einer langen Kanüle versehene Infusionsbesteck wird entlüftet. In dem auf der Wägefläche befindlichen Flüssigkeitsbehälter schwimmt über einer geringen Menge Wasser eine Ölschicht. Mit ihr soll die Verdunstung des Wassers während langdauernder Messungen reduziert werden.

Direkt unter der Ölschicht ist die Spitze der Kanüle gelegen, sodaß sich eine ununterbrochene Wassersäule zwischen Infusionsbehälter, Infusionsleitung und dem Flüssigkeitsbehälter auf der Waage ergibt. Man verhindert hiermit eine Beeinflussung der Meßgenauigkeit durch die Tropfenbildung am Ende der Kanüle.

## 2.2 Durchführung der Messung

Der an die Waage angeschlossene Rechner wird gestartet und das Einlesemodul der Meßsoftware aufgerufen. Nach Eingabe verschiedener Parameter werden die Pumpe und das Programm gestartet.

INFUSCALZ 1.5 DATEN ZINLESEN		Mettler	HP Laserjet	wa12
Datei : Test.pap Bearbeiter : Juhl Pumpe : Beispiel Seriennummer : 12345 Einzelartikel : Infusionsleitung	Foerderrate (ml/h) : 288.8888 Messintervall (sec) : 3 Verdunstung (ml/h) : 0.8128 Dichte (g/ml) : 0.9982 Meßdauer (min) : -			
Startzeit	Gewicht [g]	Rate (ml/h)	Fehler [%] (Rate)	Volumen
18:43:34	0.8888	korrigiert		
18:44:16	2.8628	189.9539	-5.82	2.8659
18:44:19	2.2388	281.9755	8.99	2.2342
18:44:22	2.4918	285.5828	2.79	2.4955
18:44:25	2.5788	283.1777	1.59	2.5748
18:44:28	2.7418	285.5828	2.79	2.7461
18:44:31	2.9888	191.1561	-4.42	2.9854
18:44:34	3.8598	191.1561	-4.42	3.8647
18:44:37	3.2148	186.3474	-6.83	3.2288

Abb. 2 Daten einlesen

Während des Meßvorgangs werden die Daten

- Meßzeit
- Gewicht
- berechnete Förderrate
- prozentualer Fehler zur Sollförderrate
- geförderttes Volumen

laufend auf dem Bildschirm angezeigt.

Gleichzeitig wird für die spätere Auswertung ein Datenfile abgespeichert, das neben den eingegeben Parametern jeweils die Uhrzeit und das zugehörige gemessene Gewicht enthält.

Nach Ablauf der voreingestellten Meßdauer oder Abbruch durch den Bediener ist die Messung beendet.

## 2.3 Auswertung bei kontinuierlich fördernden Pumpen

Bei den kontinuierlich fördernden Pumpen handelt es im Wesentlichen um:

- volumetrische Infusionspumpen
- volumetrische Infusionsregler
- Spritzenpumpen

Auswertung der gespeicherten Daten bedeutet hier:

- Darstellung der Förderrate in Abhängigkeit von der Zeit als Graphik
- Berechnung der mittleren Förderrate
- Berechnung des Förderfehlers im Vergleich zur Sollförderrate
- Berechnung und graphische Darstellung der Trompetenkurve

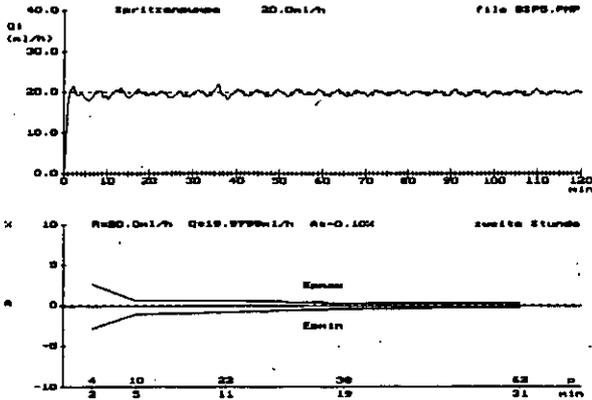


Abb. 3 Auswertung nach IEC (Intervall 30 s, zweite Stunde)

Trompetenkurven sind die Darstellung der in 5 unterschiedlichen Beobachtungsintervallen gemittelten maximalen und minimalen Abweichungen der gemessenen Flußrate im Vergleich zur eingestellten Sollförderrate. Sie geben Aufschluß über die Förderkonstanz einer Pumpe, sind aber nur bei Langzeitmessungen von mindestens 2 Stunden sinnvoll zu erheben.

Bei kürzeren Messzeiten kann die Trompetenkurve nur teilweise berechnet werden.

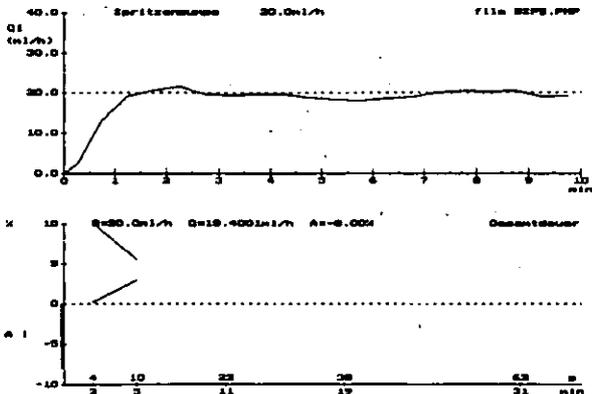


Abb. 4 Auswertung kurzer Meßzeiten

- Ausdruck eines Meßprotokolls

INFUSCALE-Messprotokoll 29.11.1990

-----  
Messdatum : 23.7.1990  
Messzeit : 14:47:04  
Bearbeiter : Juhl  
Dateiname : bsp5.pmp  
Pumpe : Spritzenpumpe  
Seriennummer : 012345678/9  
Einmalartikel : Schlauchverbindung  
Messintervall : 30 sec  
Foerderrate : 20.0000 ml/h  
Verdunstung : 0.0100 ml/h  
Dichte : 0.9982 g/ml  
Anzahl Werte : 294  
Versuchsdauer : 147 min  
Bemerkungen : -

Auswertung BSP5.PMP von Minute 60 bis 120

-----

	Qpmin	Qpmax	Epmin	Epmax
Fenster 2 min	19.4370	20.5219	-2.8152	2.6096
Fenster 5 min	19.7868	20.1090	-1.0660	0.5449
Fenster 11 min	19.8277	20.0949	-0.8616	0.4744
Fenster 19 min	19.9137	20.0428	-0.4314	0.2140
Fenster 31 min	19.9343	20.0301	-0.3284	0.1505

T= 60.00 min Q= 19.9799 ml/h A= -0.10 %

Mittlere Foerderrate : 19.9799 ml/h  
Foerderfehler : -0.10 %

#### 2.4 Auswertung von Pumpen mit Boluseigenschaften

Bei Pumpen mit Boluseigenschaften, also bei den Gruppen 50.8, 50.9 oder 50.10 der Norm (1) sind andere Auswertestrategien als die Trompetenkurve sinnvoll:

- Darstellung des geförderten Volumens abhängig von der Zeit.
- Berechnung des insgesamt geförderten Volumens
- Darstellung der Förderrate abhängig von der Zeit
- Berechnung der mittleren Förderrate
- Berechnung der Bolusvolumina
- Berechnung der zeitlichen Dauer eines Bolus
- Darstellung und Überprüfung der Förderzeitpunkte mehrerer Boli.

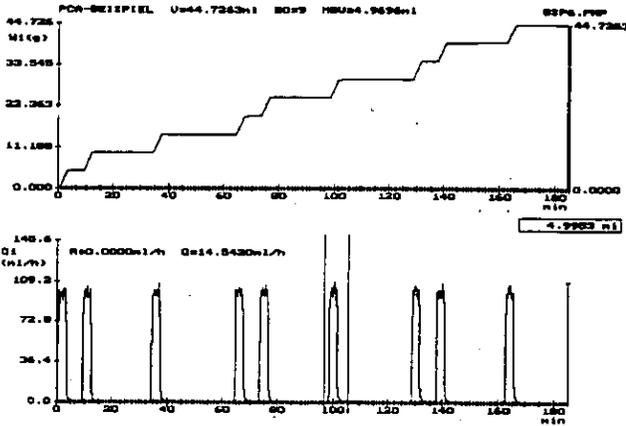


Abb. 5 Auswertung Bolusgabe

Im oberen Teil der Graphik ist das Gewicht der geförderten Flüssigkeit über die Zeit aufgetragen.

Die Treppenstufen als Ausdruck der Förderung von Flüssigkeitsboli mit hoher Förderrate sind deutlich zu erkennen. Insgesamt wurden in diesem Beispiel 9 Boli gefördert.

Der untere Teil der Graphik zeigt den Verlauf der Förderrate, aufgetragen über die Zeit. Zu erkennen ist der steile Anstieg der Förderrate während einer Treppenstufe und ihr Abfall in der Zeit zwischen zwei Boli.

Es besteht auch die Möglichkeit, das Volumen von Einzelboli zu bestimmen. In Abb. 5 wird das Bolusvolumen zwischen der 98. und 103. Minute gemessen. Das Ergebnis steht im Rechteck über der rechten Ordinate der Förderratenkurve und beträgt hier 4,9953 ml.

### 3. Meßfehler

Fehlermöglichkeiten von Belang ergeben sich aus der Verdunstung der Flüssigkeit und aus dem Abfragefehler des Systems Waage-Rechner.

Den größten Einfluß hat die Verdunstung. Eine Vorstellung hiervon gibt Abbildung 6. Sie zeigt die Gewichtsabnahme eines mit 4 Liter Wasser gefüllten Haushaltseimers ohne Ölschicht.

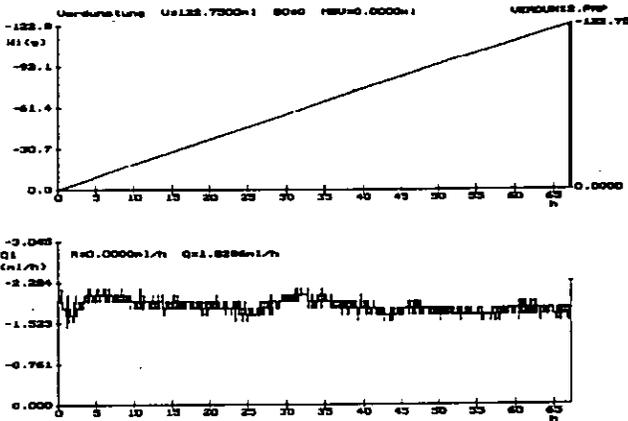


Abb. 6 Verdunstung ohne Ölschicht

Innerhalb von 67 Stunden verdunsteten 122,75 ml Wasser. Dies entspricht einer Verdunstungsrate von 1,83 ml/h.

Es zeigt sich, daß der Effekt der Verdunstung zu größeren Meßfehlern führen kann. Daher ist bei genauen Messungen bzw. bei Messungen von Pumpen mit kleiner Förderrate prinzipiell mit Ölschicht zu arbeiten. Vorher sollte in einem Vorlauf die Verdunstungsrate ermittelt und vor Beginn der Messung ins Programm eingegeben werden.

#### 4. Anwendung im Krankenhaus

Bezogen auf das Motto "Durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice zum sicheren und ökonomischen Krankenhausbetrieb" ergibt sich aus dem Geschilderten die Anwendung der gravimetrischen Meßmethode vor Neuanschaffungen, bei der Überprüfung im Rahmen der sicherheitstechnischen Kontrollen und nach Reparaturen von Geräten.

#### Literatur

- (1) E IEC 62D(CO)61/E DIN VDE 0750 Teil 232, Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE.

#### Verfasser

Dr. Gerd Juhl  
TÜV Product Service  
Ridlerstr. 31  
8000 München 2

**Schluß-Plenum:  
Zwischen Eigen-  
und Fremdinstandhaltung**

## Vergeben oder selbst machen?

**Résumé zu einer permanenten Kernfrage aus der Sicht des Dienstleisters.**

Industrie- und Dienstleistungsunternehmen ziehen immer häufiger die Vergabe des Betriebes oder des Instandhaltens ihrer betriebstechnischen Einrichtungen an fremde Dienstleister in Betracht.

Sie konzentrieren sich auf ihre eigentlichen Unternehmensziele, z.B. ein Automobilwerk auf die Herstellung von Kraftfahrzeugen, ein EDV-Unternehmen auf die Entwicklung und Herstellung von Computern und Software oder eine Rundfunkanstalt auf die Produktion und Ausstrahlung von Hörfunk- und Fernsehsendungen.

Alle haben Gemeinsamkeiten. Alle beanspruchen kompromißlos die höchste Stufe der Funktionssicherheit bei niedrigsten Kosten. Alle haben Probleme bezüglich der Quantität und Qualität des erforderlichen Personals.

Grundsätzlich ergibt sich für die Krankenhäuser, Heil- und Pflegeanstalten die gleiche Problemstellung wie die der Industrie- und Dienstleistungsunternehmen.

Es wird jedoch immer wieder argumentiert, daß die Anforderungen an die Funktionssicherheit der betriebstechnischen Anlagen im Krankenhaus ungleich höher seien als die der übrigen Betreiber. Schließlich hänge ja die Gesundheit oder sogar das Leben der Menschen von der Funktion der Einrichtungen ab. Diese Argumentation überzeugt meistens weil sie ja so logisch klingt. In Wirklichkeit sollen mit dieser Argumentation aber oft nur gewachsene Strukturen in den Bereichen Finanzierung, Organisation, Personal, Befugnisse oder persönlicher Status gesichert werden.

Auch hinsichtlich der Notwendigkeit zur wirtschaftlichen Betriebsführung ergeben sich keine Unterschiede bezüglich der Anforderungen an Industrie- und Dienstleistungsunternehmen einerseits und Krankenhäusern andererseits. Während Industrie- und Dienstleistungsunternehmen normalerweise das eingesetzte Kapital zu verzinsen haben, haben Krankenhäuser mit den Beiträgen der Versicherten und dem Kapital der Träger so günstig wie eben möglich zu wirtschaften.

Warum sollten deshalb die in Industrie- und Dienstleistungsunternehmen gemachten Erfahrungen und Vorgehensweisen nicht auch auf Krankenhäuser übertragbar sein?

Welche Vorteile ergeben sich für den Betreiber betriebstechnischer Anlagen bei der Instandhaltung durch Fremdunternehmen?

### **Entlastung von Personalproblemen**

Aufgrund des Standes der Technik war es vor noch einem halben Jahrhundert möglich fast alle betriebstechnischen Einrichtungen eines Krankenhauses mit eigenem eingearbeitetem Personal instandzuhalten. Die Technik hat sich jedoch rasant weiterentwickelt, sie wurde komplexer und komplizierter. Jeder technische Bereich erfordert heute deshalb besondere Spezialisten. Aufgrund der gesellschaftlichen und demografischen Entwicklung werden zukünftig immer weniger Fachkräfte zur Verfügung stehen.

Die Anforderungen an die Funktionssicherheit sind gestiegen. Sie erfordern aufwendige Bereitschaftsdienste.

Gleichzeitig haben sich die Personalkosten zum höchsten Anteil der Gesamtkosten entwickelt.

#### Auslastung

Wenn überhaupt vorhanden, ist es nur sinnvoll eigene Spezialisten vorzuhalten, falls diese in Ihrem Fachbereich vollausgelastet werden können. Es ist unwirtschaftlich, teure Spezialisten während fehlender Auslastung mit fachbereichsfremden oder geringerwertigen Aufgaben zu betrauen. Abgesehen von dem wirtschaftlichen Aspekt einer anderweitigen Beschäftigung trägt diese nicht zur Motivation der Mitarbeiter bei.

Da die Fremdunternehmen die Spezialisten vielseitiger, d.h. für mehrere Kunden einsetzen, sind sie in der Lage, ihre Spezialisten weitestgehend auszulasten und diese wirtschaftlich und motiviert einzusetzen. Gleiches gilt auch für die Vorhaltung eines Bereitschaftsdienstes. Die Kosten für diese stets teure Einrichtung kann das Fremdunternehmen auf mehrere Kunden verteilen.

#### Qualifikation

Die technische Weiterentwicklung bedingt Spezialisten. Spezialisten müssen aus- und weitergebildet werden. Die Aufwendungen hierfür sind nur sinnvoll, wenn die Spezialisten in dem jeweiligen Fachbereich wirklich ausgelastet werden können. Während der Aus- und Weiterbildung oder während Krankheit und Urlaub stehen die Spezialisten für die Instandhaltung nicht zur Verfügung. Es muß für eine Stellvertretung gesorgt werden.

Zusätzlich zu dem so aus- und weitergebildeten Personal bedingen gesetzliche Auflagen immer wieder den Einsatz von externem Überwachungs- und Prüfpersonal

Die meisten Fremdfirmen verfügen über eigene Aus- und Weiterbildungsorganisationen. Deshalb sind sie in der Lage, ihr Personal entsprechend den jeweiligen Erfordernissen kostengünstig anzupassen. Die Fremdfirmen verfügen durch ihren vielfältigen Einsatz auch über Erfahrungen von anderen Produkten oder Installationen. Sie können diese beim Einsatz nutzbringend anwenden. Üblicherweise sind sie in der Lage, mehrere Spezialisten eines Fachbereiches zu beschäftigen. Dadurch haben sie die Möglichkeit während der Ausfallzeit eines Spezialisten schnellstens Ersatz zu stellen.

#### Ausrüstung

Im Zusammenhang mit der Spezialisierung und den gesteigerten Anforderungen an die Funktionssicherheit und den Umweltschutz werden aufwendigere Ausrüstungen für die Instandhaltung erforderlich. Der wirtschaftliche Einsatz setzt eine weitgehende Auslastung der Ausrüstung voraus.

Was für das Personal gilt, gilt auch für die Ausrüstung. Die Fremdfirmen können die Ausrüstung häufiger und somit auch wirtschaftlicher einsetzen. Letztlich sind sie deshalb auch in der Lage, teurere effizientere Ausrüstung zu nutzen.

## **Entlastung im Bereich der Verwaltung**

### **Personalverwaltung**

Aus der Reduktion von Personal ergeben sich auch Einsparmöglichkeiten bei der Personalverwaltung. So können im Zusammenhang mit einer Fremdvergabe Kosten für die Personalbeschaffung, Lohn- und Gehaltsbuchhaltung und für die Arbeitsvorbereitung und -planung erheblich gesenkt werden.

### **Materialverwaltung, Beschaffungswesen**

Sofern mit der Vergabe an Fremdunternehmen auch die Lieferung von Ersatzteilen und Verbrauchsmaterialien verknüpft wird, können auch hierfür die Kosten für die eigene Materialverwaltung gesenkt werden. Konkrete Einsparungsmöglichkeiten ergeben sich in den Bereichen Lagerhaltung und Materialeinkauf.

### **Instandhaltungsorganisation**

Fremdinstandhalter verfügen oft über umfassende EDV-Systeme zur Unterstützung der Instandhaltungsorganisation. Durch die Zusammenarbeit mit dem Fremdinstandhalter partizipiert der Auftraggeber direkt an diesen Systemen. In vielen Fällen ist ein Auftraggeber gar nicht in der Lage ein solches EDV-System ausschließlich für seine eigenen Belange wirtschaftlich zu betreiben.

## **Zusammenfassung**

Häufiger als bisher sollten sich die Betreiber betriebstechnischer Einrichtungen die Frage stellen, ob die erforderlichen Instandhaltungsleistungen mit eigenem oder fremdem Personal erbracht werden. Bei objektiver Prüfung der Bedingungen müssen sie dann zu dem Schluß kommen, daß in vielen Fällen der Einsatz von Fremdunternehmen Vorteile gegenüber dem "selbst machen" bietet.

Klaus-Dieter Fey  
Pohlgöner Str. 20  
6308 Butzbach

Geschäftsführer der ABB Fläkt Service GmbH  
Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft Instandhaltung Gebäudetechnik (AIG) in der  
Fachgemeinschaft Allgemeine Lufttechnik im Verband Deutscher Maschinen- und  
Anlagenbau (VDMA)

Vergeben oder selbst machen? -  
Résumé zu einer permanenten Kernfrage aus der Sicht des Kunden  
"Krankenhaus"

von C. Hartung, Hannover

Jeder unter uns - ob nun im privaten oder dienstlichen Bereich - wird bei anfallenden Instandhaltungen tagtäglich vor die Entscheidung gestellt: "Soll ich nun den Kundendienst rufen oder mich selbst der Mühe unterziehen, die Instandhaltungsmaßnahme zu ergreifen?"

Im privaten Bereich, der in der Regel überschaubar ist, wird dann relativ schnell abgeprüft,

- ob die Angelegenheit dringend oder aufschiebbar ist,
- ob das notwendige Wissen und die Instandhaltungsmittel vorhanden sind,
- ob der geschätzte Zeitaufwand persönlich erbracht werden kann und schließlich
- ob sich der persönliche Aufwand lohnt.

Im dienstlichen Bereich herrschen im Grunde die gleichen Verhältnisse, nur daß diese hier in der Regel nicht so einfach und überschaubar sind, also nicht so ohne Weiteres entschieden werden kann, ob die anstehende Instandhaltungsmaßnahme dringend oder aufschiebbar ist, ob Fachwissen und Instandhaltungsmittel im Haus vorhanden sind, ob die mit der Maßnahme zu Befassenden nicht anderweitig besser eingesetzt werden könnten, ob nicht aus wirtschaftlichen Gründen gleich der Kundendienst bemüht werden sollte und schließlich, ob weitere Fachkundige mit der Maßnahme zu befassen wären, z.B. bei der Abklärung rechtlicher Verhältnisse.

Der externe Service betreut viele unterschiedliche Kunden, z.B.:

- kleine und große Kunden, z.B. einen Einzelhändler und eine Handelskette,
- einfach strukturierte, z.B. ein Tankstellennetz, oder komplex strukturierte, z.B. die Bundeswehr,
- mit extrem großen Sicherheitsforderungen, z.B. Kernkraftwerke, Fluggesellschaften oder Banken, oder
- mit Forderungen an die Verfügbarkeit, z.B. das Transportwesen "Straße, Schiene, Wasser, Luft" mit verderblichen oder dringlichen Gütern oder Unternehmungen mit "just in time" - Verpflichtungen.

Auch Krankenhäuser gehören zu diesem Kundenkreis. Jedoch heben sie sich von der Masse der Wirtschaftsunternehmungen dadurch ab, daß sie

- nicht ausschließlich den Regeln der freien Marktwirtschaft durch Angebot und Nachfrage unterworfen sind, weil sie einen öffentlichen Versorgungsauftrag zu erfüllen haben,
- dualistisch finanziert werden, d.h. Ersatz und Neubeschaffungen von Gütern in den Bedarfsplan aufgenommener Krankenhäuser - und das sind die meisten - über die Länder aufgrund des Krankenhausfinanzierungsgesetzes und Instandhaltungsmaßnahmen über die mit den Krankenkassen auszuhandelnden Pflegesätze, und
- Profitmaximierungen untersagt sind, weil sie dem sozialen Gebot widersprechen.

Neben diesen Rahmenvorgaben sind Krankenhäuser komplex strukturiert und die inneren krankenhaustechnischen Prozesse vielfältig. Krankenhaustechniker sind daher heute mehr Generalisten als Spezialisten, weil die naturwissenschaftliche Medizin hochtechnisiert betrieben wird und die gesamte Krankenhaustechnik stark innovativ ist.

Das krankenhaustechnische Volumen mit seinen sich relativ schnell vollziehende Änderungen und das Gebot des sparsamen Wirtschaftens im Krankenhauswesen zwingen den Kunden "Krankenhaus" das Servicegeschehen flexibel abzuwickeln und die Kontrolle hierüber zu behalten. Die Administration der Instandhaltung muß daher vom Kunden "Krankenhaus" selbst gemacht werden. Die Eigeninstandhaltung der Betriebstechnik und Medizintechnik nimmt zwar mit der Krankenhausgröße unterlinear zu. Dennoch, Hauptaufgabe des Kunden "Krankenhaus" bleibt, Patienten zu heilen, und nicht, Technik instandzuhalten. Daher wird auch künftig der Service hier nur in Zusammenarbeit mit der Industrie bewältigt werden.

Kundendienst und Kunde müssen diese Zusammenarbeit permanent gestalten und zwar so, daß durch Eigeninstandhaltung und Fremdservice Krankenhäuser sicher und ökonomisch betrieben werden können.

Ich hoffe sehr, daß diese Veranstaltung hierzu beigetragen hat.

#### Literatur

- Hartung, C.: Komplexes Gefüge Krankenhaustechnik: auf Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit bauen, Krankenhaustechnik 3, 58 - 61, 1989
- Hartung, C.: Krankenhaustechnik vor und in elf Jahren, in: 15. Deutscher Krankentag und Interhospital '89, WGKT-Vortragsveranstaltung "Krankenhaustechnik im Jahre 2000", 359 - 368, Kohlhammer 1989

**Verzeichnis der Vortragenden und Vorsitzenden**

- Adler N., Dipl.-Ing., Klinik Dr. Rinecker,  
Am Isarkanal 30, 8000 München 70  
(S. 139)
- Ahlhorn R., Dipl.-Ing., TÜV Hannover, Fb - K,  
Am TÜV 1, 3000 Hannover 81  
(S. 210)
- Albrecht W., Dipl.-Ing., Direktor, DEKRA,  
Schulze-Delitzsch-Straße 49, 7000 Stuttgart 18
- Amberg H.-U., Dr.-Ing., Ges. f. Kälte- u. Klima-  
technik mbh, Postfach 40 03 54, 5000 Köln 40  
(S. 60)
- Anna O., Prof. Dr.-Ing., Institut f. Biomedizinische  
Technik u. Krankenhaustechnik, Medizinische  
Hochschule Hannover, Postfach 61 01 80,  
3000 Hannover 61  
(S. 261)
- Averdiek H.-U., Dipl.-Ing., Picker International GmbH,  
Marienwerderstraße 2, 4992 Espelkamp  
(S. 337)
- Balluer B., Dipl.-Ing., Technische Verwaltung,  
Medizinische Hochschule Hannover,  
Postfach 61 01 80, 3000 Hannover 61  
(S. 83)
- Becker J., Dipl.-Ing., Goßler-Straße 49c,  
3400 Göttingen  
(S. 108)
- Below K., Dipl.-Ing., ROM Hamburg  
Postfach 10 44 60, 2000 Hamburg 1  
(S. 49)
- Berger D., Dipl.-Wirtschaftsing., Industrieplanung +  
Organisation GmbH, Römerstraße 245,  
6900 Heidelberg  
(S. 89)
- Bischoff W. E., Dr. med., Friedrichswall 17,  
3000 Hannover 1  
(S. 31)
- Böckmann R.-D., Prof. Dr.-Ing., Am Gewinn 3,  
6301 Wetttenberg

- Brandstädter K., Dipl.-Ing., Ludwig-Beck-Straße 7,  
3400 Göttingen  
(S. 150)
- Brings W., Med. Klinik II, Medizinische Einrichtungen,  
RWTH Aachen, Pauwelstraße, 5100 Aachen  
(S. 323)
- Coopmans W. R., Dipl.-Ing., Laurin-Steig 66,  
1000 Berlin 28.
- Cords Th., Dipl.-Ing., Philips Medizin Systeme GmbH,  
Bertha v. Suttner Straße 4, 2800 Bremen 11  
(S. 327)
- Douvlis Z., Dr. med., Hygienebeauftragter der MHH,  
Medizinische Hochschule Hannover,  
Postfach 61 01 80, 3000 Hannover 61  
(S. 115)
- Drescher J., Prof. Dr. med., Abt. f. Virologie u.  
Seuchenhygiene, Medizinische Hochschule Hannover,  
Postfach 61 01 80, 3000 Hannover 61
- Ewertowski J., Airotronic GmbH, Postfach 10 19 47,  
3012 Langenhagen  
(S. 100)
- Farin G., Dipl.-Ing., Erbe Elektromedizin GmbH,  
Postfach 14 20, 7400 Tübingen  
(S. 347)
- Fey K.-D., Dipl.-Ing., Fläkt Service GmbH,  
Postfach 2 60, 6308 Butzbach  
(S. 410)
- Flehsig R., Prof. Dipl.-Ing., Fachhochschule  
Wilhelmshaven, Friedrich-Paffrath-Straße 101,  
2940 Wilhelmshaven
- Frankenberger H., Prof. Dr. rer. nat., Fachhochschule Lübeck,  
Stephensonstraße 3, 2400 Lübeck
- Freymann H., Dipl.-Volkswirt, WIBERA Wirtschafts-  
beratung AG, Achenbachstraße 43,  
4000 Düsseldorf  
(S. 131)
- Friedrich M., Abschnittleiter Betriebstechnik, Kranken-  
haus Ochsenzoll, Langenhorner Chaussee 560,  
2000 Hamburg 62  
(S. 284)

- Frömel G., Dipl.-Ing., Physio Control Medizin-  
technik GmbH, Postfach 11 09 20, 6300 Gießen  
(S. 355)
- Graff K.-W., Dipl.-Ing., Referent im Ministerium  
f. Wissenschaft u. Kunst Baden-Württemberg,  
Königstraße 46, 7000 Stuttgart 10
- Graumann B., GOPAS BGTRON GmbH, Kurt-Kräcker-Straße 13,  
4230 Wesel  
(S. 269)
- Groß V., Dr.-Ing., BTB Berlin GmbH,  
Hallesches Ufer 300, 1000 Berlin 62  
(S. 22)
- Gudat H., Dr.-Ing., Drägerwerk AG, GB Anlagen-  
u. Systeme, Postfach 13 39, 2400 Lübeck 1
- Hartung C., Prof. Dr.-Ing., Institut f. Biomedizinische  
Technik u. Krankenhaustechnik, Medizinische  
Hochschule Hannover, Postfach 61 01 80,  
3000 Hannover 61  
(S. 413)
- Hasenauer A., Dipl.-Ing., B. Braun Melsungen AG,  
Postfach 110, 3508 Melsungen  
(S. 317)
- Hintze R., Dr. jur., Industrieverband Haus- u.  
Versorgungstechnik Niedersachsen u. Bremen  
e. V., Brandestraße 17, 3000 Hannover 81  
(S. 171)
- Juhl G., Dipl.-Ing., Dr. med., TÜV Product Service  
GmbH, Ridlerstraße 31, 8000 München 2  
(S. 403)
- Katergiannakis M., Dipl.-Ing., Referatsleiter Medizintechnik  
u. Elektrotechnik, Klinikum Steglitz der FU  
Berlin, Hindenburgdamm 30, 1000 Berlin 45  
(S. 79)
- Kaul K. H., Dipl.-Ing., Bender Medizintechnik GmbH  
+ Co. KG, Postfach 7, 6310 Grünberg  
(S. 396)
- Kébreau F., Dipl.-Ing., Staatshochbauamt Hannover II,  
Celler Straße 7, 3000 Hannover 1
- Kerl R., Dr.-Ing., Mühlenkamp 67, 3031 Grethem
- Kindler M., Dipl.-Ing., Sachverständiger,  
Helfensteinstraße 2c, 3500 Kassel

- Klemm P., Dipl.-Ing., Hoyer Medizintechnik  
Handelsges. mbH, Parkallee 44, 2800 Bremen 1  
(S. 301)
- Koch J., Dr.-Ing., Drägerwerk AG, Leiter Entwicklung,  
Pädiatrie MT-PTG, Postfach 13 39, 2400 Lübeck 1  
(S. 383)
- Langner D., Dipl.-Ing., Materialinformationszentrum  
(MIZ) Ges. f. Logistik mbH, Postfach 967,  
2940 Wilhelmshaven  
(S. 190)
- Lemkuhl O., Dipl.-Ing., Fachhochschule Lübeck,  
Stephensonstraße 3, 2400 Lübeck  
(S. 38)
- Lind R., Bender Medizintechnik GmbH + Co. KG.,  
Postfach 7, 6310 Grünberg  
(S. 396)
- Müller D. H., Dipl.-Ing., Städt. Krankenanstalten  
Esslingen, Hirschlandstraße 97,  
7300 Esslingen a. N.  
(S. 198)
- Neuder K., Dr. rer. med., Fresenius AG,  
Daimler Straße 15, 6380 Bad Homburg  
(S. 310)
- Orth H. W., Prof. Dr.-Ing., Fachhochschule Lübeck  
Stephensonstraße 3, 2400 Lübeck  
(S. 38)
- Paulus R., MBB Medizintechnik GmbH,  
Postfach 80 11 68, 8000 München 80  
(S. 366)
- Radandt S., Dr.-Ing., Berufsgenossenschaft f. Nahrungs-  
mittel und Gaststätten, Dynamostraße 7 - 9,  
6800 Mannheim 1  
(S. 255)
- Radtke M., Dipl.-Ing., Hoyer Medizintechnik  
Handelsges. mbH, Parkallee 44, 2800 Bremen 1  
(S. 301)
- Rákoczy T., Dr.-Ing., Brandt-Ingenieure,  
Max-Planck-Straße 2, 5000 Köln 40/Marsdorf
- Rosin O., Dipl.-Ing., TÜV Hannover e. V., Zentralabt.  
Aufzugstechnik, Am TÜV 1, 3000 Hannover 81  
(S. 240)

- Roth H., Dipl.-Ing., Siemensstraße 62,  
3057 Neustadt 1  
(S. 10)
- Rusche S., Dipl.-Ing., Med. Klinik II,  
Medizinische Einrichtungen, RWTH Aachen,  
Pauwelsstraße, 5100 Aachen  
(S. 323)
- Seetzen G., Dipl.-Ing., Techn. Direktor, Techn.  
Verwaltung, Medizinische Hochschule Hannover,  
Postfach 61 01 80, 3000 Hannover 61
- Seitz W., Prof. Dr. med., Zentrum Anaesthesiologie I,  
Medizinische Hochschule Hannover,  
Postfach 61 01 80, 3000 Hannover 61
- Siegel E., PD Dr. rer. nat., Drägerwerk AG,  
Wissenschaftliche Kundenbetreuung,  
Postfach 13 39, 2400 Lübeck 1  
(S. 297)
- Sulzberger G., Dipl.-Ing., Suter & Suter AG  
Binzmühle Straße 14, CH-8050 Zürich  
(S. 185)
- Schäfer H., Zentralsterilisation, Medizinische  
Hochschule Hannover, Postfach 61 10 80,  
3000 Hannover 61  
(S. 126)
- Schilling H., SEW GmbH, Industriering Ost 90,  
4152 Kempen 1  
(S. 1)
- Schirrmeister V., Dipl.-Ing., Bereich Medizintechnik,  
Siemens AG, Henkestraße 127, 8520 Erlangen  
(S. 332)
- Schmidt A., Dr. jur., Gärtnerweg 5, 3000 Hannover-  
Bemerode  
(S. 162)
- Schmidt P., Dr.-Ing., Weiss Klimatechnik GmbH,  
6301 Reiskirchen (Lindenstruth)  
(S. 70)
- Schultheis R., Dr.-Ing., Med. Klinik II,  
Medizinische Einrichtungen, RWTH Aachen,  
Pauwelstraße 30, 5100 Aachen  
(S. 323)

- Starke E., Dipl.-Kfm., Gf. WRG, Wirtschaftsberatung-  
u. Revisionsges.- Wirtschaftsprüfungsgesell-  
schaft, Podbielskistraße 348, 3000 Hannover 51
- Tadge F., Techn. Verwaltung, Medizinische Hochschule  
Hannover, Postfach 61 01 80, 3000 Hannover 61  
(S. 83)
- Thieme K. H., Siemens AG, ANLA 331 V 12,  
Hofmannstraße 51, 8000 München 70  
(S. 291)
- Trepte L., Dr., Dornier System GmbH, Postfach 13 60,  
7990 Friedrichshafen  
(S. 41)
- Twachtmann W., Dipl.-Ing., TÜV Norddeutschland e. V.,  
Große Bahnstraße 31, 2000 Hamburg 54  
(S. 229)
- Uhlhorn G., Dipl.-Ing., Lausitzer Weg 12,  
2406 Stockelsdorf  
(S. 203)
- Wagner M., Dipl.-Ing., DEKRA AG, Hauptverwaltung,  
Postfach 81 02 07, 7000 Stuttgart 80  
(S. 247)
- Warnck W., Dipl.-Ing., Philips Medizin Systeme GmbH,  
Röntgenstraße 24, 2000 Hamburg 63  
(S. 178)
- Wawra W., Dipl.-Ing., Apenrader Straße 37,  
3000 Hannover 1
- Wecker H., PPG Hellige GmbH,  
Heinrich-von-Stephan-Straße 4, 7800 Freiburg  
(S. 375)
- Wedler H., Dipl.-Ing., Olympus Winter & Ibe GmbH,  
Kühnstraße 61, 2000 Hamburg 70  
(S. 390)

# Fachliteratur Krankenhaustechnik

zu beziehen durch:  
Fachverlag für Krankenhaustechnik  
Postfach 610324

3000 Hannover 61

---

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, Raumlufttechnik, 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 A 5. 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, EIT-Sicherheit, Aus- und Fortbildung.

1991. Format DIN A 5. 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 A 5. Kartoniert. 110 Seiten.

40,— DM

HospiTech '88 Hannover

16. Kongreß für Krankenhaustechnik

»Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus«

Öffentliche Förderung, Krankenhaus-Verwaltung / Wirtschaftsdienste, Klinik / technische Bereitschaft, sichere Medizintechnik, Gefahrenvorsorge Krankenhaustechnik, Service, Logistik, VER-Bereiche: Energie, Eit, Kälte, Medien, Sanitär, Gebäudeautomation.

1988. Format DIN A 5. Kartoniert. 461 Seiten.

75,— DM

HospiTech '87 Hannover

15. Kongreß für Krankenhaustechnik

»Technische Ver- und Entsorgung im Krankenhaus«

Versorgungs-Bereiche: Eit, Energie, Wärme, Kälte, Medien, Raumlufttechnik, Entsorgung: Abfall, Abwasser, Hygiene, Umweltschutz: Emission, Immission, Smog, Strahlen-, Schallschutz.

1987. Format DIN A 5. 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 A 5. 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 A 5. 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 A 5. Kartoniert. 405 Seiten.

70,— DM

11. Fachtagung Krankenhaustechnik

»Elektrizitätsversorgung und elektrotechnische Anlagen im Krankenhaus«

Netz, Verteilung, Anlagen, Betriebssicherheit, Ersatzstromversorgung, Schutzmaßnahmen, VDE, Strom-  
lieferung, Kommunikationssysteme.

1983. Format DIN A 5. Kartoniert. 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 A 5. Kartoniert. 376 Seiten.

65,— DM

9. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Technik zentraler Dienste im Krankenhaus«**

Technische Dienste, Küche, Wäscherei, Transport, Lager, Abfall, Reinigung, Sterilzentralen, Schreibdienst, EDV-, Archivwesen.

1981. Format DIN A 5. Kartoniert. 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 A 5. Kartoniert. 235 Seiten.

50,— DM

7. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Instandhaltung medizintechnischer Geräte«**

Gerätesicherheit, Prüfungen, Service, TSZ, Gerätepflege, Handhabung, Service, -verträge.

1979/80. Format DIN A 5. Kartoniert. 222 Seiten.

50,— DM

6. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Energie im Krankenhaus«**

Lieferung, Verbrauch, Kosten, Wirtschaftlichkeit, Energieeinsparung, Versorgungsbereiche: Elt, Wärme, Kälte.

1979. Format DIN A 5. Kartoniert. 343 Seiten.

60,— DM

5. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Klimaanlagen im Krankenhaus«**

Klima-Hygiene, Anlagenarten, -ausführung, Betrieb, Instandhaltung, Energieverbrauch, -rückgewinnung, Betriebskosten, Brandschutz, Vorschriften.

1978. Format DIN A 5. Kartoniert. 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 A 5. Kartoniert. 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