

# **Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus**

Vorträge  
gehalten anlässlich der  
HospiTech '88

16. Kongreß und Ausstellung für Krankenhaustechnik

27. bis 29. September 1988  
Messegelände Hannover

Herausgeber und Wissenschaftliche Leitung:  
Prof. Dr. C. Hartung, Prof. Dr. O. Anna  
Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik  
Medizinische Hochschule Hannover

Durchgeführt in Verbindung mit der  
Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik 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.

Sehr geehrte Tagungsteilnehmer!

Im Krankenhaus ist der Technische Dienst für die technische Versorgung und Entsorgung zuständig:

Dem Patienten gegenüber ist eine technische Leistung zu erbringen, die vor allem sicher funktioniert. Hier müssen Maßnahmen im wesentlichen präventiv, d. h. einem technischen Ausfall vorbeugend, getroffen werden.

Der Klinik gegenüber hat die Krankenhaustechnik in erster Linie durch medizinisch-technisches Management für Verfügbarkeit zu sorgen, für einsatzbereite Geräte, funktionierende Installationen und technisch geschultes Personal.

Die Krankenhausverwaltung muß mit technischem Sachverstand bei Entscheidungen bzgl. des wirtschaftlichen Managements unterstützt werden.

Nach außen hin vertritt die Krankenhaustechnik ihr Haus in allen Belangen, die unmittelbar mit dem technischen Betrieb zusammenhängen, der Industrie, Planern, Behörden und sonstigen Instanzen gegenüber, mit dem Ziel, die Gebrauchsfähigkeit der Betriebstechnik und Medizintechnik zu erhalten und zu verbessern.

Die Unzulänglichkeit technischer Arbeitsmittel und -abläufe birgt Gefahren in sich und verändert unsere Umwelt. Auch die Krankenhaustechnik ist nicht perfekt und bedarf fachkundiger Überwachung. Der Krankenhaustechniker ist zunehmend verpflichtet, Ökologie zu betreiben, um die Umwelt zu schützen, aber auch gezwungen, präventive Maßnahmen zu ergreifen, um Patienten, Anwender und Betreiber vor Umwelteinflüssen zu schützen.

Die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Krankenhaustechnik, Patienten und krankenhausinternen Betriebsstellen einerseits sowie zwischen der Krankenhaustechnik und dem Krankenhausumfeld andererseits stehen im Mittelpunkt des Kongreßpro-

grammes der diesjährigen HOSPITECH 88 "Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus".

- Zusammenarbeit mit der Krankenhaustechnik nach innen und außen,
- Bestandaufnahme, Analyse und Verbesserung oder Beibehaltung betrieblicher Zustände und Abläufe,
- Sicherung des Versorgungsauftrags durch vernünftige Technik,
- Anpassung an den Fortschritt und Wandel der Technik sowie an die sich verändernde Sicht der Öffentlichkeit und Fachwelt auf Humanität, Ökonomie und Ökologie unter Beachtung des Machbaren,
- Wirtschaftlicher Betrieb und Erfahrungsaustausch,
- Arbeitssicherheit, -schutz, technische Verfügbarkeit, Kontrolle und Betriebspraxis und
- Gesetze, Vorschriften und Regeln der Technik

werden auf diesem Kongreß für Krankenhaustechnik genauso behandelt, wie

- Geräte- und Anlagentechnik als solche sowie deren Aufgaben und Funktionieren in den Betriebsbereichen Klinik, Pflege, Verwaltung und verschiedenen Ver- und Entsorgungseinrichtungen.

Ca. 40 Vorträge werden sich mit dem Generalthema "Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus" befassen. Die dreitägige Veranstaltung wird durch eine Industrieausstellung und Fachvorträge ausstellender Unternehmungen abgerundet.

Den Vortragenden, Vorsitzenden, Ausstellern und Inserenten sei an dieser Stelle besonders herzlich dafür gedankt, daß sie unsere Absichten und Bemühungen unterstützen.

Allen Teilnehmern danken wir für ihren Besuch und wünschen allen Beteiligten einen interessanten und angenehmen Aufenthalt in Hannover.

## HospITech Hannover 1988 · Kongreß-Programm

### »Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus«

Dienstag, 27. September 1988		Mittwoch, 28. September 1988		Donnerstag, 29. September 1988	
Kongreß-Saal »Hannover«	Kongreß-Saal »Braunschweig«	Kongreß-Saal »Hannover«	Kongreß-Saal »Braunschweig«	Kongreß-Saal »Hannover«	Kongreß-Saal »Braunschweig«
	10.00 bis 11.00 Uhr Eröffnung	9.00 bis 11.00 Uhr Öffentliche Förderung	9.00 bis 11.00 Uhr Versorgungsbereich Raumluft	9.00 bis 11.00 Uhr Gefahrenvorsorge Krankenhaustechnik	9.00 bis 11.00 Uhr Gebäudeautomation und -sicherung
PAUSE					
11.45 bis 13.00 Uhr Klinik und tech- nische Bereitschaft	11.45 bis 13.00 Uhr Bauliche Sicherheit	11.45 bis 13.00 Uhr Verwaltung und Verantwortung	11.45 bis 13.00 Uhr Elektrotechnische Versorgung	11.45 bis 13.00 Uhr Wirtschaftsdienste I	11.45 bis 13.00 Uhr Sanitärtechnik
MITTAGSPAUSE					
15.00 bis 17.00 Uhr Sichere Medizintechnik	15.00 bis 17.00 Uhr Energiewirtschaft	15.00 bis 17.00 Uhr Service-Alternativen	15.00 bis 17.00 Uhr Kälte und Medien	15.00 bis 16.45 Uhr Wirtschaftsdienste II/ Schlußwort	15.00 bis 16.45 Uhr Krankenhauslogistik/ Schlußwort
<p>Jahreshauptversammlung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik e.V. (WGKT) im Konferenzraum des Bettenhauses der Medizinischen Hochschule Hannover am Montag, dem 26. September 1988, von 17.00 bis 19.00 Uhr</p>					

# Programm und Inhalt

**Montag, 26. September 1988**

17.00 Uhr bis 19.00 Uhr

**Jahreshauptversammlung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik e.V. im Konferenzraum des Bettenhauses der Medizinischen Hochschule Hannover**

**Dienstag, 27. September 1988**

**Kongreß-Saal »Hannover«**

## **Klinik und technische Bereitschaft**

Vorsitz: J. Drescher, Hannover; O. Anna, Hannover

11.45 Uhr Hygiene-Abnahmen und -Kontrollen in der Krankenhaustechnik  
H. Bösenberg, Münster 1

12.15 Uhr Organisation und Durchführung der Gerätepflege  
— aus medizinischer Sicht —  
J. Kilian, Ulm 9

— aus technischer Sicht —  
H. Romfeld, Lübeck 15

12.45 Uhr Diskussion / Mittag

## **Sichere Medizintechnik**

Vorsitz: R.-D. Böckmann, Gießen; W. Kreinberg, Hannover

15.00 Uhr Umsetzung der MedGV:  
Vorgefundenes, Erkenntnisse, Empfehlungen  
J. Trappe, Stuttgart 32

15.30 Uhr Die Praxis der sicherheitstechnischen Kontrollen nach § 11 MedGV  
O. Anna, Hannover 47

16.00 Uhr Nach MedGV nun RöV: Pflichten und Termine  
H. St. Stender, Hannover 53

16.30 Uhr Diskussion

17.00 Uhr Ende

## **Dienstag, 27. September 1988**

### **Kongreß-Saal »Braunschweig«**

#### **Eröffnung der HOSPITECH '88**

- 10.00 Uhr Begrüßung der Kongreßteilnehmer  
O. Anna, Hannover
- 10.15 Uhr Über Anlaß und Hintergründe zur Tagungsthematik  
C. Hartung, Hannover
- 11.00 Uhr Pause

#### **Bauliche Sicherheit**

- Vorsitz: V. Plaß, Hannover; L. Pollak, Hannover
- 11.45 Uhr Verkehrserschließung:  
Patientenströme im Betriebs- und Gefahrenfall  
K. Schoeppe, Stuttgart 64
- 12.15 Uhr Fallbeispiel:  
Erkenntnisse aus einem Krankenhausbrand  
V. Lück, Essen 71
- 12.45 Uhr Diskussion / Mittag

#### **Energiewirtschaft**

- Vorsitz: L. Pollak, Hannover; A. Jahn, Berlin
- 15.00 Uhr Baulicher Wärmeschutz und Feuchteschutz  
E. Köstner, Hannover 77
- 15.30 Uhr Energieverbrauch und Kosten methodisch senken!  
H. Draxler, Wien 89
- 16.00 Uhr Alternativen beim Energiebezug — vielleicht Fernwärme?  
W. Bergmann, Hamburg 104
- 16.30 Uhr Diskussion
- 17.00 Uhr Ende

## Mittwoch, 28. September 1988

### Kongreß-Saal »Hannover«

#### Öffentliche Förderung

- Vorsitz: H. O. von Gaertner, Mainz; H. Gudat, Mainz
- 9.00 Uhr Die Hinzuziehung von freiberuflich Tätigen:  
Empfehlungen, Für und Wider  
K. W. Graff, Stuttgart 115
- 9.30 Uhr Medizintechnische Großgeräte:  
Bedarfsplanung, Wirtschaftlichkeit, Genehmigung  
R. J. Wabnitz, Mainz 123
- 10.00 Uhr Fachliche Betreuung bei bau- und betriebstechnischen Sanierungen seit 1980  
H. Gerriets, Hannover 130
- 10.30 Uhr Diskussion / Pause

#### Verwaltung und betriebliche Verantwortung

- Vorsitz: S. Hänßel, Hannover; G. Wietzke, Hannover
- 11.45 Uhr Welche Ergebnisse fördern Wirtschaftlichkeitsprüfungen zutage?  
H. Freymann, Düsseldorf 137
- 12.15 Uhr Neuere Rechtssprechung zur Verfügbarkeit des Krankenhauses  
F.-H. Kuhl, Hannover 143
- 12.45 Uhr Diskussion / Mittag

#### Service-Alternativen

- Vorsitz: C. Hartung, Hannover; R. Hintze, Hannover
- 15.00 Uhr Technischer Betrieb und Überwachung in externer Hand —  
funktioniert und rechnet sich diese Alternative?  
W. Soest, Hamburg 151
- 15.30 Uhr Fallbeispiel Medizintechnik  
J.-V. Hanreich, Wien 169
- 16.00 Uhr Fallbeispiel Haustechnik  
N. Adler, München 178
- 16.30 Uhr Diskussion
- 17.00 Uhr Ende



# Mittwoch, 28. September 1988

## Kongreß-Saal »Braunschweig«

### Versorgungsbereich Raumluf

- Vorsitz: K.-W. Kraupner, Hamburg; A. Jahn, Berlin
- 9.00 Uhr Wirtschaftlicher durch Regelung raumluftechnischer Anlagen  
S. Baumgarth, Braunschweig 190
- 9.30 Uhr Raumluftechnische Anlagen — Instandhaltung  
K.-D. Fey, Butzbach 204
- 10.00 Uhr Ausfall der OP-Klimaanlage — was tun?  
P. Schmidt, Reiskirchen 210
- 10.30 Uhr Diskussion / Pause

### Elektrotechnische Versorgung

- Vorsitz: O. Anna, Hannover; W. Kreinberg, Hannover
- 11.45 Uhr Netzprobleme?  
U. Spindler, Bonn 219
- 12.15 Uhr Sicherheitsstromversorgung  
E. Pointner, München 227
- 12.45 Uhr Diskussion / Mittag

### Kälte und Medien

- Vorsitz: H. Wadzinski, Mannheim; J. Paul, Flensburg
- 15.00 Uhr Sicherheit in der Kältetechnik  
H. Kern, Mannheim 233
- 15.30 Uhr Kältelogistik im Krankenhaus  
B. Kriewald, Köln 244
- 16.00 Uhr Medizinische Gasversorgung, Druckluft, Vakuum  
H. Beuster, Lübeck 251
- 16.30 Uhr Diskussion
- 17.00 Uhr Ende

# Donnerstag, 29. September 1988

## Kongreß-Saal »Hannover«

### Gefahrenvorsorge Krankenhaustechnik

Vorsitz:	M. Tryzna, Hannover; D. Junker, Hannover	
9.00 Uhr	Perspektiven für die Entwicklung der Sicherheitstechnik W. Defren, Mannheim	262
9.30 Uhr	Zentrale Sterilgutversorgung — Praxis H. Schaefer, Hannover	275
9.45 Uhr	Begasung mit Ethylenoxid — rechtliche und personelle Voraussetzungen gemäß TRGS 512 G. Just, Hannover	283
10.00 Uhr	Untersuchungen an radioaktiv-kontaminierten Luftfiltern eines Großklinikums R. Hindricks, Hannover	291
10.30 Uhr	Diskussion / Pause	

### Wirtschaftsdienste I

Vorsitz:	W. Riedel, Wolfenbüttel; K. Beste, Hannover	
11.45 Uhr	Material- und Lagerwirtschaft R. H. Randel, Heidelberg	301
12.15 Uhr	Wäsche und Wäscherei — heute R. Schmitz-Hertzberg, Hannover	317
12.45 Uhr	Diskussion / Mittag	

### Wirtschaftlichkeitsdienste II

Vorsitz:	K. Beste, Hannover; W. Riedel, Wolfenbüttel	
15.00 Uhr	5 Jahre Betriebserfahrung mit einem Küchenverpflegungssystem K.-F. Globig, Braunschweig	329
15.30 Uhr	Problemmüll-Entsorgung in einem Großklinikum W. Silber, Völklingen	337
16.00 Uhr	Diskussion	
16.30 Uhr	<b>Schlußwort</b> O. Anna, Hannover	
16.45 Uhr	Ende	

# Donnerstag, 29. September 1988

## Kongreß-Saal »Braunschweig«

### Gebäudeautomation und -sicherung

Vorsitz: O. Anna, Hannover; E. Hadré, Rösrath

- 9.00 Uhr Überwachung, Steuerung und Optimierung mit Energie-Management-Systemen  
K. Müller, Wolfenbüttel 345
- 9.30 Uhr Betriebserfahrungen mit einer ZLT-G-Anlage  
J. Granz, Bremen 356
- 10.00 Uhr Brandmelde- und Überwachungsanlagen  
D. Stinshoff, München 372
- 10.30 Uhr Diskussion / Pause

### Sanitärtechnik

Vorsitz: G. Ganzloser, Hannover; C. Hartung, Hannover

- 11.45 Uhr Sanitärtechnik und Behinderte — Erkenntnisse aus einer Rheumaklinik  
H. Feurich, Berlin 377
- 12.15 Uhr Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von sanitärtechnischen Anlagen — neue Forderungen nach DIN 1988  
K. Rudat, Berlin 406
- 12.45 Uhr Diskussion / Mittag

### Krankenhaus-Logistik

Vorsitz: O. Rosin, Hannover; M. Tryzna, Hannover

- 15.00 Uhr Lager- und Transporttechnik im Krankenhaus  
D. Berger, Heidelberg 430
- 15.30 Uhr Service an Aufzuganlagen, Anpassung an die aktuelle Nutzung  
G. Zucknick, Berlin 445
- 16.00 Uhr Diskussion
- 16.30 Uhr **Schlußwort**  
C. Hartung, Hannover
- 16.45 Uhr Ende

**Verzeichnis der Redner und Vorsitzenden** 453

**Fachliteratur Krankenhaustechnik** 459

Hygiene-Abnahmen und -Kontrollen in der Krankenhaustechnik  
von H. Bösenberg, Münster

Als 1969 in Hamburg-Eppendorf die raumlufttechnischen Anlagen im Zusammenhang mit gesundheitlichen Schäden gesehen wurden, verdeutlichte dies herausragend, daß technischer Fortschritt nicht zwangsläufig mit Verbesserungen der Hygiene gleichzusetzen ist. Diese Erkenntnis führte zur Überarbeitung von Normen. Die Hinzuziehung von Hygienikern blieb nicht mehr die Ausnahme. Die Gesundheitsbehörden der Länder der Bundesrepublik Deutschland entschlossen sich gemeinsam (trotz der sonstigen politischen Gegensätze!), das Bundesgesundheitsamt zu bitten, die Regeln der Hygiene für das Krankenhaus in einer "Richtlinie für die Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Krankenhausinfektionen" zusammenzustellen.

Obwohl allgemein bekannt ist, daß die meisten hospitalbedingten Infektionen (Krankenhausinfektionen, nosokomiale Infektionen, infektiöser Hospitalismus) weniger durch technische Fehler als durch Kontakte über Personen ausgelöst werden, erscheint das Einhalten hygienischer Regeln in der Technik bedeutsamer als die besonders wichtigen Verhaltensregeln beim persönlichen Umgang mit Kranken. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß Einvernehmen bei der Festlegung naturwissenschaftlich-technischer Prozesse schneller herzustellen ist, als die Reglementierung von Verhaltensweisen. Es kommt hinzu, daß die Ausschaltung von Gesundheitsgefahren aus technischen Ursachen spektakulärer wirken kann, wenn es sich um Schadstellen handelt, die ein Einwirkungsspektrum auf eine Vielzahl von Menschen besitzen (z.B. Wasserversorgungseinrichtungen, Klimaanlage, usw.). Hieraus resultiert allerdings oft auch wieder eine Überbewertung technischer Möglichkeiten, die leicht zum Perfektionismus in technischen Ausstattungen führen kann, ohne daß gesundheitliche Effizienz zu erwarten ist.

Bei der Bewertung gesundheitlicher Risiken durch technische Einrichtungen gewinnt seit einiger Zeit die Tatsache an Bedeutung, daß zunehmend in Krankenhäusern Patienten erfolgreich behandelt werden können, die krankheits- oder therapiebedingt eine Abwehrschwäche gegen Infektionskrankheiten ent-

wickeln. Je mehr die Medizin (und damit auch die Medizintechnik) leistet, desto zahlreicher können Patienten in Grenzsituationen am Leben erhalten werden, die früher unbeherrschbar zum Tode führten. Für die Abschirmung der Patienten vor Infektionskrankheiten ist es bedeutsam, daß nicht nur bekannte Krankheitserreger aus dem Umfeld dieser Patienten ausgeschaltet werden müssen, sondern vor allem ubiquitär (d.h. auch am Gesunden, am Patienten, an den Ärzten oder an den Pflegekräften) vorkommende Keime, die sich unter den Bedingungen des Krankenhauses leicht zu aggressiven Krankheitserregern entwickeln. (Daraus resultieren - für den Laien oft unverständliche - Sonderregelungen innerhalb eines Krankenhauses (z.B. in Bezug auf die Abfallentsorgung), die außerhalb des Hospitals unnötig sind, da die genannten, an Patienten adaptierten Keime keine Aggressivität gegen Gesunde entwickelt haben.)

Weiterhin wird vom Laien oft nicht verstanden, daß zur Übertragung einer Infektionskrankheit in der Regel nicht einzelne Keime genügen, sondern (insbesondere bei Krankenhausinfektionen) stets eine große Zahl von Erregern hierzu erforderlich ist. Bei Hygienekontrollen ist deshalb nicht immer die Sicherung eines keimfreien Zustandes anzustreben; sondern die Verhütung der Bildung von Keimquellen, aus denen in großer Zahl Erreger von Krankenhausinfektionen auf den Patienten gelangen können. Hieraus resultieren für den Laien oft unverständliche Anforderungsunterschiede der Hygiene an äußerlich für ihn gleich erscheinende Bereiche. In der Regel gilt, daß eine völlige Eliminierung aller potentiellen Erreger nosokomialer Infektionen weder erforderlich noch technisch erreichbar ist.

Die Beurteilung eines effektiven Hygienekonzepts durch den Laien wird zusätzlich erschwert dadurch, daß bei verschiedenen Krankenversorgungssystemen sehr unterschiedliche Gegebenheiten aus Sicht der Hygiene toleriert werden können, da die betreuten Patienten meist sehr unterschiedlich stark gefährdet sind. Deshalb können Normen und Richtlinien nicht perfektionistisch angewandt und einheitlich technische Sicherheitssysteme in einem Krankenhaus nicht gefordert werden. Der in der Laienwelt oft artikulierte Ruf nach Berücksichtigung aller nur denk-

baren Faktoren zur gesundheitlichen Absicherung ist unrealistisch, weil dies einerseits nicht finanzierbar, andererseits nicht mit einer Maximierung des allgemeinen Gesundheitsschutzes verbunden ist. So bedeutet z.B. die Anwendung umfassender chemischer Desinfektionsverfahren gleichzeitig eine zusätzliche Belastung mit bioaktiven Schadstoffen.

Effektive Hygiene bedeutet, stets eine Güterabwägung zwischen der abschätzbaren Gefahrengröße, der eventuell durch eine einzuleitende Maßnahme resultierenden Schadfaktoren und der wirtschaftlichen Vertretbarkeit im Hinblick auf den Umfang der Wirkung vorzunehmen, um verschiedene Schadensfaktoren optimal einzugrenzen. Dies gilt auch im allgemeinen Leben, in dem es keinen Weg zu einer vollständigen Schadenseliminierung gibt. Erstaunlicherweise sind derartige Forderungen seltener, wenn es sich um Angelegenheiten der privaten Lebensführung handelt. Oft sind Vernachlässigungen bestehender Sicherheitserkenntnisse sogar fast die Regel. Wieviele Kraftfahrer mißachten bei Regen physikalische Gesetze, obwohl ihnen Aquaplaning und dessen Folgen täglich demonstriert werden.

Hygieneplanung, -abnahme und -kontrollen sind umso effektiver, je mehr Kenntnisse über die Nutzung vorliegen. Erster Grundsatz für die Entwicklung eines Hygieneüberwachungsplanes ist die genaue Analyse der Funktion. Dazu genügt es nicht, sich aufgrund von Konstruktionszeichnungen ein Bild zu machen. Dringend zu empfehlen sind "Sandkastenspiele", bei denen alle Funktionen durchgespielt und gemeinsam mit den beteiligten Berufungsgruppen (Ärzte, Pflegekräfte, technische Leiter, Verwaltungsleiter) die Nutzungsregeln entwickelt werden:

Wie verhalten sich Patienten?

Welche Aufgaben hat das Personal zu erfüllen?

Wie werden Materialien bewegt?

Welche Einflüsse aus technischen Bereichen sind zu erwarten?

Welche wirtschaftlichen Lasten treten auf?

Alle Beteiligten müssen sich darüber im klaren sein, daß die technischen Fortschritte in der Medizin in der Regel ungeheuerlich sind. Behandlungs- und Diagnoseverfahren können sich in

kurzer Zeit ändern. Es muß Bestandteil der "Sandkastenspiele" sein, auch Zukunftsvisionen in die Planung einfließen zu lassen, damit gegebenenfalls leichter Realisierungsmöglichkeiten gefunden werden. Tritt die Notwendigkeit zur Umpassung oder zum Umbau auf, so ist das Risiko, "Schuldige" suchen zu müssen, geringer, wenn alle nach bestem Wissen die Vorplanungen abgestimmt haben.

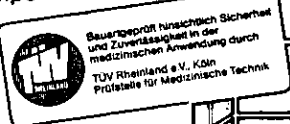
Nicht zuletzt muß darauf hingewiesen werden, daß bei einer Vielzahl angebotener technischer Ausrüstungen zwar mit dem Hinweis auf hygienische Verbesserungen geworben wird, oft aber eine hygienische Effizienz nicht nachzuweisen ist oder die vorgelegten Untersuchungen nicht den Praxisverhältnissen entsprechen. Bemerkenswerterweise konnte dieses Problem auch durch die Medizingeräteverordnung vom 14.01.1985 nicht gelöst werden. §4 MedGV verlangt vom Hersteller die Lieferung einer Gebrauchsanweisung, die unter anderem auch Angaben zur Desinfektion und Sterilisation enthalten muß. Dabei wird nicht der Nachweis einer Wirksamkeit verlangt. Dem Anwender wird jedoch durch §6 Abs.4 MedGV als letzte Sicherheitsmaßnahme vorgeschrieben, daß er sich bei den Geräten der Gruppe 1,3 oder 4 von der Funktionssicherheit zu überzeugen hat. Für unzutreffende Aussagen der Gebrauchsanweisungen würde dadurch die direkte Verantwortung auf den Anwender übergehen. Die Vielfalt technischer Einrichtungen im Krankenhaus zwingt im Rahmen eines kurzen Referates zur Beschränkung auf wichtige Details. Dieser Einengung kommt für die Praxis der Hospitaltechnik nur untergeordnete Bedeutung zu, da das grundlegende Vorgehen bei den Kontrollen des Hygienikers auch für verschiedene Systeme gleich ist. Es bestehen auch keine grundsätzlichen Unterschiede zur Bewertung mobiler technischer Einrichtungen.

Der erste Schritt einer Hygienekontrolle besteht für den Hygieniker darin, möglichst weitgehend die Konstruktionsprinzipien einer technischer Einrichtung zu erfassen. Hierbei empfiehlt sich enge Zusammenarbeit mit dem Techniker, um für den Arzt besser die Zugangsfähigkeit zur Technik zu eröffnen. Daran schließen sich gedankliche Analysen, um mögliche Eintragung oder Verbreitung belebter (Mikroorganismen) oder un-

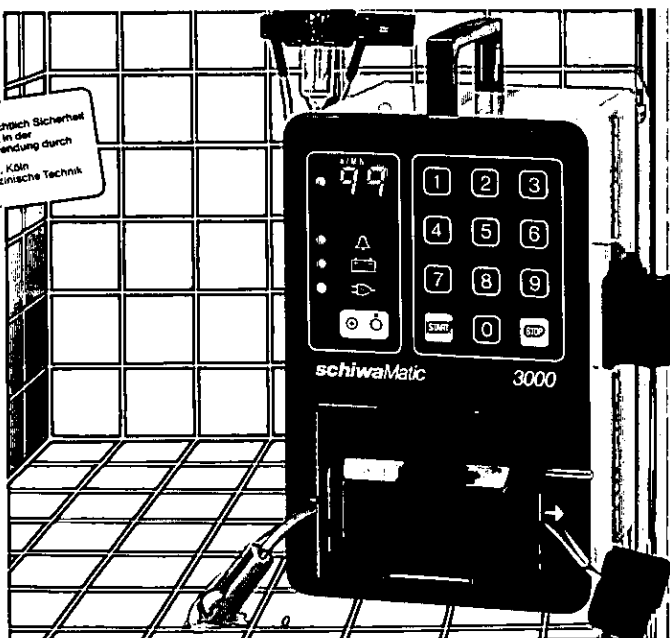
# Maßstab für Sicherheit und Wirtschaftlichkeit: Schiwa Infusionspumpen.

## *schwaMatic* 3000

Tropfengesteuerte  
Infusionspumpe

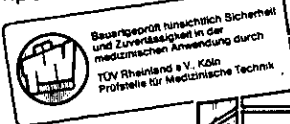


Das Gerät entspricht den  
Anforderungen der neuen Med GV.

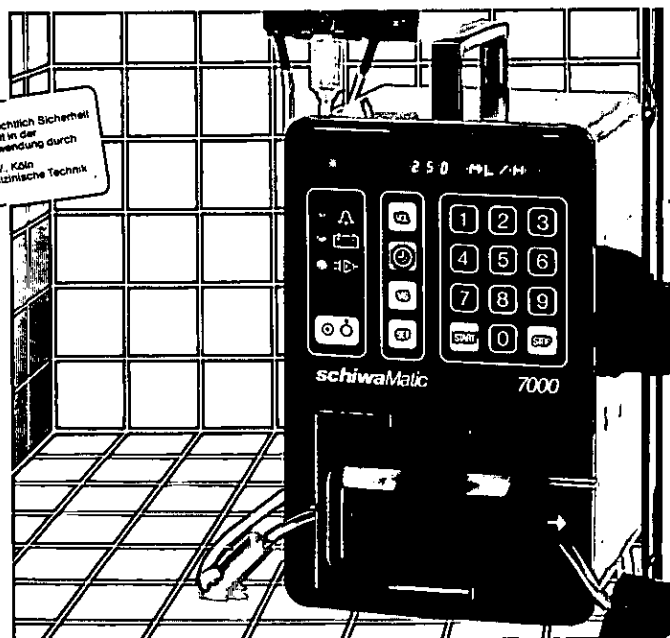


## *schwaMatic* 7000

Volumengesteuerte  
Infusionspumpe



Das Gerät entspricht den  
Anforderungen der neuen Med GV.

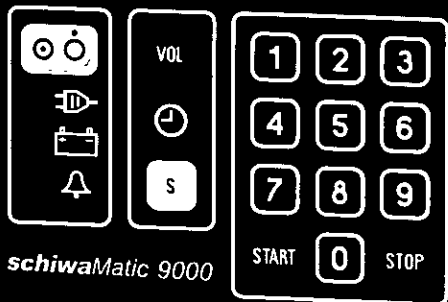


Schiwa Infusionspumpen sind das Ergebnis engster Zusammenarbeit mit der klinischen Praxis. Sie repräsentieren vor dem Hintergrund der aktuellen technisch-ergonomischen Entwicklung ein hohes Maß an Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Bedienungsfreundlichkeit.



**schivaMatic 9000**  
Volumetrische  
Infusionspumpe

**Sicherheit  
und Präzision  
mit der  
Technik von  
morgen**



**schivaMatic 9000**

**schiva**

Kroll-Gruppe

Das Gerät entspricht den Anforderungen der DIN EN 12459

belebter Schadfaktoren (z.B. Narkosegase) zu erkennen. Nun erfolgt die Besichtigung des technischen Gewerkes. (Die "in Augenscheinnahme" ist wie für den Techniker auch ein besonders wichtiges Verfahren des Hygienikers. Sie deckt bei der Routineüberwachung meist schon die häufigsten Fehler - die Wartungsfehler - vor dem Ergebnis wissenschaftlicher Analysen auf.) Aber auch bei Abnahmeuntersuchungen spielt die Inspektion eine große Rolle. Bei raumlufttechnischen Anlagen muß vermutet werden, daß das Schwergewicht der konstruktiven Planungen den Techniker verleitet, die endgültige Montage dem Spiel der Bauausführenden als mehr nebensächliche Arbeit zu überlassen. Aus Sicht der Hygiene ist die Zahl der beschädigten Schwebstofffilter bei der Montage oft erschreckend hoch. Die raumlufttechnische Anlage bereits vom ersten errichteten Element an vor dem Eintrag von Staub und Bauschutt zu bewahren, wird oft versäumt. Gelegentlich ist auch die Ablagerung von Nahrungsresten oder gar Körperausscheidungen während der Installation der raumlufttechnischen Einrichtungen festzustellen. Es ist somit unumgänglich, möglichst umfassend auch das Innere der raumlufttechnischen Einrichtungen zu kontrollieren.

Bereits vor Beginn der Montage einer raumlufttechnischen Anlage muß die Frage der Dichtungsmaterialien geklärt sein. Schaumstoffdichtungen in raumlufttechnischen Einrichtungen von Krankenhäusern müssen verrottungssicher und desinfektionsmittelfest sein. Einfache Schaumstoff-Montagebänder sind in der Regel ungeeignet. Es sollten geschlossenzellige Materialien ausgewählt werden, die Desinfektionsmittel-Belastungstests unterzogen werden. Als Abdichtungsmaterialien haben sich oft Azetatnetzende Silicone bewährt.

Ungelöst ist in vielen Fällen die Wartung der Kühlregister, an denen sich Kondenswasser bildet, das wiederum eine ideale Lebensgrundlage für eine Vielzahl von Mikroorganismen bietet. Hier können ähnliche Verhältnisse im Kanalsystem entstehen, wie an Kältebrücken bei schlecht isolierten Kanalsystemen oder im Umfeld der sogenannten Luftwäschereinheiten.

Der Probetrieb der raumlufttechnischen Einrichtungen muß

mit dem späteren Betrieb unter Praxisbedingungen übereinstimmen. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, vor Aufnahme mikrobiologischer Untersuchungen mit Hilfe von Rauchröhrchen das Einhalten festgelegter Strömungsrichtungen zu kontrollieren und eine ausreichende Durchströmung der belüfteten Räume durch die Zuluft zu erfassen. Mit Hilfe von nun folgenden Partikelzählungen sollten letzte Quellen von Fehlluftbelastungen (z.B. über Kanaldefekte injizierte Luft) ausfindig gemacht werden. Um eine Belastung der Schwebstofffilter zu minimieren, empfiehlt es sich, den sogenannten Ölfadentest nach Montage der Filter zusammen mit den technischen Prüfern durchzuführen. Erst wenn diese vorausgehenden Prüfungen zufriedenstellend verliefen, sollte eine mikrobiologische Prüfung vorgenommen werden. Bei den späteren Routinekontrollen empfiehlt es sich ergänzend, zumindest stichprobenartig die Keimbelastung unter den tatsächlichen Voraussetzungen einer Patientenversorgung zu kontrollieren.

Als weiteres Beispiel für Hygieneabnahmen an technischen Einrichtungen sind Wasserversorgungssysteme anzuführen. Das vor einigen Jahren bekannt gewordene Problem der Legionellenbesiedlung in Warmwassersystemen betrifft nahezu alle Krankenhäuser, die aus Gründen der Energiewirtschaft Wassertemperaturen gesenkt haben. Aus den gemeinsam mit Mathys, Junge und Sobek-Pfeiffer abgeleiteten Erfahrungen als Musterbeispiel für das Vorgehen zum Aufstellen von Sanierungsplänen bei Keimbesiedlungen gesehen werden: In Wasserversorgungssystemen sind alle wasserführenden Bereiche, in denen Wasser stagniert, als problematisch anzusehen. Deshalb müssen regelmäßig alle die Bereiche, die nicht in Zirkulationssysteme eingebunden sind, intensiver überwacht werden als andere. Da Besiedlungen sehr häufig mit der Ausbildung von Belagschichten (z.B. Kesselstein) verbunden sind, sollten vorsorglich bei den Konstruktionsplanungen Möglichkeiten für eine spätere technische Sanierung in Erwägung gezogen werden. Beim Auftreten von Verkeimungen in wasserführenden Systemen ist die Lokalisation der Hauptbesiedlung wichtig für eine effiziente Prophylaxe. So empfiehlt es sich, an verschiedenen Stellen des zu überwachenden Wasser-

leitungssystems die Entnahmehähne zu öffnen und Proben nach unterschiedlichen Zeiten zu entnehmen. Je nach Sitz der Hauptverkeimungsquelle erscheinen die Mikroorganismen in der ersten, in einer mittleren oder in der letzten Entnahmeprobe. Aus den Fließzeiten läßt sich etwa abschätzen, in welcher Höhe das wasserführende System verkeimt ist. In einem großen Universitätsklinikum hat sich z.B. die Warmwassertankhaltung als problematisch erwiesen. Eine Sanierung ließ sich relativ einfach einrichten, indem die Speicherkapazität durch die Nutzung auf jeweils nur einen Vorratstank eingeschränkt wurde. Während der Nutzungszeit eines Wassertanks ist der zweite Wassertank mechanisch von Ablagerungen zu befreien, so daß Mikroorganismen weniger Siedlungspunkte finden.

Die Frage der Sanierung ganzer Leitungsstränge ließ sich durch sukzessive Erhöhung der Warmwassertemperatur experimentell ermitteln. So sinkt die Zahl der nachweisbaren Legionellen bei Temperaturen von mehr als 50°C sukzessive ab. Eine vollständige Sanierung wäre nach Erfahrung anderer Autoren erst bei einer Temperatur von mehr als 70°C zu erwarten. Da die Legionärskrankheit aber eine Erkrankung ist, die sicher nicht durch einzelne Keime übertragen wird, scheint es im Sinne einer Rechtsgüterabwägung vertretbar, einzelne Keime zu tolerieren, um erhöhte Korrosionen und Metallbelastungen der Nutzer des Wassers zu vermeiden. Dies entspricht auch einer kürzlich veröffentlichten Richtlinie des Bundesgesundheitsamtes. Ein bisher weitgehend ungelöstes Problem stellen in Wasserversorgungssystemen aber weiterhin unzugängliche Armaturen (z.B. Thermoregler) dar.

Abschließend sollte darauf aufmerksam gemacht werden, daß es natürlich in einem Krankenhaus neben der Überwachung der zahlreichen technischen Geräte auch Kontrollen an technischen Betriebsmitteln, die das Hygieneniveau im Krankenhaus allgemein beeinflussen, geben muß. So hat sich die Vergabe von Reinigungsarbeiten an sogenannte Fremdleistungsfirmen als nicht unproblematisch erwiesen. Bisher wurde nur wenig erkannt, daß Reinigungsarbeiten in Krankenhäusern nur zuverlässig von speziell geschulten Mitarbeitern ausgeführt werden. Die

eigenen Erfahrungen dokumentieren, welche erschreckenden Besiedlungsformen ein nicht ordnungsgemäß praktizierter Reinigungsplan zur Folge hat. (An dieser Stelle gilt es zu beachten, daß hygienische Routinekontrollen nicht dem Aufdecken von Mängeln im Arbeitsprozess dienen können. Es wäre auch wirtschaftlich nicht vertretbar, die Unkosten mikrobiologischer Untersuchungen als Ersatz für eine klare Arbeitsanleitung und Arbeitsaufsicht aufzuwenden. Ähnlich, wie es unsinnig ist, statt der routinemäßigen Überprüfung von Sterilisationsverfahren sterilisierte Materialien auf einen eventuellen Restkeimgehalt zu untersuchen, ist es völlig unwirtschaftlich, Arbeitstechniken durch Routinekontrollen zu beurteilen. Routinekontrollen in solchen Arbeitsfeldern sollten vorrangig dem Entdecken unvorhersehbarer Zwischenfälle dienen.

Zusammenfassend gilt, für alle Hygienekontrollen im technischen Bereich die Effizienz der Beobachtung vor Ort als erste Überwachungsmaßnahme herauszustellen. Die Beobachtung und Auswertung von Meßinstrumenten muß regelmäßig ergänzt werden durch den Einsatz von Bioindikatoren bzw. chemische Analysen der Wirkstoffgehalte oder die Überprüfung auf sonstige Schadfaktoren.

Literaturhinweis:

Bundesgesundheitsamt: "Richtlinie für die Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Krankenhausinfektionen" - nebst Anlagen  
Bundesgesundheitsblatt bzw.  
Fischer Verlag Stuttgart, Loseblattsammlung 1976 ff.

Anschrift des Verfassers:

Prof.Dr.med.H. Bösenberg  
Institut für Hygiene der  
Westfälischen Wilhelms-Universität  
Robert-Koch-Str. 41  
D-4400 Münster

## Organisation und Durchführung der Gerätepflege

### aus medizinischer Sicht

J. Kilian

Von der Notwendigkeit der Technik in der Medizin sind wir heute alle überzeugt. Wir sind auch überzeugt von der Sicherheit der Technik per se. Dieser positiven Grundeinstellung stehen persönliche Erlebnisse gegenüber, die zeigen, daß die Sicherheit zwar technisch sichergestellt sein kann, in der Anwendung aber dennoch Fehler auftreten, die den Patienten oder den Anwender gefährden oder sogar zu Schäden geführt haben. Unser Bestreben muß daher sein, die möglichen Gefahrenquellen zu erkennen und sie vorbeugend auszuschließen.

Hierfür sind eine Vielzahl von Voraussetzungen zu erfüllen, die beispielsweise die konstruktive Sicherheit, die kontinuierliche und den Erfordernissen angepaßte Gerätepflege, die hygienische Sicherheit, schließlich auch und insbesondere die Sicherheit der Anwendung betreffen. In den hier nur beispielhaft genannten Bereichen müssen für das Erreichen einer höchstmöglichen Sicherheit unterschiedliche Voraussetzungen erfüllt sein. Der Hersteller hat zum Beispiel die jeweils gültigen Regeln der Technik einzuhalten, die Betreiber und Anwender müssen eine ausreichende Gerätepflege garantieren, bei bestimmten Geräten eine qualifizierte Wartung vorsehen, aber auch dafür Sorge tragen, daß alle Anwender, das heißt, sowohl das Pflegepersonal als auch die Ärzte, über ausreichende Kenntnisse und Fähigkeiten zum bestimmungsgemäßen Einsatz der Geräte verfügen. Eine Fehlerfallanalyse zeigt, daß die Mehrzahl der Zwischenfälle aus einer mangelhaften Pflege und Wartung, leider aber auch aus einer Fehlbedienung resultieren. Das sind insbesondere die Zwischenfälle, die mit "menschlichem Versagen" begründet wurden, die also im Wesentlichen auf mangelhafte Kenntnisse und Fähigkeiten

des Personals zurückzuführen waren. Wir sehen die Aufgaben eines Gerätepflegezentrums daher keinesfalls nur in der Technik der Aufbereitung aus hygienischer Sicht, sondern sehen die Aufgaben auch darin, die anwendungstechnischen Probleme zu lösen.

Unsere Fachgesellschaft, die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, hat wiederholt darauf hingewiesen, daß Voraussetzung für eine sichere Anwendung medizinischer Gerät die Strukturierung und Organisation der anfallenden Aufgaben ist.

Um Aussagen über die Aufgaben eines Gerätepflegezentrums zu erhalten, müssen wir uns mit dem Umfeld beschäftigen, in dem es zu arbeiten hat. Die erwünschte Sicherheit kann nur in einem System Mensch, Umwelt und Technik realisiert werden. Sichere Anwendung, sichere Installation und sichere Technik sind die zuzuordnenden Attribute. Die klinische Routine zeigt, daß wir eine technische, hygienische und medizinische Sicherheit zu definieren haben. Die technische Sicherheit bedeutet die komplikationsfreie Anwendung einer definierten Methode und die einwandfreie Funktion eines Gerätes von der technischen Konzeption her. Als hygienische Sicherheit ist zu definieren die gefahrlose oder risikoarme-Mehrfach- bzw. Wiederverwendung eines Gerätes sowie die Durchführung notwendiger hygienischer Maßnahmen ohne Schädigung der Funktionsfähigkeit. Als medizinische Sicherheit ist schließlich die sichere Applikation eingestellter Größen bzw. die rechtzeitige Alarmierung bei auftretenden Abweichungen innerhalb geforderter Leistungsgrenzen, die laufende Kontrolle der Gerätefunktion und die ausreichende Schulung des Personals über die Indikationsstellung und Bedienung der Geräte zu definieren. Gehen wir hier zunächst auf die Aufgaben des Gerätepflegezentrums ein, so zeigt sich, daß es einerseits hygienische und technische Aufgaben zu erfüllen hat, andererseits jedoch zusammen mit dem Betreiber auch organisatorische Aufgaben zu übernehmen hat.

Es muß klar festgestellt werden, daß Gerätepflege nicht nur die Wiederaufbereitung nach Gebrauch bedeutet, sondern das gesamte

Spektrum der Maßnahmen umfaßt, die für den sicheren Einsatz eines Gerätes zu beachten sind.

Bei der Zusammenstellung der Aufgaben zeigt sich, daß eine ganze Reihe administrativer Natur sind, die unabhängig vom technischen Wissen gewährleistet sein müssen. Wir fordern nicht die hier vorgenommene Trennung der administrativen von den technischen Aufgaben, möchten sie jedoch aus didaktischen Gründen im Einzelnen aufführen, um die organisatorischen Aufgaben besser vor Augen zu führen.

#### Administrative Aufgaben

Die von uns geforderte medizinisch-technische Verwaltungsstelle hat demnach folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. Erstellen und Fortschreiben des Bestandsverzeichnisses.
2. Führen der Gerätebücher.
3. Veranlassung und Überwachung der erforderlichen sicherheitstechnischen Kontrollen.
4. Erfassung meldepflichtiger technischer Mängel.
5. Organisation der Personaleinweisung, in Zusammenarbeit mit den leitenden Abteilungssäzten und der Pflegedienstleitung.

#### Technische Aufgaben

Bei der Durchführung der technischen Aufgaben sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

1. Durchführung der erforderlichen sicherheitstechnischen Kontrollen sowie die regelmäßige Instandhaltung und bedarfsweise Instandsetzung, soweit diese Aufgaben nicht dem Hersteller, Lieferanten oder einer Wartungsfirma übertragen werden.



2. Feststellung meldepflichtiger technischer Mängel.
3. Einweisung des Personals in die Technik eines Gerätes in Zusammenarbeit mit den Leitenden Abteilungsärzten und der Pflegedienstleitung.
4. Technische Beratung bei der Geräteneubeschaffung.
5. Technische Übernahme neubeschaffter Geräte.

#### Ärztliche Aufgaben

Um nicht den Anschein zu erwecken, die Ärzte würden hier lediglich die Aufgaben verteilen, ohne selbst Verantwortung zu übernehmen, seien die Aufgaben definiert, die auf den Anwender zukommen:

1. Übernahme des medizinisch-technischen Gerätes nach Einweisung in die Handhabung bei der Inbetriebnahme (und damit Übernahme der Verantwortung für einen sachgerechten Einsatz.)
2. Medizinische Geräteeinweisung des ärztlichen, pflegerischen und medizinisch-technischen Personals.
3. Information der medizinisch-technischen Verwaltungsstelle über die erfolgten Geräteeinweisungen zur Führung der Gerätebücher.
4. Erfassung und Meldung von Funktionsausfällen und -störungen.
5. Organisation und Überwachung der Anwendung medizinisch-technischer Geräte an Patienten im laufenden Betrieb.
6. Erstellen einer Liste über notwendige Nachrüstung oder Aussonderung von medizinisch-technischen Geräten in Zusammenarbeit mit dem Gerätepflegezentrum.

Dieser Versuch einer Zuteilung von Zuständigkeiten kann nicht frei von Fehlern sein. Dennoch erscheint es notwendig, die hier vorgegebenen Strukturen bei dem Krankenhausbetreiber einzufordern. Nur bei einer organisatorischen Struktur und Unterteilung der Aufgaben wird dies möglich sein.

Abschließend noch ein Wort zur Frage der Zuordnung des Gerätepflegezentrums:

Es gibt zwei Möglichkeiten, die angesprochenen Aufgaben durchzuführen. Das Technische Service-Center einerseits - eine sachgebundene Lösung - oder das Gerätepflegezentrum andererseits - eine fachgebundene Lösung. Die beiden Modelle unterscheiden sich grundsätzlich in einem Punkt: Das Technische Service-Center ist zentral angesiedelt und hat bestimmte Aufgaben im Bereich der gesamten Klinik zu erfüllen. Das Gerätepflegezentrum ist dagegen einer Institution zugeordnet und ist in diesem Bereich für alle bereits angesprochenen Aufgaben zuständig.

Mit der Zunahme der Aufgaben durch die MedGV bietet sich die zentrale Lösung mehr und mehr an. Dennoch darf nicht übersehen werden, daß die Gefahr besteht, daß die zentrale Institution nicht mehr vor Ort, wo die Probleme entstehen, arbeitet. Je mehr zentrale Aufgaben eine solche Institution wahrzunehmen hat, um so mehr muß durch klare Organisationsschemata festgelegt werden, wer für welche Aufgaben zu welchem Zeitpunkt verantwortlich ist. Keinesfalls darf es dazu kommen, daß die einzelnen Abteilungen wieder wie früher die tägliche Gerätepflege durchführen und das Technische Service-Zentrum sich auf die technische Betreuung der Geräte zurückzieht. Wir sehen diese Gefahr und werden ihr mit allem Nachdruck entgegentreten. Die Notwendigkeit einer Verbesserung der Sicherheit in der Anwendung medizinisch-technischer Geräte ist anerkannt. Problematisch ist deren Realisierung sowohl aus organisatorischer Sicht als auch in Bezug auf die Deckung des personellen Bedarfs. Anwender, Krankenhausbetreiber und Medizintechnik sollten sich über die ihnen zugewiesenen Aufgaben im klaren sein und entsprechende organisatorische Schemata kooperativ absprechen. Vor-

aussetzung für eine reibungslose und sogleich rationelle Durchführung ist eine sachgerechte Aufgabenverteilung zwischen Betreibern und Anwendern. Es liegt in der Zuständigkeit des Krankenhausdirektoriums, d. h. Betreibern und Anwendern, diese Aufgabenverteilung vorzunehmen.

Korrespondenzanschrift:

Prof. Dr. med. J. Kilian  
Universitätsklinik für Anästhesiologie  
Klinikum der Universität Ulm  
Prittwitzstraße 43  
D-7900 Ulm

## Organisation und Durchführung der Gerätepflege aus technischer Sicht

Hartmut Romfeld, Lübeck

---

### 1. Einführung

Die Organisation und Durchführung der routinemäßigen Gerätepflege muß heute in Operation und Intensivmedizin ein wichtiger Bestandteil der Anwendungssicherheit medizinisch-technischer Geräte sein. Sie kann definiert werden als das Herbeiführen eines durch die normativen Regelungen und Empfehlungen von Fachgremien festgelegten Sollzustandes von Geräten und deren Zubehör in festgelegten Intervallen.

Hygiene / Medizin	Technik
<ul style="list-style-type: none"><li>• BGA-Richtlinien</li><li>• B.-Seuch.-Gesetz</li><li>• DGAI-Empfehlungen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• DIN</li><li>• IEC / VDE</li><li>• MedGV</li></ul>






Abb. 1 Wichtige normative Regelungen für die Gerätepflege

So fordert die MedGV explizit Angaben über Funktionsprüfungen, Pflege - also hygienische Aufbereitung - und Wartung in den Betriebsanleitungen.

Weiter fordert die DIN 13252 für Inhalationsnarkosegeräte Pflege-, Prüf- und Checklisten als Teil der Betriebsanleitungen.

Alle Maßnahmen sind zusätzlich unter besonderer Beachtung betrieblich-organisatorischer, wirtschaftlicher sowie baulicher Aspekte hausspezifisch zu optimieren.

Die organisatorischen Aspekte umfassen alle zur hygienischen und technischen Aufbereitung anfallenden Arbeiten mit den dafür notwendigen Geräten und Einrichtungen.

**Organisation**

**Wirtschaftlichkeit**

**Raumplanung**

- |                  |                   |                 |
|------------------|-------------------|-----------------|
| • Arbeitsabläufe | • Maschinen-      | • Raumgröße     |
| • Materialfluß   | • Personaleinsatz | • Raumzuordnung |

**Abb. 2 Krankenhausspezifische Randbedingungen**

Die wirtschaftlichen Aspekte beinhalten die Investitionen, die Betriebskosten und den wirtschaftlichen Einsatz des Personals.

Ferner zeigen die Erfahrungen aus der Praxis, daß besonders in den material- und arbeitsintensiven Bereichen Operation und Intensivmedizin befriedigende Ergebnisse in der Gerätepflege nur durch die Bereitstellung notwendiger Flächen und deren sinnvolle räumliche Eingliederung erzielt werden können.

Ein dem Anästhesie- oder Intensivbereich zugeordnetes Gerätepflegezentrum erweist sich meist als die Lösung der Wahl, denn allein durch die räumliche Nähe werden folgende wichtige Effekte erzielt:

- Geringer Transportaufwand und damit geringere Personalbelastung, schnellerer Materialumlauf mit geringerer Kapitalbindung
- Reduzierung von Transportschäden
- Schnellerer Zugriff auf Material oder Geräte bei aktuellem Bedarf

# Dräger

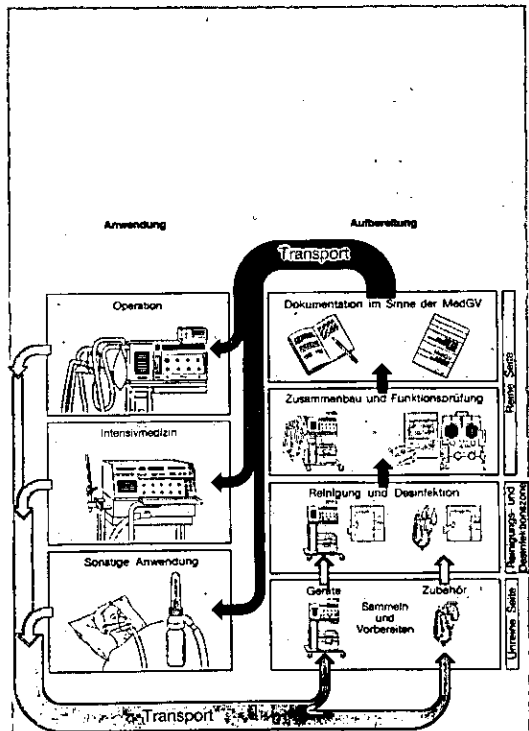
## Das Gerätepflegezentrum

Geräteaufbereitung  
und Dokumentation.  
Mit System.

Medizinisch-technische Geräte  
aus Anästhesie und Intensiv-  
medizin

- Reinigen
- Desinfizieren
- Trocknen
- Prüfen
- Dokumentieren
- Transportieren
- Lagern,

dafür liefert Dräger das Geräte-  
aufbereitungs- und Dokumenta-  
tionszentrum. Beratung,  
Planung, Lieferung, Montage,  
Einweisung; alles aus einer  
Hand.



Drägerwerk Aktiengesellschaft  
Medizintechnik  
Postfach 13 39 · D-2400 Lübeck 1  
Telefon (04 51) 8 82 - 0

Dräger.  
Technik für das Leben.

# Dräger

## Waschen, desinfizieren, trocknen, prüfen

### **Waschdesinfektion**

Vollautomatisch reinigen, desinfizieren, trocknen in einem Arbeitsgang. In den Reinigungs- und Desinfektionsautomaten ANDA 6000, 9000, 9002 oder im Purfactor.

### **DesinControl 93/10**

zur Kontrolle der Desinfektionsparameter

### **Oberflächendesinfektion**

vollautomatisch im Aseptör 8800

### **Trocknung**

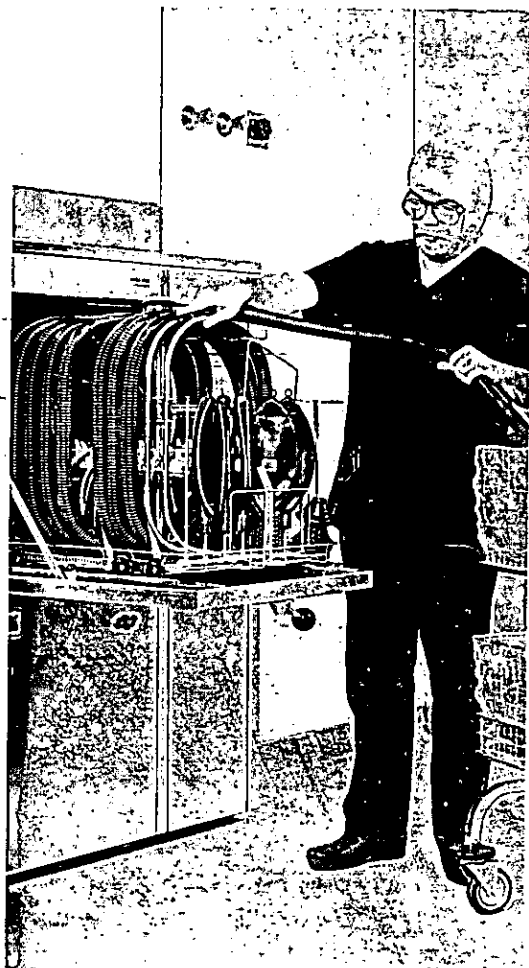
von Zubehörteilen im Trockenschrank TS 9000, Siccator oder mit der Wandtrockeneinrichtung

### **Prüfung**

von Geräten mit dem GPS 3000

Drägerwerk Aktiengesellschaft  
Medizintechnik  
Postfach 13 39 · D-2400 Lübeck 1  
Telefon (04 51) 8 82 - 0

**Dräger.**  
Technik für das Leben.



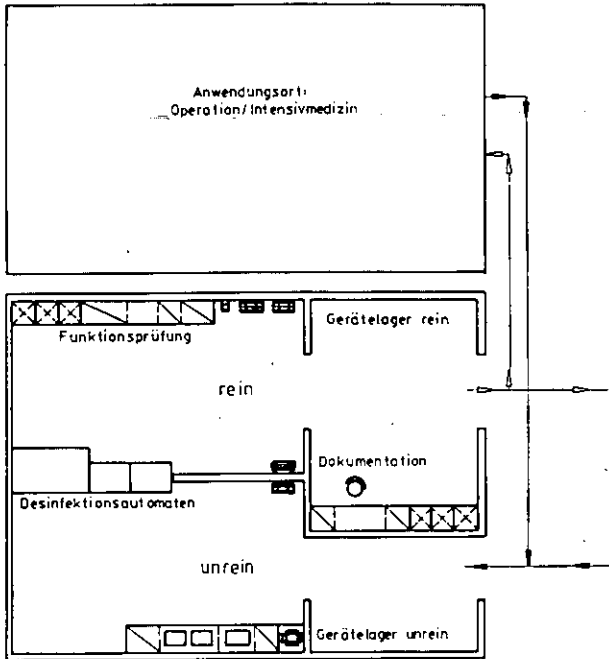


Abb. 3 Gerätepflegezentrum mit Lagerflächen und Dokumentationsplatz

Die im routinemäßigen Aufbereitungszyklus anfallenden Arbeiten

- Transportieren
- Zerlegen
- Reinigen, Desinfizieren, Sterilisieren
- Zusammenbauen
- Prüfen und Dokumentieren

seien nachfolgend mit Schwerpunkt auf der Technik ausführlicher diskutiert.



## Geräteaufbereitung und Dokumentation

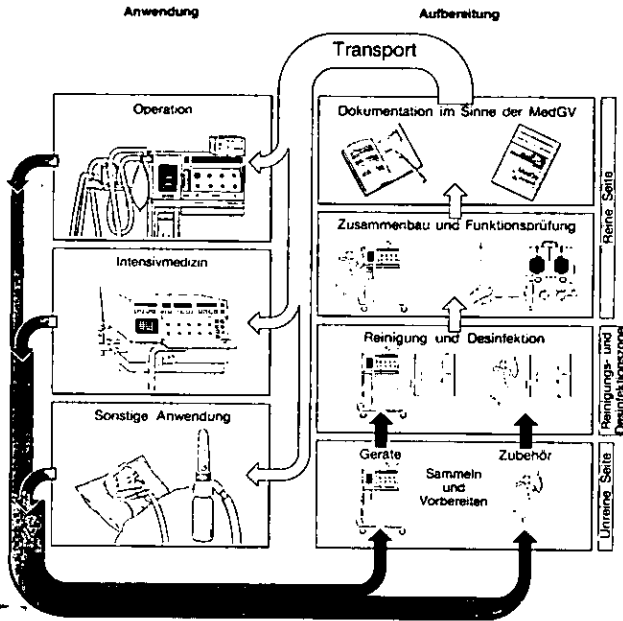


Abb. 4 Aufbereitungszyklus

2. Voraussetzungen an medizinisch-technischen Geräten zur routinemäßigen hygienischen Aufbereitung

Hersteller medizinisch-technischer Geräte haben bereits zu Beginn der Entwicklung eines Gerätes neben allen anderen Anforderungen die hygienischen Randbedingungen zu berücksichtigen.

Wesentliche Forderungen an die konstruktive Gestaltung sind:

- Geräte oder Geräteteile, die direkt mit Patienten oder deren Atemluft in Kontakt treten oder solche, die mit Schleimhaut, Ausscheidungen oder Flüssigkeiten zur Befeuchtung der Atemluft in Berührung kommen, müssen einfach demontierbar und in Maschinen desinfizier- und reinigbar sein. Die Geräteteile müssen so beschaffen sein, daß sie durch Temperaturen von 95° sowie durch Wasser nicht beschädigt werden.
  
- Geräteteile, die mit Wunden, Gewebe, Körperhöhlen oder dem Blutkreislauf eines Menschen in Kontakt treten können, müssen sterilisierbar mit gespanntem und gesättigtem Wasserdampf ausgelegt sein. Nur solche Geräteteile, die nach dem heutigen Stand des Wissens nicht aus genügend hitze-, wasser- und druckfesten Materialien hergestellt werden können, dürfen mit anderen, weniger sicheren Verfahren als den genannten desinfiziert bzw. sterilisiert werden.

- Geräteteile, die direkt oder indirekt mit dem Patienten in Kontakt treten, dürfen keine unzugänglichen Feuchtigkeitsnester oder Dichtungen aufweisen.
  
- Betriebsmittel wie Gase, Flüssigkeiten oder Schmiermittel können unerwünschte Keime enthalten und - auch wenn sie nur in Spuren mit dem Patienten in Kontakt kommen - übertragen. Sie müssen daher hygienisch unbedenklich sein.

### Geometrie

Es dürfen in keimgefährdeten Gerätezonen keine Plätze geschaffen werden, die ein unkontrollierbares Wachstum von Mikroorganismen ermöglichen. Nach Möglichkeit sind zu vermeiden:

- Vertiefungen, Sicken
- Ritzen, Hohlräume
- Vorstehende Geräteteile wie z. B. Schraubenköpfe
- Angeflanschte Bauteile wie z. B. Motoren, Lüfter usw.

Alle Flächen sind wasserablaufend zu gestalten und alle Ecken und Kanten mit großzügigen "wischfreundlichen" Radien zu versehen.

Oberflächen sind insgesamt zu minimieren, um Desinfektionsmittelrückstände von vornherein zu verringern.

### **Materialien und Oberflächen**

Alle eingesetzten Materialien müssen den chemischen oder thermischen Belastungen einer Desinfektion bzw. Sterilisation widerstehen.

Zur Auswahl und Auslegung der Materialien ist die chemische Beständigkeit gegen die geforderten Desinfektionsmittel unter Berücksichtigung der Anzahl der Desinfektionen und der Einwirkzeiten über die Lebensdauer des Gerätes oder Bauteils maßgebend. Da die meisten Desinfektionsmittel auch materialschädigend wirken können, müssen die Materialien und die möglichen Desinfektionsverfahren und -mittel sorgfältig aufeinander abgestimmt sein.

Hinsichtlich der Oberflächen sind ebene und glatte Oberflächen mit geringer Rauhtiefe vorzusehen.

Diffusionshemmende Materialien halten die Rückstände von chemischen Desinfektionsmitteln auf den Oberflächen gering. Edelstahl, Plexiglas und lackiertes Blech sind diesbezüglich besser geeignet als beispielsweise lackierte PU-Schäume oder Silikon.

### **Bedienelemente**

Besondere Aufmerksamkeit muß den Bedienelementen und Berührflächen geschenkt werden, da diese sowohl mit dem Anwender (Arzt, Pflegekraft) als auch mit dem Patienten in Berührung kommen können. Knöpfe, Schalter, Anschlüsse und Berührungspunkte in geringer Anzahl und zudem mit glatten Oberflächen und mög-

lichst mikrobiziden Werkstoffen sollten Kennzeichen einer modernen Gerätekonzeption sein. Folientastaturen sind gegenüber konventionellen Bedienelementen aufgrund der geschlossenen Oberfläche günstiger zu bewerten.

**Haut-/Atemluftkontakt**

- Desinfektion

**Wund-, Blutkontakt**

- Sterilisation

**Geometrie**

- Zerlegbarkeit und Zugang
- wischfreundlich
- wasserablaufend

**Mat. und Oberflächen**

- thermisch/chemisch belastbar
- diffusionshemmend
- glattflächig

Abb. 5 Voraussetzungen an die konstruktive Gestaltung med.-techn. Geräte

3. Voraussetzungen an Verfahren und Geräte zur routine-  
mäßigen hygienischen Aufbereitung

Der Schwerpunkt liegt bereits heute auf thermisch-physikalischen Aufbereitungsverfahren, weil hierbei die Problematik der chemischen Rückstände vollständig eliminiert ist.

Allerdings gibt es zum gegenwärtigen Zeitpunkt und auch bis weit in die 90er Jahre noch eine Vielzahl von Geräten oder Zubehöerteilen, die sich einer thermisch-physikalischen Aufbereitung aus Materialgründen entziehen. Hierfür sind bevorzugt maschinelle chemische Methoden anzuwenden.

Bei Gegenüberstellung und Bewertung manueller mit maschinellen chemischen Verfahren lassen sich wesentliche Vorteile für die maschinellen Verfahren in geschlossenen Systemen formulieren.

**Personalschutz**

- Geschlossene Systeme
- automatische Abläufe
- geringe Rückstände

**Umweltentlastung**

- exakte Dosierung
- gesicherte Entsorgung

**Prozeßkontrolle**

- automatisierte Prüfungsschritte
- unabh. Prüfung der physik. Größen
- standardisierte biolog. Überprüfung

**Dokumentation**

- Datenschnittstellen
- Indikatoren

Abb. 6 Voraussetzungen an Aufbereitungsverfahren und -Geräte

- Personalschutz

Durch Dosierung der Mittel aus geschlossenen Behältern in geschlossene Systeme ist direkter Kontakt des Personals mit Desinfektionsmitteln ausgeschlossen.

- Reproduzierbare Desinfektionsergebnisse durch kontrollierbare Verfahrensgrößen.
- Umweltentlastung durch genaue Dosierung der Desinfektionsmittel und definierte Entsorgungswege.
- Prozeßkontrolle und Dokumentation

sind bereits heute ein hoher Stellenwert zuzuordnen.

Mit Hilfe moderner Steuerungs- und Meßtechnik können bereits während des Verfahrensablaufes Prüfschritte zur Kontrolle der desinfektions- oder sterilisationsrelevanten Größen vollzogen werden, um auf diese Weise eine höhere Aussage-sicherheit über zu erreichende Sollwerte zu erzielen.

Zur Dokumentation sollten moderne Geräte einen Datenausgang zumindest optional bereitstellen.

Da jedoch die physikalische Kontrolle eine biologische Überprüfung nicht immer ersetzen kann, ist hierfür der Einsatz von standardisierten und möglichst einfach zu handhabenden Prüfmetho-den wünschenswert.

4. Technische Voraussetzungen für Transport und Lagerung

Betriebsfertig komplettierte Geräte wie z. B. Inhalations-Narkosegeräte mit dem dazugehörigen Monitoring weisen ein hohes Gewicht auf. Fahrgestell und Räder sind deshalb so zu gestalten, daß hinreichende Leichtigkeit und Kippsicherheit, auch auf unebenen Böden oder schiefen Ebenen gewährleistet sind.

Sind empfindliche Zubehörteile wie z. B. Kreissysteme zu transportieren, sollten spezielle Haltevorrichtungen Verwendung finden (Abb. 7).

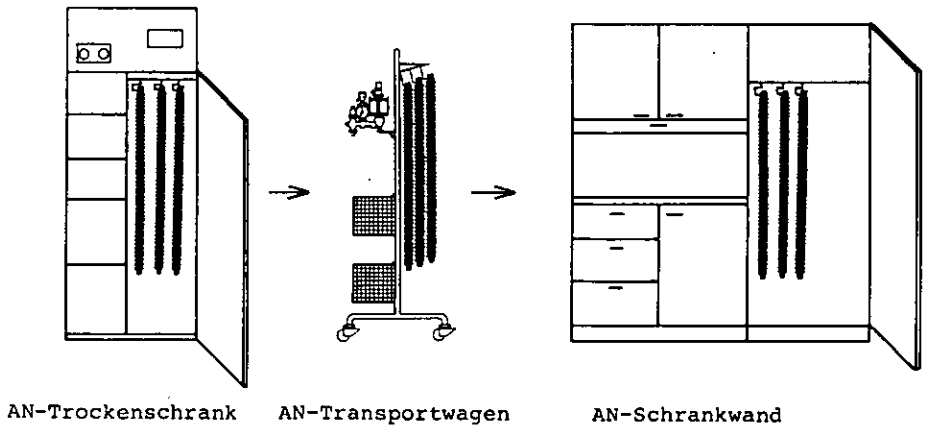


Abb. 7 Beispiel für aufeinander abgestimmte Aufberei-  
tungs-, Transport- und Lagereinrichtungen



Magazine für Atemschläuche ermöglichen sowohl einen geordneten Transport und eine platzsparende Lagerung als auch ein zeitsparendes Be- und Entladen von darauf abgestimmten Wasch- und Desinfektionseinrichtungen.

## 5. Funktionsprüfungen durch Anwender

Der heute existierende Gerätepark setzt sich zusammen aus Geräten unterschiedlichster Konstruktionsepochen.

Mechanisch-pneumatische Geräte, Geräte mit elektronischen Komponenten und computerisierte Geräte sind in nahezu allen Krankenhäusern gleichzeitig vorhanden.

### 5.1 Überprüfung der Betriebsbereitschaft

Medizinisch-technisches Gerät und Zubehörteile durchlaufen unterschiedliche hygienische Aufbereitungsverfahren in unterschiedlichen Rhythmen. Dies sei am Beispiel eines Inhalationsnarkosegerätes verdeutlicht.

Atemmasken, -schläuche und Kreissysteme sind einer Waschdesinfektion, das Gerät selbst einer Oberflächen-desinfektion zu unterziehen.

Im Anschluß an die Desinfektion müssen das Grundgerät und die Zubehörteile mit dem notwendigen Monitoring zu einer funktionsfähigen und den Vorschriften entsprechenden Einheit komplettiert werden.

Die Überprüfung der Betriebsbereitschaft der mechanisch-pneumatischen und elektronisch gesteuerten Geräte kann auf zwei Arten durchgeführt werden:

- a) Anhand der Gebrauchsanweisung mit Bordmitteln und
- b) unter Verwendung eines Prüfgerätes mit zugeschnittenen Prüflisten und separaten Meßmitteln.

Je nach personeller Ausstattung und technischen Möglichkeiten kann die Verwendung eines Prüfgerätes mit zugeschnittenen Prüflisten Vorteile bieten, weil:

nur vorgeprüfte Baugruppen (z. B. Kreissysteme mit Ventilen) montiert werden;

Bagatellfehler besser erkannt und behoben werden;

Plausibilitäts- und messende Prüfungen mit separaten Meßmitteln eine erhöhte Aussagekraft liefern (Redundanz);

Prüflisten eine methodische Vorgehensweise im Prüfablauf erleichtern.

Computerisierte Geräte bieten grundsätzlich die Möglichkeit, durch die Implantation von Prüfsoftware eine automatisierte - oder zumindest teilautomatisierte Selbstprüfung per Knopfdruck vorzunehmen.

Der Anteil derartig ausgestatteter Geräte am Gesamtvolumen der Geräte in Anästhesie und Intensivmedizin ist zum heutigen Zeitpunkt jedoch noch relativ klein.

Für den überwiegenden Teil der Geräte älterer Bauart besteht bereits schon heute Bedarf, die Überprüfung stärker zu automatisieren.

Eine mögliche Gerätekonfiguration, die nach heutigen Überlegungen bereits wirtschaftlich nicht nur von Großkliniken eingesetzt werden könnte, besteht aus folgenden Systemkomponenten:

Handelsüblicher PC mit Drucker

Aktiver/passiver Lungensimulator

Meßgeräteeinheit in Modulbauweise für Druck,  
 $O_2$ -Konzentration, Anästhesiemittelkonzentration, Temperatur, Flow, Zeit etc.

Der PC, der Lungensimulator und die Meßeinheit sind über Datenleitungen miteinander verbunden.

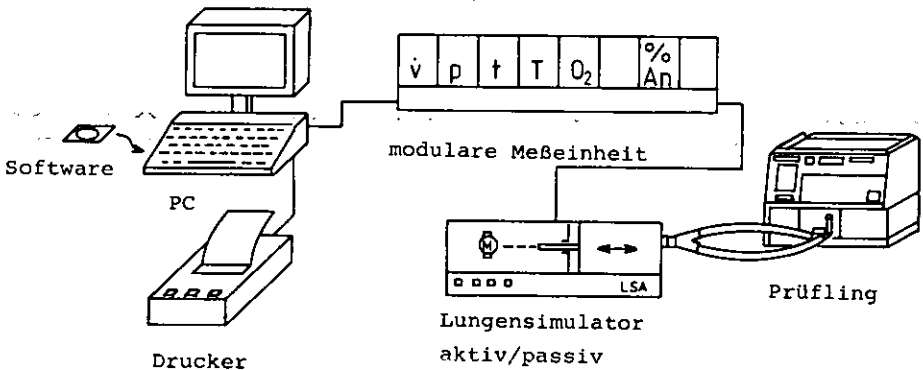


Abb. 8 Computergestützte Geräteprüfung

## 5.2 Gerätecheck

Er ist unmittelbar vor Anwendung z. B. eines Inhalationsnarkosegerätes am Patienten anhand einer Checkliste durch den Anwender durchzuführen.

Die DIN 13252 verlangt, daß an jedem Gerät diese Checkliste anzubringen ist. Inhaltlich faßt die Checkliste wichtige Kontrollvorgänge als Auszug aus der Gebrauchsanweisung zusammen.

6. Zusammenfassung und Zukunftsaspekte

Es wurden wichtige Voraussetzungen für eine methodische Gerätepflege im Routinebetrieb in bezug auf technische Aspekte an

- medizinisch-technischen Geräten
- Aufbereitungsverfahren und -geräten
- Prüfmethode und -geräten

diskutiert.

Der Begriff Gerätepflege wurde hier so interpretiert, als daß hierunter alle Maßnahmen fallen, die zur Aufrechterhaltung eines hygienischen sowie eines funktionellen Sollzustandes, ausgeführt durch das Krankenhauspersonal, dienen.

Nicht erfaßt wurden Inspektionsarbeiten und z. B. sicherheitstechnische Kontrollen, die im allgemeinen als Aufgabe der Hersteller angesehen werden.

Bei der konstruktiven Gestaltung der medizinisch-technischen Geräte muß zukünftig mehr auf gute Reinigbarkeit, Desinfizier- und Sterilisierbarkeit geachtet werden.

Bei Aufbereitungsverfahren und -geräten sind automatisch arbeitende Geräte zu bevorzugen und besonders im Hinblick auf den Patienten- und Personalschutz sowie die Umweltbeeinträchtigung zu beurteilen.

Für die Überprüfung der Betriebsbereitschaft sind anwenderfreundliche Prüfgeräte zu entwickeln, die eine zeitsparende und somit auch kostengünstige Überprüfung des heutigen Geräteparkes ermöglichen.

Bei der Konzeption von prozessorgesteuerten Geräten sollte der Selbstprüfung lebenswichtiger Parameter ausreichend Raum zugestanden werden.

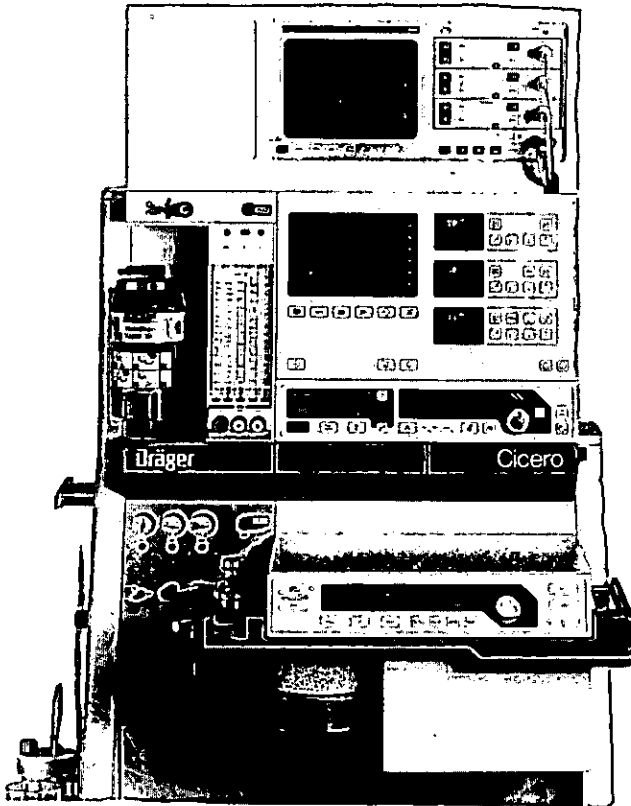


Abb. 9 Modernes, prozessorgesteuertes Narkosegerät mit spezieller Prüfroutine für die selbsttätige Überprüfung der Betriebsbereitschaft

Anschrift des Verfassers:

Hartmut Romfeld  
c/o Drägerwerk AG  
Postfach 13 39  
2400 Lübeck

## Umsetzung zur MedGV: Vorgefundenes, Erkenntnisse, Empfehlungen

von Dr.-Ing. J. Trappe, Stuttgart

---

Mit dem Erlaß der Medizingeräteverordnung - MedGV - am 14. Januar 1985 wurde vom Gesetzgeber das Ziel verfolgt, mehr Sicherheit für Patienten und Anwender durch erhöhte Sicherheitsanforderungen an Hersteller und Betreiber med.-techn. Geräte zu gewährleisten.

Während sich für Hersteller prinzipiell geringe Veränderungen ergaben (Bauartprüfungspflicht für Geräte der Gruppen 1 und 2), stellte die MedGV an die Betreiber in organisatorischer (Schulung und Einweisung des Personals §§ 6, 10, Bestandsverzeichnis und Gerätebuch §§ 12, 13, Aufbewahrungspflicht und Schadensanzeige (§§ 14 und 15) und gerätetechnischer Sicht (regelmäßige sicherheitstechnische Kontrollen § 11, Altgeräteprüfungen § 22) eine Reihe von Aufsichts-, Kontroll- und Sorgfaltspflichten auf.

Der DEKRA als anerkannte Prüfstelle stellte sich daher frühzeitig die Aufgabe zu untersuchen, wie eine sicherheitstechnisch und ökonomisch vertretbare Realisierung der erforderlichen Maßnahmen für die Betreiber von medizinischen Geräten möglich ist und startete mit der Unterstützung der Stadt Stuttgart eine Pilotstudie in vier Krankenhäusern. Die Untersuchung wurde im Januar 1987 abgeschlossen /1, 2/ und gab Auskunft über

- a) die Installation und das Führen eines Gerätebuches und Bestandsverzeichnisses
- b) die finanziellen Auswirkungen der MedGV
- c) Organisationskonzepte zur Integration der sicherheitstechnischen Aufsicht
- d) Sicherheitsniveau der eingesetzten medizinischen Geräte sowie
- e) den Ausbildungsstand des Personals im Umgang mit med.-techn. Geräten

Eine anschließende Auswertung von Prüfprotokollen zur Altgeräteprüfung nach § 22 (2) MedGV /3/ im Januar 1987 informierte über den sicherheitstechnischen Zustand der bundesweit in Arztpraxen und Krankenhäusern betriebenen Geräte und erhärtete die Forderung des Gesetzgebers nach periodischen Kontrollen.

# DEKRA-Leistungen für Krankenhäuser

## Im Bereich der Medizintechnik

- Prüfung von MTG in Krankenhäusern und Arztpraxen durch Prüffingenieure mit Standorten im gesamten Bundesgebiet (§ 22/2, § 11 MedGV)
- Beratende Unterstützung bei der organisatorischen Umsetzung der MedGV sowie bei Instandhaltungskonzepten
  - Beratung bei der Beschaffung medizintechnischer Geräte
  - Bauartprüfung an Medizingeräten nach § 17 MedGV
    - Prüfung nach der RöV (Röntgenverordnung)

## Im Bereich technischer Gebäudeausrüstung

- Prüfung nach den Landesbauordnungen/Krankenhausbauverordnungen
- Prüfung und Beratung im Bereich des vorbeugenden Brandschutzes und Katastrophenschutzes, Erarbeitung und Aufstellung von Rettungswegkonzeptionen
  - Ganzheitliche Energieberatung
    1. Ist-Zustandsbeschreibung
    2. Schwachstellenanalyse
    3. Maßnahmenkatalog mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

## Im Bereich Umweltschutz

- Abfall- und Entsorgungsberatung
- Messen und Prüfen im Rahmen des Bundesimmissionschutzgesetzes von Emissionen und Immissionen im Bereich Lärm und Luftreinhaltung.  
(z.B. Müllverbrennungsanlagen)
- Beratung nach der neuen Gefahrstoffverordnung



DEKRA

Institut für Sicherheit, Umweltschutz und Energie  
Schulze-Delitzsch-Straße 49 · 7000 Stuttgart 80 · Telefon (07 11) 78 61-0



Die wesentlichen Ergebnissen aus diesen DEKRA-Forschungsberichten /1, 2, 3/ zur Gerätetechnik sowie zum Ausbildungsstand des Personals sollen im Rahmen dieses Vortrag kurz dargestellt werden.

### Prüfungen an med.-techn. Geräten der Gruppe 1 und 3:

Im Rahmen der Stuttgarter Untersuchung wurden in zwei chirurgischen Kliniken, einer Fachklinik und einem Krankenhaus mit Schwerpunktversorgung insgesamt 403 med.-techn. Geräte geprüft. Davon entfielen 225 Geräte auf die Gruppe 1 und 178 Geräte auf die Gruppe 3.

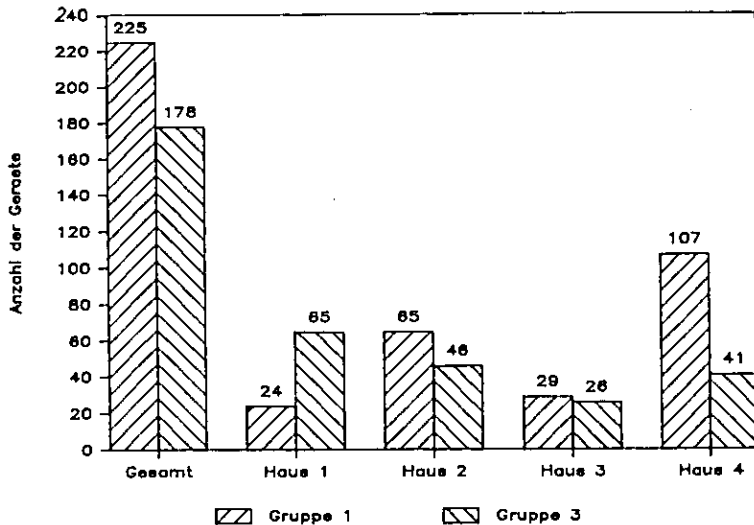


Abb. 1: Anzahl der untersuchten Geräte

Die sicherheitstechnischen Untersuchungen basierten auf den Sicherheitskriterien des gültigen Normenwerkes /4, 5/ sowie den gültigen Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften.

Die festgestellten Mängel wurden in vier sicherheitstechnische Mängelstufen, klassifiziert nach steigender Mängelschwere, eingeordnet

- A: geringe Mängel ohne Konsequenzen,
- B: geringe Mängel mit Instandsetzung oder Wartungsempfehlung (z. B. brüchige Folientastaturen, wichtige Aufschriften verwischt, Fehlen einer Gebrauchsanweisung)
- C: erhebliche Mängel, Empfehlung zur sofortigen Wartung und Instandsetzung vor dem nächsten Einsatz erforderlich (z. B. defekte Alarmfunktionen, Ausfall von einer oder mehrerer zur Dosierung wichtiger Kontroll- und Alarmanzeigen, poröse Schläuche für Versorgungsgase, nicht intakte innere Stromquellen)
- D: Erhebliche Mängel mit der Empfehlung, das Gerät sofort stillzulegen (z. B. elektrischer Schlag, Verletzung durch falsche Ausgangswerte, Fehlfunktionen)

Bei mehreren festgestellten Mängeln der Stufe A oder B wurde eine Einstufung in die nächsthöhere Mängelklasse vorgenommen.

Die Untersuchung ergab, daß von 225 Geräten der Gruppe 1 154 Geräte (= 68 %) einen Mangel besaßen. Die Bewertung der 461 Beanstandungen mit

Stufe A = 27 %

Stufe C = 28 %

Stufe B = 45 %

zeigt die Abbildung 2.

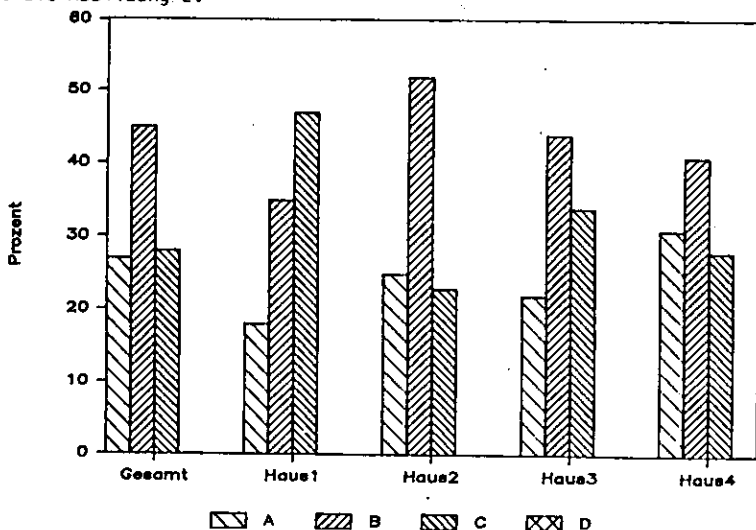


Abb. 2: Mängelbewertung aller fehlerhaften Geräte der Gruppe 1

Der geringe Anteil an C-Mängeln im Haus 2 war auf den Einfluß eines Medizintechnikers zurückzuführen.

Die Verteilung der Mängel auf insgesamt 225 Geräte der Gruppe 1 und deren Verteilung auf die einzelnen Häuser zeigt Abbildung 3.

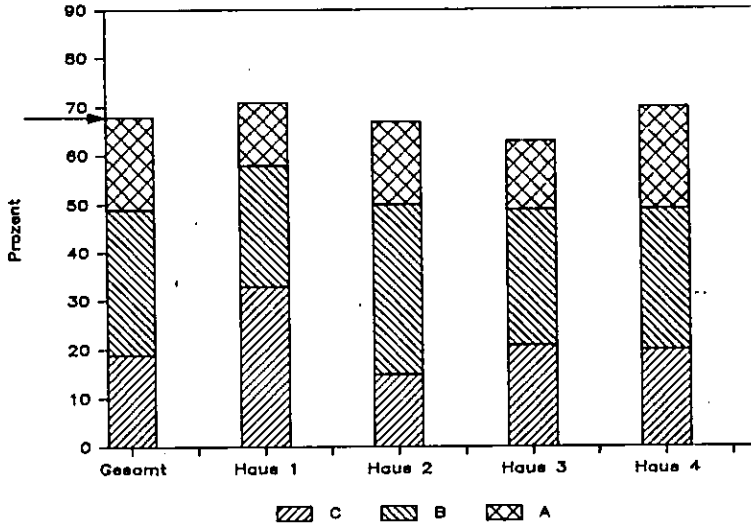


Abb. 3: Mangelhäufigkeit aller Geräte der Gruppe 1

Stufe A	14 %	Stufe B	30 %
Stufe C	19 %	Stufe D	0 %

Bei 19 % der Geräte (Stufe C) mußten erhebliche Mängel festgestellt werden, die eine umgehende Wartung bzw. Instandsetzung vor dem nächsten Einsatz erforderlich erscheinen ließen.

Faßt man die Mängelstufen B und C für die Geräte der Gruppe 1 zusammen, so ergibt sich für ca. 49 % der Geräte die **Notwendigkeit**, den sicherheitstechnisch erforderlichen Zustand durch **Instandsetzungsmaßnahmen** wieder herzustellen.

Zu beachten ist, daß trotz unterschiedlicher Gerätestruktur in den einzelnen Häusern der gesamte Anteil an mangelhaften Geräten sich auf gleich hohem Niveau befand.

An den 178 Geräten der Gruppe 3 wurden bei 103 Geräten (58 %) 211 Beanstandungen aufgenommen (Abb. 4). Die Verteilung der 211 Mängel ergab:

Stufe A	20 %	Stufe B	16 %
Stufe C	19 %	Stufe D	3 %

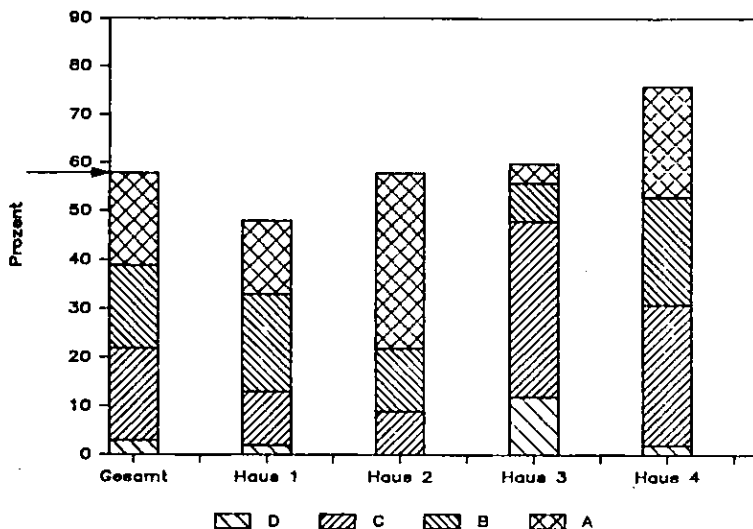


Abb. 4: Mängelhäufigkeit aller Geräte der Gruppe 3

Der größte Anteil der untersuchten Gruppe-3-Geräte wurde nicht planmäßig instandgehalten, sondern nur im Falle eines erkannten Gerätedefektes einer Instandhaltungsmaßnahme zugeführt.

Da die Geräte der Gruppe 3 häufig als Zusatzgeräte mit den Geräten der Gruppe 1 in Gebrauch sind (z. B. Atemluftbefeuchter, Patientenmonitore in den OPs, Laborgeräte) ist deren sichere und zuverlässige Funktion für den Behandlungsablauf von großer Bedeutung. Eine Einbeziehung bestimmter Geräte der Gruppe 3 in die sicherheitstechnischen Kontrollen gemäß § 11 wird daher empfohlen.

Eine weitere Selektierung der Mängel nach den Ursachen, konstruktiv- oder wartungsbedingt, wurde vorgenommen.

Unter K, konstruktive Mängel, wurden jene Mängel eingeordnet, die durch die Konstruktion des Gerätes festgelegt sind und auch durch den Wartungsdienst nicht beseitigt werden können oder Geräteserien des Herstellers immer dieselben Mangel aufwiesen, die durch konstruktive Maßnahmen des Herstellers hätten vermieden werden können.

Unter W, wartungsbedingte Mängel, fielen jene Mängel, deren Beseitigung durch die Wartung oder Instandsetzung hätte erfolgen können oder bei einer regelmäßigen Wartung gar nicht erst aufgetreten wären.

Von den insgesamt 461 Mängeln an den Geräten der Gruppe 1 waren ca. 48 % konstruktiv- und ca. 52 % wartungsbedingt (Abb. 5).

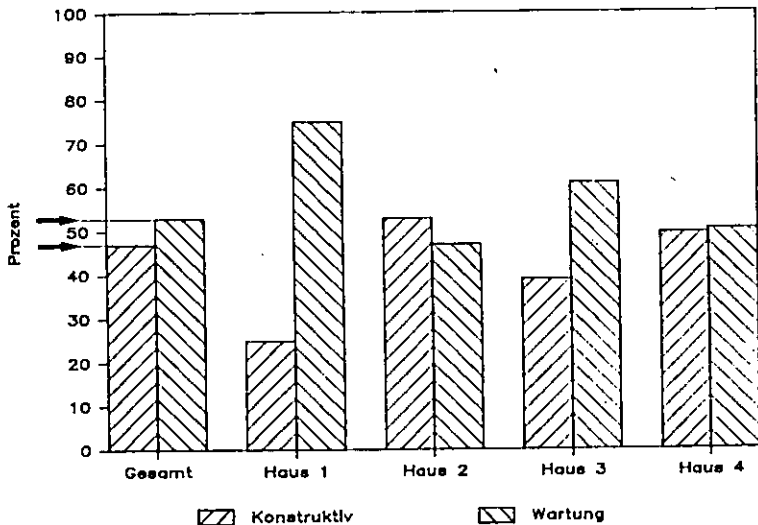


Abb. 5: Mängelursache aller festgestellten Mängel der Gruppe 1

Von den 211 Mängeln der Geräte der Gruppe 3 mußten ca. 30 % als konstruktive und ca. 70 % als wartungsbedingte Mängel klassifiziert werden (Abb. 6).

Aus diesem Ergebnis kann abgeleitet werden, daß der hohe Anteil der konstruktiven Mängel u.U. auf den technischen Stand der Altgeräte hinweist.

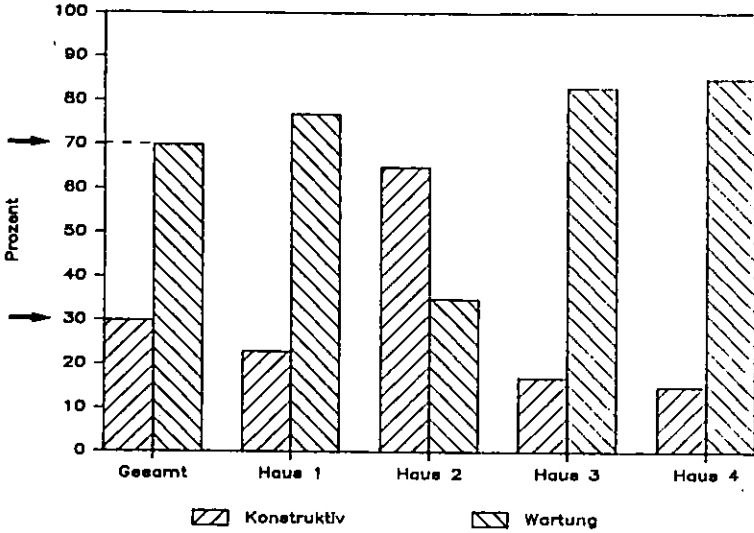


Abb. 6: Mängelursache aller festgestellten Mängel der Gerätegruppe 3

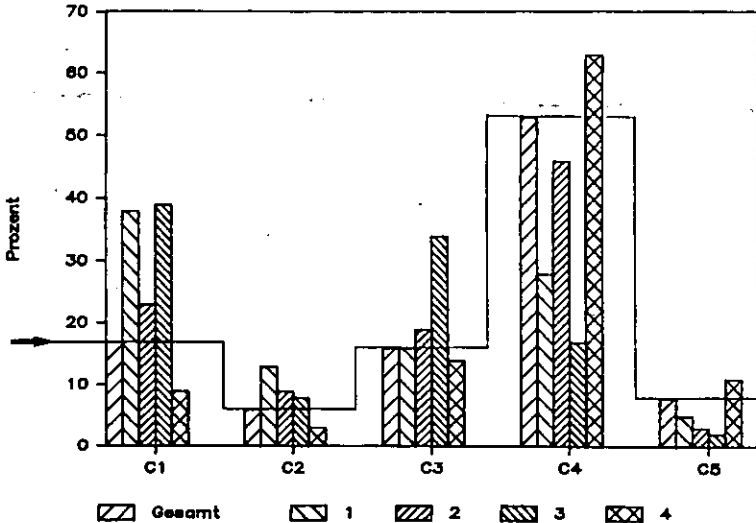


Abb. 7: Prüfartenspezifische Verteilung der Mängel: Geräte der Gruppe 1

Der überwiegende Teil der Mängel ist auf unzureichende Instandhaltung zurückzuführen, womit die Forderung der MedGV nach wiederkehrenden sicherheitstechnischen Kontrollen belegt werden kann.

In Anlehnung an die DIN IEC 60111, Anhang C, wurden die Prüfungen gegliedert in die Prüfpunkte C1 bis C5. Die 461 Mängel an den Geräten der Gruppe 1 zeigten dabei folgende Verteilung (Abb. 7).

C 1	Sichtprüfung allgemein:	ca. 17 %
C 2	Sichtprüfung der elektrischen Bauteile:	ca. 6 %
C 3	Prüfung des mechanischen Zustandes:	ca. 16 %
C 4	Funktionsprüfung:	ca. 53 %
C 5	Elektrische Messung:	ca. 8 %

Faßt man die hausspezifischen Mängel pro Prüfpunkt zusammen, so bildet die Verbindung der "Gesamtblöcke" eine Treppenfunktion, die im Bereich der Funktionsprüfung (C 4) mit 53 % einen deutlichen Mängelschwerpunkt hervortreten läßt. Dieser läßt auf die Notwendigkeit von Einweisungen und technischen Schulungen sowie einer zu verbessernden Instandhaltung und auf die Durchführung von Einweisungs- und Schulungsveranstaltungen für das Pflegepersonal schließen. Da die meisten Funktionsmängel erst bei den Prüfungen bekannt wurden, konnte richtig vermutet werden, daß das Personal fehlerhafte Gerätefunktionen nicht immer erkennen kann.

Für die Geräte der Gruppe 3 konnte für die insgesamt 211 festgestellten Mängel auf die Prüfpunkte C 1 bis C 5 eine grundsätzlich andere Verteilung festgestellt werden:

C 1	Sichtprüfung allgemein:	45 %
C 2	Sichtprüfung der elektrischen Bauteile:	12 %
C 3	Prüfung des mechanischen Zustandes:	13 %
C 4	Funktionsprüfung:	23 %
C 5	Elektrische Messung:	7 %

Auffallend ist der mit 45 % hohe Anteil an C1-Mängeln, d. h. die Aufschriften der Geräte sowie die Kennzeichnung von Bedienungselementen waren an den Geräten beanstandet worden.

Bemerkenswert war bereits bei dieser Untersuchung /1, 2/, daß die festgestellten elektrischen Fehler mit ca. 7 bis 8 % bei allen Geräten den geringsten Anteil an den insgesamt festgestellten Mängeln darstellten. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen eines anderen Institutes, bei denen der Anteil der festgestellten elektrischen Mängel größer war, kann in diesem Bereich eine deutliche Verbesserung der Gerätekonstruktion erkannt werden.

Die Ergebnisse der Stuttgarter Untersuchung /1, 2/, insbesondere der Gruppe-1-Geräte, konnten durch die bundesweiten Prüfergebnisse der DEKRA-Prüfer bestätigt werden. So gab eine Auswertung in einem begrenzten Zeitraum von 5.481 Altgeräteprüfungen nach § 22 (2) MedGV Auskunft über die Gerätedichten in Arztpraxen (1.365 Geräte) und Krankenhäusern (4.116 Geräte) (Abb. 8) sowie über die Fehlerhäufigkeiten an den zehn am häufigsten anzutreffenden Gerätetypen (Tab. 1).

### Geräteverteilung

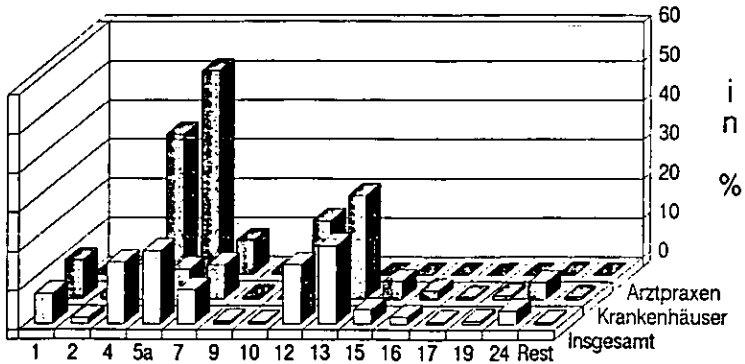


Abb. 8: Geräteverteilung



Gerätetyp	Klinik %	Arztpraxis %	Bezeichnung
13	26,63	0,22	Infusionsspritzenpumpen
12	20,09	-	Infusionspumpen
1	10,13	0,59	EKG-Geräte
4	9,21	35,97	Defibrillatoren
7	8,70	8,86	HF-Chirurgiegeräte
5a	7,68	52,16	Reizstromgeräte
15	4,76	0,37	Beatmungsgeräte
24	4,47	0,29	Externe Herzschrittmacher
16	2,38	0,22	Inhalations-Narkosegeräte
2	1,99	0,15	Blutdruckmesser, intrakardial

Tab. 1: Gerätehäufigkeiten in Krankenhäusern und Arztpraxen

Trotz der unterschiedlichen Geräteschwerpunkte befindet sich die Mängelverteilung in Kliniken und Arztpraxen auf dem gleichen Niveau.

### Mängelklassenverteilung über alle geprüften Geräte

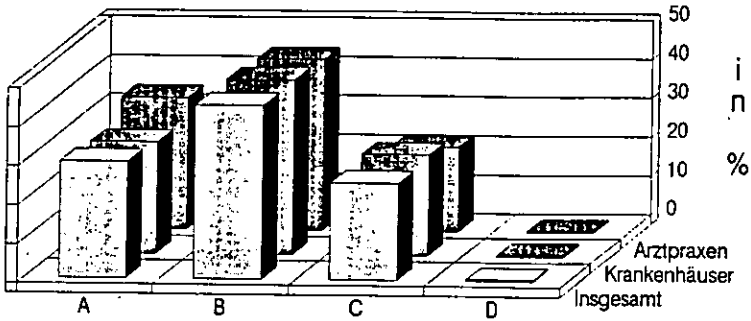


Abb. 9: Mängelklassenverteilung über alle geprüften Geräte

Fußend auf den oben beschriebenen Mängelstufen zeigten im Schnitt ca. 25 % aller med.-techn. Geräte der Gruppe 1 erhebliche Mängel auf (Stufe C, Abb. 10).

### Mängelklassenverteilung über alle geprüften Geräte

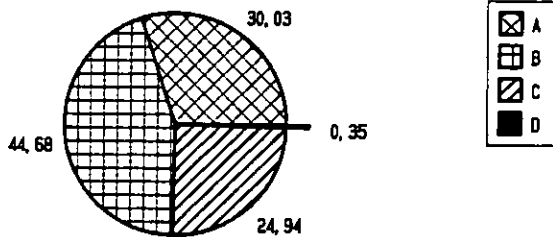


Abb. 10: Mängelklassenverteilung aller geprüften Geräte

Die Auswertung der Prüfberichte hob die spezifischen Gerätemängel hervor. Weiterführende Maßnahmen zur Pflege und Kontrolle der Geräte können daraus abgeleitet werden (siehe /3/).

Die häufigsten Fehler (Tab. 2) traten bei den Sichtprüfungen auf (ca. 35 %), gefolgt von den Funktionsprüfungen (ca. 25 %). Die elektrischen Prüfungen nach VDE 0750 konnten betragsmäßig als gering eingestuft werden (ca. 2 - 3 %).

### Einweisung und Schulung des Personals

Um festzustellen, inwieweit durch die inzwischen feiner und komplexer gewordene Medizintechnik die Bediener den an sie gestellten Anforderungen nachgekommen sind, wurde mittels einer Fragebogenaktion das Pflegepersonal zu den Schwerpunkten Ausbildung, Funktionssicherheit, Kenntnisstand, Einweisung und Weiterbildung (Inhalte der §§ 6, 9 und 10 MedGV) z. B. mit folgenden Fragen um Auskunft gebeten:

1. Welche med.-techn. Geräte werden von dem Befragten benutzt?
2. Teilnahme an Kursen, Lehrgängen sowie anderen Weiterbildungsveranstaltungen
3. Allgemeine Angaben zum Ausbildungsstand
4. Risikobewertung des Befragten bei der Anwendung von med.-techn. Geräten
5. Angaben über vorgekommene Störungen im Behandlungsablauf durch med.-techn. Geräte oder haustechnische Anlagen
6. Welche med.-techn. Geräte werden häufig zusammen am Patienten eingesetzt?
7. Allgemeine Mängel in Anlagen oder Geräten bzw. der Organisation des Hauses oder der Abteilung
8. Angabe, über welche med.-techn. Geräte der Befragte weitere Informationen haben möchte.

Anhand der im Stellenplan ausgewiesenen Personalbesetzungen wurden die Fragebögen ausgeteilt. Lediglich 30 % wurden wieder zurückerhalten, obwohl in Einzelgesprächen mit dem Personal sowie der ärztlichen Abteilungsleitung ein großes Interesse und Engagement an der Medizintechnik bekundet wurde.

Neben Zeitmangel aufgrund hoher Arbeitsauslastung wurde häufig mangelndes Interesse an der Thematik sowie eine ablehnende Haltung aufgrund schlechter Erfahrungen mit anderen Fragebogenaktionen in der Vergangenheit angegeben.

Tabelle 2

Gerätetyp	Sichtprüfung	Funktionsprüfung	C-Mangel in %			D-Mangel in %			Mangelverteilung		Elektr. Mangel
			Inso-	Klinik	Praxis	Insge-	Klinik	Praxis	SP*	FP*	
1 EKG	Gebrauchsanweisung CF-Kennzeichnung	Amplitudengenauigkeit	12	12	12	1,2	1,2	1,2	81	19	Isolationswiderstand Anwendungsteil
2 Blutdruckmesser Intrakardial	CF-Kennzeichnung Gebrauchsanweisung		12			0			92	8	---
4 Defibrillatoren	Gebrauchsanweisung Potentialausgleich	Leistungsmessung	32	44	22	0,34	0,74	0	55	45	Isolationswiderstand Anwendungsteil
5a Reizstromgeräte	Gebrauchsanweisung Potentialausgleich	Einschaltsperr Netztrennung	20	26	18	0,19	0	0,28	71	29	Patienten- hilfsstrom normal
7 HF-Geräte	Gebrauchsanweisung Potentialausgleich	Betriebsart Neutralelektrode	40	37	49	0,42	0,28	0,83	56	44	Isolationswiderstand Anwendungsteil
12 Infusionspumpen	Potentialausgleich Kurzanleistung	Akkukapazität Forderrate		19			0,12		76	24	Erdableitstrom Gehäuseableitstrom
13 Infusionspumpen	Kurzanleistung Potentialausgleich	Endabschaltung Abschaltdruck	20			0,22			83	17	Isolationswiderstand Netz gegen Gehäuse Gehäuseableitstrom
15 Beatmungsgeräte	Checkliste Sauerstoffkonzentration	Sauerstoff-Konzentration	36				1		53	47	---
16 Inhalations- Narkosegeräte	Checkliste Regelverbindung	Sauerstoff-Konzentration Gasausfallalarm	84				0		34	66	---
14 Externer Herzschritt- macher	Gebrauchsanw. Schutz gegen Verstellen Zustand Batterie	Amplitudengenauigkeit Impulsform u. -breite	21				0,54		83	17	Isolationswiderstand Anwendungsteil

\* Sichtprüfung  
\* Funktionsprüfung

Unzureichende Informationen über die Funktionsprinzipien der eingesetzten Geräte als auch mangelnde technische Betreuung verminderten zusätzlich die Akzeptanz des Anwenders gegenüber med.-techn. Geräten und Anlagen.

Deutlich konnte bei der Auswertung ein kausaler Zusammenhang zwischen der Teilnahme an Kursen und Weiterbildungsmaßnahmen sowie dem Erkennen von fehlerhaften Funktionsabläufen und Gerätefehlern festgestellt werden.

Berücksichtigt man den hohen technischen Stand der modernen medizinischen Geräte, so ist festzustellen, daß der technische Ausbildungsstand mit dieser Entwicklung nicht schrittgehalten hat. Ein relativ hohes Nachholbedürfnis ist zu bemerken und rechtfertigt daher die diesbezüglichen Anforderungen der MedGV.

### Empfehlungen

Die für Kliniken und Arztpraxen durchschnittliche C-Mangelquote von 25 % über alle Geräte der Gruppe 1 bezeugt die Notwendigkeit regelmäßiger sicherheitstechnischer Kontrollen nach § 11 MedGV. Die Durchführung nach einheitlichen Prüfgrundsätzen trägt zur Erhöhung des Sicherheitsstandes bei. Ebenso zeigen die Ergebnisse, daß einige Geräte der Gruppe 3 in die sicherheitstechnischen Kontrollen einbezogen werden sollten.

Für die sichere Anwendung der Geräte wird eine gründliche Einweisung und Schulung des Personals empfohlen. Eine periodische Schulung sollte angestrebt werden, da dadurch die Bediener-sicherheit gesteigert und durch frühzeitige Hinweise auf Geratedefekte entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen ergriffen werden können. Ein höherer Sicherheitsstand und eine bessere wirtschaftliche Nutzung der Geräte kann somit erwartet werden.

Dr.-Ing. Jörg Trappe  
BEKRA-Hauptverwaltung  
Hauptabteilung  
Entwicklung (E 10)  
Postfach 81 02 07  
D-7000 Stuttgart 80

Literatur

- 1 Trappe, Mäurer      Untersuchungen zur Umsetzung der MedGV  
in Stuttgarter Krankenhäusern  
Fachschrift der DEKRA-Medizintechnik,  
Bd. 4, 1/87
  
- 2 Trappe, Mäurer      Investigations regarding Realization of  
the German Medical Devices Safety Act in  
Hospitals of the City of Stuttgart  
Fachschrift der DEKRA-Medizintechnik,  
Übersetzung, Bd. 4, 4/88
  
- 3 Trappe              Technische Mängel an medizinisch-  
technischen Geräte  
Fachschrift der DEKRA-Medizintechnik,  
Bd. 5, 2/88
  
- 4                      Altgeräteüberprüfung  
Bekanntmachung des BMA vom 22.01.87  
Bundesarbeitsblatt 4/87, S. 39 - 55
  
- 5 Trappe, Mäurer      MedGV - Normen und Vorschriften  
Menke: Handbuch der Medizintechnik  
Comed Verlagsgesellschaft mbH, Landsberg.  
7/86

Die Praxis der sicherheitstechnischen Kontrollen  
nach Par. 11 MedGV  
O. Anna, Hannover

---

Eine der wesentlichen Neuerungen der MedGV ist die Einführung sogenannter sicherheitstechnischer Kontrollen (STK), die im Par. 11 gefördert werden.

Ziel dieser Vorschrift ist die Verbesserung des Sicherheitsstandes medizin-technischer Geräte, die zur Anwendung am Menschen bestimmt sind.

Durch regelmäßige Kontrollen, die nach Umfang und Fristen festgelegt sind, sollen sicherheitstechnische Mängel frühzeitig erkannt und beseitigt werden können.

Wichtig ist schon hier zu bemerken, daß reine Funktionsprüfungen nicht unter den Begriff sicherheitstechnische Kontrollen fallen. Funktionsprüfungen werden im Rahmen der Instandhaltung als sogenannte Inspektionen durchgeführt. Natürlich ist die Grenze fließend, etwa bei der Rolle des Batteriezustandes eines Defibrillators.

Ausgangspunkt aller organisatorischen und technischen Überlegungen zur STK ist die Bauartzulassung, die aufgrund der vorgeschriebenen Bauartprüfung den "Umfang und die Fristen" der STK festlegt.

Im Moment und auf absehbare Zeit werden noch kaum Geräte mit Bauartprüfungen in den Krankenhäusern sein, so daß sich in dieser "Übergangszeit" die Angaben zu Umfang und Fristen zur STK aus den Unterlagen, die Sachverständige im Rahmen der Übergangsprüfungen nach Par. 22.1 und 2 festgelegt haben, ergeben. Dort waren "Umfang und Fristen sicherheitstechnischer Kontrollen nach den Herstellerempfehlungen" festzulegen. Zu jedem Gerät der Gruppe 1 muß eine solche Unterlage vorhanden sein.

Es war eine der großen praktisch-organisatorischen Schwierigkei-

ten der Übergangsprüfungen nach Par. 22, diese Herstellerempfehlungen in einer praktikablen Weise zu erhalten. Eigentlich war das überraschend, denn im Grunde muß jeder Hersteller über eine Vorstellung verfügen, welche Prüfungen sein Produkt regelmäßig benötigt, um den Anforderungen an Sicherheit für Patienten, Bedienstete und Dritte sowie einwandfreie Funktion zu genügen.

In der Praxis sind die Angaben in der Regel dürftig und dürften selten ausreichen, um tatsächlich dem prüfenden Krankenhaustechniker alle nötigen Informationen zu vermitteln.

Zur richtigen Vorbereitung der Prüfung eines MT-Gerätes gehört neben einem vorbereiteten Prüfprotokoll mit Angabe der zulässigen Meßwertgrenzen nach geräte- oder typindividueller Anwendung der richtigen und neuesten Vorschriften auch eine Liste der benötigten Meßgeräte und Vorrichtungen sowie eventuell eine Vorbereitung des Gerätes etwa durch Reinigung, Desinfektion usw. Eine Auftrennung in in Arbeiten nach erforderlicher Qualifikation ist ratsam, um wirtschaftlich zu arbeiten.

Natürlich muß das Gerät auch zur Verfügung stehen, um Wartezeiten zu vermeiden, was Absprachen mit den Nutzern erfordert.

Alle diese selbstverständlichen Forderungen sind im klinischen Alltag gerade nicht selbstverständlich und verursachen erhebliche Organisationsprobleme.

Der Vorbereitung der Prüfprotokolle sollte dabei besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, entscheidet doch die ergonomische Anordnung und die dadurch bedingte Reihenfolge der Niederschrift der Messungen oft genug über die rationelle und sichere Durchführung der Messung und Dokumentation der Meßwerte, die im Schadensfalle zur Beweisführung herangezogen wird. Selbstverständlich muß das Protokoll vom verantwortlichen Prüfer unterzeichnet sein.

Über die Reihenfolge der Durchführung der Messungen muß man sich "am grünen Tisch" gründliche Gedanken machen, denn die ständige



Wiederholung der Messungen und die jeweilige Umschaltung z. B. bei verschiedenen elektrischen Messungen führt allzuleicht zu Verwechslungen der Kabelanschlüsse und Meßbereiche, etwa an Vielfachinstrumenten. Die Verwendung von Prüfautomaten, insbesondere für die zur elektrischen Sicherheit notwendigen Messungen, ist sehr empfehlenswert.

Die Anfertigung oder der Kauf von typindividuellen Prüfsets bei den Herstellerfirmen begünstigt die rationelle Durchführung der Prüfungen, da jede Improvisation vermieden wird, und der Prüfvorgang als solcher kalkulierbar ist. Wieviel Zeit kosten Wege zur Beschaffung eines Spezialschlüssels oder auch nur eines Meßgefäßes oder eines Kabels!

Die Trennung von sicherheitstechnischen Messungen und Funktionsmessungen im Rahmen der Instandhaltung bedarf einer Abwägung. Da im Verlaufe der Prüfung oft auch mit geringem Zeitaufwand andere Messungen und Prüfungen durchgeführt werden können. Jedoch ist das im Einzelfall sorgfältig zu prüfen. Keinesfalls dürfen Umfang und Fristen der STK eigenmächtig verändert werden, da sie Grundlage der Bauartzulassung sind und ohne restlose, termingerechte Erfüllung das Gerät nicht mehr legal betrieben wird.

Wichtige Voraussetzungen für die sach- und fachgerechte Durchführung der STK ist die persönliche Qualifikation des Prüfers.

Der BmA hat hierüber eine besondere Richtlinie erlassen, die die Voraussetzungen fixiert, die einen Prüfer zur verantwortlichen Durchführung sicherheitstechnischer Kontrollen nach Par. 11 MedGV berechtigen: "Anforderungen an Personen, die sicherheitstechnische Kontrollen durchführen". Bek. des BmA vom 2.4.87 - Va5-437102 -

Dort heißt es u. a.: "... nur beauftragt werden, wer aufgrund

- a. seiner Ausbildung,
- b. seiner Kenntnisse und
- c. seiner durch praktische Tätigkeit gewonnenen Erfahrungen

die sicherheitstechnischen Kontrollen ordnungsgemäß durchführen kann".

Die o. a. Richtlinie fordert dann im Detail

- a. einen entsprechenden Abschluß als Ingenieur,
- b. entsprechende Kenntnisse über jedes jeweils zu prüfende Gerät sowie
- c. eine zweijährige praktische Tätigkeit über den Betrieb, die Instandhaltung oder die Prüfung med.technischer Geräte.

Personen, auf die diese Beschreibung zutrifft, stehen für diese Routinetätigkeiten zu den derzeit üblichen Konditionen nicht zur Verfügung.

Damit ist per Richtlinie, die zwar formell nur "die Behörde" bindet, aber trotzdem existiert und Maßstäbe setzt, der Sinn der ganzen Aktion, nämlich Sachverstand in den Krankenhäusern zu binden, in Frage gestellt.

Aber schauen wir uns mal die Nebensätze in obiger Richtlinie an:

Dort heißt es ergänzend zu a.: "oder eine andere Ausbildung nachweist, die in gleicher Weise zur Durchführung der sicherheitstechnischen Kontrollen befähigt".

Diese Formulierung gibt für qualifizierte Fachleute, die die Forderung nach praktischer Erfahrung und speziellen Kenntnissen der Geräte, die sie prüfen sollen, erfüllen, folgende Möglichkeiten:

In einer etwa durch Fachgesellschaften oder sonstige Autoritäten akkreditierten nachvollziehbaren Ausbildung kann die für die ordnungsgemäße Durchführung der sicherheitstechnischen Kontrollen erforderliche Qualifikation vermittelt und so die Anforderungen der Richtlinie erfüllt werden.

Formal ist für die Durchführung der sicherheitstechnischen Kontrollen der Betreiber verantwortlich, bekanntlich meist eine

juristische Person (Land, Stadt, Kirchengemeinde oder GmbH), die die Kontrollen selbst nicht durchführen kann. Selten gibt es einen Betreiber als natürliche Person, so z. B. der Besitzer oder Pächter einer Privatklinik. Der Betreiber wird vertreten durch den Verwaltungsleiter, in seltenen Fällen durch den ärztlichen Direktor. Dieser hat nun tatsächlich dafür zu sorgen, daß die Erfordernisse der MedGV durchgeführt werden, also auch die STK.

In aller Regel wird der "Betreiber" durch Auftragsvergabe nach außen oder durch Delegation an einen Mitarbeiter das Problem lösen.

Während bei der Auftragsvergabe an eine (seriöse) Firma die Probleme gut, wenn auch oft aufwendig gelöst sind, und nur noch eine Aufsichtspflicht etwa bei Terminen o. ä. bestehen bleibt, ist bei der Delegation an einen Mitarbeiter das oben zur Qualifikation gesagte vom Delegierenden zu überprüfen. Das heißt, daß der Betreiber sich, etwa durch Vorlage von Zeugnissen und Bescheinigungen, notfalls von individuell erstellten Gutachten, davon überzeugen muß, daß die Ausbildung, Kenntnisse, Fertigkeiten und Erfahrung des Mitarbeiters zur Durchführung der STK befähigt.

Der Betreiber soll sorgfältig darauf bedacht sein, daß der Mitarbeiter qualifiziert ist und auch bleibt, die STK durchzuführen, d.h. die Kenntnis der zu prüfenden Geräte muß immer ausreichend sein.

Dazu gehört eine Schulung an jedem neuen und zu prüfenden Gerät sowie die Möglichkeit der Teilnahme an einem Erfahrungsaustausch und der Weiterbildung.

Insofern sind die angebotenen Kurse, Weiterbildungsveranstaltungen und das Halten von Fachliteratur nicht nur im Interesse der Sache an sich, sondern zur wirksamen Delegation geradezu Voraussetzung.

Macht ein Mitarbeiter geltend, er sei nicht sachkundig, etwa

wegen verweigerter Weiterbildung, so fällt die Verantwortung aus der Delegation ggf. auf den Betreiber zurück.

Die Qualifikation der Mitarbeiter sollte aber nicht nur unter diesem Negativaspekt gesehen werden, bringt doch die Erfahrung des technischen Mitarbeiters Fachkenntnis ins Haus, die viele kleine und große Probleme lösen hilft; denn wie bekannt sind 60 % der Inanspruchnahme von Kundendienstleistungen auf Bedienungsfehler durch Anwender zurückzuführen. Ein großer Teil dieser Kosten kann durch Aufbau von Sachkunde im Hause nach und nach eingespart werden.

Prof. Dr. Otto Anna  
Medizinische Hochschule Hannover  
Institut für Biomedizinische Technik  
und Krankenhaustechnik  
Konstanty-Gutschow-Straße 5

~~3000 Hannover 61~~

Nach MedGV nun RÖV: Pflichten und Termine  
H. St. Stender, Hannover

---

Ziel der Röntgenuntersuchung ist es, diagnostisch adäquate Röntgenaufnahmen der abgebildeten Körperregion mit einer möglichst geringen Strahlenexposition zu erhalten. Hierzu ist eine leistungsfähige, dem Stand der Technik entsprechende Einrichtung erforderlich, die konstant arbeitet. Die in §16 RÖV vorgeschriebene Qualitätssicherung soll den Leistungszustand der verschiedenen Teile des Bilderzeugungssystems festlegen und erhalten, wie er zur Erzeugung einer guten Bildqualität notwendig ist. Unter Bildqualität wird in der RÖV das adäquate "Verhältnis zwischen den Strukturen eines Prüfkörpers und den Kenngrößen seiner Abbildung" verstanden. Die Kenngrößen des Prüfkörperbildes und die mitgemessenen, technischen und physikalischen Werte sollen eine optimierte Funktionsweise der geräte- und materialabhängigen Komponenten des Bilderzeugungssystems gewährleisten und die Basis einer adäquaten diagnostischen Bildqualität bilden.

Die zur Qualitätssicherung erforderlichen Prüfungen bestehen aus meßtechnischen Kontrollen sowie Funktions- und Sichtprüfungen. Dabei werden sie auf zwei Niveaus 1. als Abnahme- und 2. als Konstanzprüfung durchgeführt. Bestandteil der Qualitätssicherung sind aber auch nach §16 (3) Röntgenaufnahmen des Menschen, von denen eine Auswahl vom Strahlenschutzverantwortlichen einer ärztlichen Stelle jährlich vorgelegt werden muß (Tab. 1).

Tab. 1 Qualitätssicherung nach § 16 der Röntgenverordnung vom 8.1.1987

---

- 1a *Abnahmeprüfung vor Inbetriebnahme*  
(Kontrolle durch Sachverständigen)
  - b Eingeschränkte Abnahmeprüfung bei Änderung des Betriebes, die die Bildqualität beeinflußt.
  - 2 *Konstanzprüfung*
    - a Röntgeneinrichtung – Abetand 1 (bis 3) Monat
    - b Filmverarbeitung – mindestens 1/Woche
  - 3 *Vorlage der Aufnahmen von Menschen und der Aufzeichnungen von 1 und 2 bei einer ärztlichen Stelle, zunächst mindestens 1x jährlich, Verlängerung auf 2 Jahre möglich.*
-

Die Qualitätsprüfungen der Röntgeneinrichtungen werden vom Strahlenschutzverantwortlichen oder -beauftragten veranlaßt und erfolgen nach einer Richtlinie.

Für am 1. 1. 88 schon betriebene Röntgeneinrichtungen gelten Übergangsvorschriften nach §45 RÖV.

#### Abnahmeprüfung

Die Abnahmeprüfung wird vor Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen des Betriebes der Röntgeneinrichtung, die die Bildqualität beeinflussen, vom Hersteller oder Lieferanten durchgeführt und vom Sachverständigen nach §4 überprüft.

Nach Instandsetzung, Änderung oder Neujustierung an Komponenten des Bilderzeugungssystems kann sich die Abnahmeprüfung auf die Änderungen beschränken, die den Strahlenschutz beeinflussen. Die Ergebnisse der Abnahmeprüfung sind durch einen Sachverständigen nach §4 nur zu kontrollieren, wenn das Ergebnis der Abnahmeprüfung nicht mit den Ergebnissen der vorangegangenen, durch einen Sachverständigen bestätigten Abnahmeprüfung übereinstimmt. Die Kontrolle durch den Sachverständigen sollte auch nicht erforderlich sein, wenn nach einer Neujustierung oder dem Ersatz von Komponenten der Röntgeneinrichtung einschließlich des Abbildungssystems das Ergebnis der Abnahmeprüfung eine Verbesserung des Strahlenschutzes bei der erforderlichen Bildqualität anzeigt.

Die Abnahmeprüfung wird durchgeführt, um zu gewährleisten, daß

1. der technische Zustand der Einrichtung und die Einstellung der Komponenten eine adäquate Bildqualität, die auch auf den optimierten medizinischen Informationsgehalt abgestimmt ist, erwarten lassen,
2. die erforderliche Strahlenexposition nicht unnötig hoch ist und
3. die festgelegten technischen Daten (Standarddaten) eine Bestimmung der Körperdosis ermöglichen.

Weiter liefert die Abnahmeprüfung die Bezugswerte und ihre Grenzabweichungen zur Durchführung der Konstanzprüfungen.

#### Umfang der Abnahmeprüfung

Bei Röntgeneinrichtungen sind unter-vorzugebenden Meßbedingungen (DIN, Richtlinien zu §16) für eine Reihe von Prüfpositionen die Qualitätsmerkmale (physikalische Größen) und deren zulässige Grenzabweichungen zu bestimmen. Hierzu sind die Werte oder Wertbereiche und die einstellbaren Abstufungen mit den zugehörigen Fehlergrenzen vom Hersteller abzugeben. Betroffen sind:

1. Meßtechnische Prüfpositionen
2. Sicht- und Funktionsprüfungen

Die notwendigen Angaben über Daten von Komponenten des Bilderzeugungssystems müssen in den Begleitpapieren der Hersteller aufgeführt sein. Die Prüfung der exakten Funktionsweise der einzelnen Komponenten des Strahlenerzeugungssystems und die Wahl des Abbildungssystems (geeignete Film-Folien-Kombination) sollen eine adäquate Bildqualität gewährleisten, bei der die diagnosewichtigen Bildmerkmale mit einer vertretbar niedrigen Strahlendosis dargestellt werden.

Die Überprüfung der Filmbetrachtungsgeräte erscheint besonders wichtig, da die Forderung nach einer veränderbaren Leuchtdichte und gute Einblendmöglichkeiten oft nicht erfüllt sind und eine Grelleuchte fehlt.

Die Ergebnisse der Abnahmeprüfung werden aufgezeichnet und aufbewahrt sowie in Prüfkörperaufnahmen dokumentiert, die als Vergleichsbasis für spätere Prüfungen dienen.

Die Ergebnisse werden dem Strahlenschutzverantwortlichen bzw. -beauftragten vorgelegt, der so eine Möglichkeit zur Kontrolle durch den Vergleich mit den vorausgegangenen Bezugswerten der Abnahmeprüfung hat.

Die Aufzeichnungen mit Prüfkörperaufnahmen müssen jährlich der ärztlichen Stelle (§16,3) vorgelegt werden. Der Zeitraum kann um ein Jahr verlängert werden.

### Konstanzprüfung

Die Konstanzprüfung hat die Aufgabe festzustellen, ob die Werte repräsentativer Kenngrößen noch den Bezugswerten zur Zeit der Abnahmeprüfung entsprechen. Sie gibt Aufschluß über die Stabilität der Funktionsweise des Bilderzeugungssystems und, ob die Bildqualität noch den letzten Überprüfungen entspricht. Wenn dieses nicht der Fall ist, muß die Ursache direkt ermittelt und der Fehler beseitigt werden. Auf diese Weise können unnötige Erhöhungen der Strahlenexposition und eine Minderung der Bildqualität vermieden werden.

Die Durchführung der Konstanzprüfungen wird in der Regel vom Strahlenschutzbeauftragten oder vom fachkundigen Personal durchgeführt.

Die Konstanzprüfung der Röntgeneinrichtungen (Aufnahme- und Durchleuchtungseinheiten) erfolgt zunächst mindestens monatlich, kann aber auf Antrag von der zuständigen Behörde auf Abstände bis zu 3 Monaten verlängert werden.

Die Konstanzprüfung der Filmverarbeitung soll in Abständen durchgeführt werden, die nicht länger als 1 Woche betragen. Eine tägliche Überprüfung ist von Vorteil.

Wichtig ist, daß bei der Konstanzprüfung erkannte Mängel umgehend beseitigt werden und ihre Behebung aufgezeichnet wird.

Der praktischen Durchführung der Konstanzprüfung liegen zugrunde: DIN 6868, Teil 2 (Filmverarbeitung: Konstanzprüfung der visuellen optischen Dichte), Teil 3 (Konstanzprüfung bei Direktradiographie) und Teil 4 (Konstanzprüfung bei Durchleuch-



tung und Aufnahmen vom Ausgangsschirm des Röntgenbildverstärkers) sowie die Richtlinie zu §16 RÖV.

Konstanzprüfung der Filmverarbeitung

Für die Überprüfung der Filmverarbeitung werden in der

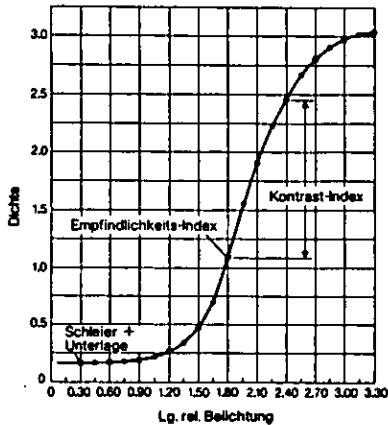


Abb. 1 Dichtekurve des Filmes mit Darstellung von Empfindlichkeits- und Kontrastindex sowie Schleier und Unterlage.

Regel Sensitometer und Densitometer benötigt. Die Sensitometer sollen wegen der Zunahme der orthochromatischen Filme den blauen und grünen Spektralbereich umfassen. Die Überprüfung wird mit der am meisten verwendeten Filmtyp (Testfilm) durchgeführt. Nach der sensitometrischen Belichtung ist die Aufzeichnung einer Dichtekurve möglich. Für die Qualitätsüberwachung werden aber nur der Wert des Schleiers einschließlich Unterlage und zwei weitere Meßwerte bestimmt. Der erste Meßwert liegt nahe der Dichte  $D = 1$  über Schleier und Unterlage und wird Index der Empfindlichkeit bezeichnet (Abb. 1). Der zweite Wert entspricht der Stufe, deren Belichtung hinter dem Stufenkeil um den Faktor 4 größer ist als bei der Stufe des Index der Empfindlichkeit. Er wird Index des Kontrastes bezeichnet. Änderungen dieser Indizes, deren Grenzabweichung  $D = \pm 0,20$  beträgt, weisen auf Stö-

rungen des Entwicklers, der Regenerierung oder Entwicklertemperatur hin. Wenn die Überprüfung der Filmverarbeitung mit dem Testfilm in Ordnung ist, aber trotz konstant arbeitender Röntgeneinrichtung eine Änderung der Bildqualität der eingesetzten Röntgenfilme festgestellt wird, kann eine veränderte Empfindlichkeit oder Gradation des eingesetzten Filmes gegenüber dem Testfilm vorliegen. Hier ist dann die Sensitometrie nicht nur des reservierten Testfilmes, sondern auch des laufend angewandten Filmes zur Klärung notwendig.

Am Beginn der Filmverarbeitungsprüfung werden durch mindestens drei Messungen an mehreren Tagen die Ausgangswerte der Indizes durch Mittelwertbildung bestimmt. Sie stellen dann die Zielwerte für den folgenden Überprüfungszeitraum dar. Die gemessenen Werte werden in ein Formular eingetragen und über die Zeit verfolgt (Abb. 2). Aus dem Verlauf der registrierten Werte lassen sich schon frühzeitig Störungen der Verarbeitungsprozesse erkennen.

Abb. 2 Beispiel eines Formblattes für die Aufzeichnung der Meßergebnisse bei der Prüfung der Filmverarbeitung nach DIN 6868 Teil 2

Filmtyp		Emulsions-Nr.		Entwicklung Maschine/Hand		Entwicklungsmaschinen-Typ																
Monat/Jahr																						
Tag				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Entwicklertemperatur (°C)																						
Neuansatz	Entwickler:	Verdünnung:	Zusatz:																			
	Fixierbad	Verdünnung	Zusatz:																			
Regenerator-Ansatz	Entwickler:	Verdünnung	Zusatz:																			
	Fixierbad	Verdünnung	Zusatz:																			
Schleier + Unterlage (D <sub>u</sub> ,...)   Dichte D einer unbechichteten Stelle				0																		
				0.3																		
				0.2																		
				0.1																		
				0.0																		
Index für Empfindlichkeit   Nr. der Stufe   Zielwert der Dichte D <input type="checkbox"/>	Obere Grenze -----			0																		
				+ 0.20																		
				- 0.10																		
				0.00																		
	Untere Grenze -----			- 0.10																		
Index für Kontrast   Nr. der Stufe   Zielwert der Dichte D <input type="checkbox"/>	Obere Grenze -----			0																		
				+ 0.20																		
				- 0.10																		
				0.00																		
	Untere Grenze -----			- 0.10																		
			- 0.20																			

## Konstanzprüfung der Röntgeneinrichtung

Vor jeder Konstanzprüfung der Röntgeneinrichtung muß die Filmverarbeitung sensitometrisch überprüft werden.

Prüfungspositionen, deren Bezugswerte mit den Ausgangswerten im Rahmen der Abnahmeprüfung verglichen werden, sind:

### a) Direktradiographie

optische Dichte im festgelegten Areal des Prüfkörperbildes,  
Kontrast = Vergleich der Stufen eines Schwächungskeiles bei gleicher Filmgradation und Filmverarbeitung,  
Nutzstrahlenfeld = Bestimmung der Abmessungen und der Lage (Mittenmarkierung) des geschwärzten Feldes im Prüfkörperbild,  
Relativwert der Dosis auf der Strahleneintrittsseite eines Prüfkörpers,

oder alternativ:

Abweichungen der optischen Dichte zwischen den Aufnahmen mit automatischer Belichtung und denen mit freier Einstellung, oder Kontrolle mit Flächendosisproduktmeßgerät.

### b) Durchleuchtung

Dosisleistung, Dosisleistungsregelung, Nutzstrahlenfeld, Kontrast, Auflösung.

Die ermittelten Werte werden mit den Bezugswerten und den zugehörigen Grenzabweichungen verglichen. Um Fehler frühzeitig zu erfassen, müssen die Toleranzen (Grenzabweichungen), die von den verwandten Prüfmitteln abhängig sind, in Verbindung mit der Festlegung der Bezugswerte im Rahmen der Abnahmeprüfung sorgfältig bestimmt werden (DIN 6868/1-4, 6868/50, VDE 0750).

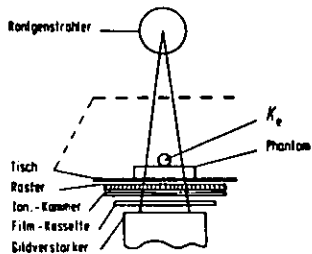


Abb. 3 Meßanordnung zur Messung der Einfalldosis bzw. Einfalldosisleistung bei der Konstanzprüfung. Die gestrichelte Linie bezeichnet den Ort des Patiententisches bei Untertisch-Röntgenstrahlern. Der Strahlengang ist dann von unten nach oben gerichtet (nach Bronder 1986).  $K_d$  = Dosimeter zur Messung der Einfalldosis

Abhängig vom Arbeitsplatz wird die Prüfung mit freier Einstellung und/oder Belichtungsautomatik sowie 70 und/oder 100 kV durchgeführt. Der Prüfkörper nach DIN 6868 (PTW, Rego) hat sich in der Praxis bewährt und ist im Handel zu beziehen. Das Material des Prüfkörpers führt bei Änderungen der Spannung zu sehr deutlichen Abweichungen und ist daher aus der Sicht des Strahlenschutzes gut geeignet. Der Prüfkörper nach EDER (Fa. Wellhöfer) ist nach den Leitlinien der DIN-Empfehlung gebaut. Die Bestimmung des Dosisreferenzwertes mit einem Detektor ermöglicht zuverlässige und schnelle Prüfungen. Auch andere, teils einfachere Prüfkörper werden in der Praxis vor allem bei sehr einfachen Röntgeneinrichtungen eingesetzt. Wichtig ist eine exakte Bestimmung der Grenzabweichungen nach DIN und VDE. Diese sind vom Prüfmaterial stark abhängig, so daß sie von einem Prüfkörpertyp auf den anderen nicht übertragen werden können.

Der Prüfkörper für die Konstanzprüfung der Durchleuchtung und der Aufnahme vom Ausgangsschirm des Röntgenbildverstärkers muß möglichst bildempfängernah am Anwendungsgerät in den Strahlengang angebracht werden. Bei den Prüfungen ist auf die stets gleiche Position und Strahlengeometrie besonders zu achten. Zu den Kenngrößen gehören bei der Durchleuchtung die Dosisleistung und Dosisleistungsregelung (je nach Steuerart), das Nutzstrahlenfeld, der Kontrast mit Hilfe eines 7stufigen Schwächungskeiles und die untere visuelle Ortsfrequenzgrenze (Lp/mm).

Abb. 4 Beispiel eines Formblattes für die Aufzeichnung der Prüfergebnisse von Konstanzprüfungen bei Direkttridographie nach DIN 6868 Teil 3

Gerät:  
Strahler:  
Generator:

		Datum (Tag/Monat/Jahr)			
		Bezeichnung, Nummer, eingestellte Werte	Bemerkungen		
Vorbereitung	Filmverarbeitung - Dunkelkammer/Maschine - Filmtyp	(siehe DIN 6868 Teil 2)			
	Kassette (markiert) - Folientyp (markiert)	(siehe DIN 6832 Teil 2)			
	Gerät - Fokus-Film-Abstand - Fokus-Objekt-Abstand - Strahlröhren-Raster (markiert) - Abmessungen des Nutzstrahlenfeldes				
	Generator - Arbeitsplatz - Brennfleck - Gesamtfeld des Röntgenstrahlers - Röntgenröhrenspannung in kV - Röhrenstrom in mA - Belichtungszeit in s   mAs	70/100 / /	Einstellung immer von der gleichen Seite; vom unteren/vom oberen Skalenbereich her		
	Meßfeld der Belichtungsautomatik Programstufe der Belichtungsautomatik	/ /			
		Ausgangswerte			
Messung	Freie Einstell-	Optische Dichte in Bildmitte	/		
		Kontrast Nutzstrahlenfeld Dosis	/ / /		
	Belichtungsautomatik	Optische Dichte in Bildmitte	/		
		Kontrast Nutzstrahlenfeld Dosis	/ / /		

Abb. 5 Beispiel eines Formblattes für die Aufzeichnung der Prüfergebnisse von Konstanzprüfungen bei Durchleuchtung nach DIN 6868 Teil 4

Gerät:  
Strahler:  
Generator:

		Datum (Tag/Monat/Jahr)				
		Bezeichnung, Nummer, eingestellte Werte	Bemerkungen			
Vorbereitung	Gerät - Fokus-Bildempfänger-Abstand - Fokus-Objekt-Abstand - Strahlröhren-Raster (markiert) - Abmessungen des Nutzstrahlenfeldes					
	Bildempfänger - Röntgen-Bildverstärker - Röntgen-Bildverstärker-Formate	/ /				
	Dosisleistungsregelung - Art - Stufe	/ / / /				
	Schärgen: - Helligkeit (markiert) - Kontrast (markiert)					
	Generator - Arbeitsplatz - Brennfleck - Gesamtfeld des Röntgenstrahlers - Röntgenröhrenspannung in kV - Röntgenröhrenstrom in mA	/ / / /				
		Ausgangswerte				
	Messung	Freie Einstellung	Auflösung in LP/mm Kontrast Nutzstrahlenfeld Dosis in . . . . .	/ / / /	/ / / /	
			Auflösung in LP/mm Kontrast Nutzstrahlenfeld Dosis in . . . . .	/ / / /	/ / / /	

\*Einstellung immer von der gleichen Seite; vom unteren/vom oberen Skalenbereich her

Bei der Aufnahme vom BV-Ausgangsschirm werden die Kenngrößen optische Dichte, Relativwert der Dosis auf der Strahleneintrittsseite, Kontrast und Nutzstrahlenfeld bestimmt. Die Prüfaufnahmen werden dabei mit einer Spannung von 70 kV angefertigt, soweit nicht eine automatische Einstellung erfolgt.

Spezielle Prüfkörper und Prüfpositionen sind für die Mammographie, Schichtuntersuchung, Angiographie, Kinematographie und Computertomographie erforderlich.

Die Meßwerte für die einzelnen Prüfpositionen werden aufgezeichnet (Abb. 4 und 5), die Entwicklung von Änderungen der einzelnen Komponenten der Röntgeneinrichtung deuten sich zum Teil frühzeitig an und ihr Verhalten kann Hinweise auf Art und Ursache der Störungen geben. Fehler sind umgehend abzustellen.

#### Qualitätskriterien röntgendiagnostischer Untersuchungen

Die Überprüfung der Bildqualität von Röntgenaufnahmen des Menschen nach §16(3) RÖV erfordert einen Katalog von Qualitätskriterien für die Bildbeurteilung. Da das Ziel der Röntgenuntersuchung die Darstellung der diagnosewichtigen Bildstrukturen mit medizinisch vertretbar niedriger Strahlendosis ist, sind die ärztlichen Forderungen an den Informationsgehalt des Bildes als Beurteilungskriterien festzulegen.

Die ärztlichen oder medizinischen Forderungen an die Bildqualität umfassen 1. die charakteristischen organotypischen Bildmerkmale, 2. die wichtigen Bilddetails und 3. die kritischen Strukturen. Für die häufigsten Basisuntersuchungen sind diese Kriterien mit den aufnahmetechnischen Hinweisen und Leitlinien in einem Katalog aufgeführt, der im Jahr 1985 von der DRG veröffentlicht wurde und zur Zeit überarbeitet wird.

Die aufnahmetechnischen Hinweise oder Leitlinien führen die wesentlichen Faktoren auf, mit denen die geforderte Bildqualität

erreicht werden kann. Dazu gehören vor allem: geeignete Aufnahme-  
position, Aufnahmespannung und Filterung, Brennfleckennennwert,  
Fokus-Film-Abstand, oberer Grenzwert der Belichtungszeit,  
Empfindlichkeitsklasse des Filmfoliensystems, Abschaltwert der  
Dosis, untere visuelle Ortsfrequenzgrenze und effektiver Kon-  
trast.

Die Röntgenbildanalyse auf diagnostische Informationen und die  
Wahl geeigneter technischer Parameter ermöglichen im Rahmen der  
Qualitätssicherung durch die "ärztliche Stelle" die Möglichkeit  
einer gezielten Beratung zur Verbesserung der Bildqualität und  
Dosisreduktion.

Literatur beim Verfasser

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. H.St. Stender

Pregelweg 5

3004 Isernhagen NB

Verkehrerschließung: Patientenströme im Betriebs- und Gefahrenfall

Dipl.-Ing. Klaus Schoeppe, Stuttgart

---

Der Krankenhausbau folgte der Entwicklung der Medizin, zunächst zentrifugal im Sinne einer Aufgliederung und Spezialisierung und dann zentripetal der Zusammenfassung der Medizin im Sinne einer Gesamtbetrachtung des kranken Menschen.

Daraus entstand eine Verselbständigung der baulichen Probleme aufgrund einer funktionsbezogenen Betrachtungsweise und aufgrund der zunehmenden Technisierung und schließlich des schlichten Mengenproblems:

- Die Funktion zwingt häufig zu bestimmten Raumkonfigurationen (z.B. OP, Röntgendiagnostik, Pflege).
- Die Technisierung verlangt unterschiedliche bauliche Maßnahmen (z.B. Geschoßhöhen von 4,50 m - 6,50 m).
- Die Menge der Geschoßflächen und des umbauten Raumes verlangt bestimmte Sicherheitsmaßnahmen entsprechend der geltenden Bauordnung, z.B. Treppenhäuser, Brandabschnitte, Belichtung usw.

Aus all diesem entsteht ein Widerstreit zwischen Funktion und Sicherheit. Die verschiedenen Krankenhaustypen antworten darauf in jeweils unterschiedlicher Weise. Der Schwerpunkt ist teilweise mehr auf vertikale, teilweise mehr auf horizontale Wege ausgerichtet.

Die Verkehrerschließung eines Krankenhauses folgt bezogen auf Betrieb und Sicherheit unterschiedlichen Gesichtspunkten, die nun kurz aufgezeigt werden sollen:



Die Wegeführung im Betriebsfall ist charakterisiert durch bestimmte Prinzipien:

1. Durch die Funktion. Es ergibt sich ein Quell- und Zielverkehr zwischen außen und innen, innen und innen und schließlich innen und außen, z.B. vom Eingang zur Leitstelle, zum Untersuchungs- und Behandlungsraum und zurück, vom Krankenzimmer zur Leitstelle, zum Untersuchungs- und Behandlungsraum und zurück, vom Eingang zum Krankenzimmer und zurück, oder vom Liegendkrankeneingang zur Notfallbehandlung, zur Röntgendiagnostik, zur Intensivpflege bzw. zum OP, vom Liegendkrankeneingang zum Krankenzimmer usw.
2. Durch die Orientierung zum Beispiel für Hausfremde (ambulante Patienten, Besucher) und das Transportpersonal für
  - besondere Eilbedürftigkeit (Geschwindigkeit), zum Beispiel vom Liegendkrankeneingang bzw. Hubschrauberlandeplatz zur Notbehandlung oder zur Entbindungsabteilung;
  - Kontrolle, zum Beispiel im Wunsch nach einem einzigen Eingang jeweils für Gehfähige und Liegende.

Der Gefahrenfall ist besonders zu analysieren. Man könnte von einem medizinischen Gefahrenfall sprechen. Dieser ist jedoch im Krankenhaus als Betriebsfall anzusehen. Der wesentlichste Gefahrenfall ist wohl der Brandfall, aber auch der Fall radioaktiver Strahlung. Bezüglich der Brandgefahr sind zwei entgegengesetzte Vorgänge zu betrachten:

1. Die Entleerung des Hauses über die Fluchtwege von jedem Punkt im Inneren nach außen über Treppen, Balkone bzw. durch die Fassade, d.h. also eine zentrifugale Bewegung, die Flucht weg vom Gefahrenpunkt.

Diesem Vorgang muß entsprechend den Forderungen der Bauordnung Rechnung getragen werden. Häufig werden aber von der Feuerwehr noch zusätzliche Forderungen gestellt, vor allem dann, wenn sich eine Sackgasse entwickelt, obwohl dies nach der 30 m-Regel der Bauordnung zulässig wäre.

Am entferntest gelegenen Punkt eines Stockwerkes muß meistens noch eine Fluchttreppe angelegt werden.

2. Der Brandangriff der Feuerwehr über besondere Zugänge und Treppen bzw. durch Anleiterung an der Fassade geschieht von außen nach innen an der gesamten Peripherie eines Gebäudes. Meist werden hierfür von der Feuerwehr eigene Feuerwehrumfahrten verlangt.

Schließlich ist noch der Gefahrenfall bei radioaktiver Bestrahlung zu nennen, für den entsprechende Strahlenschutzräume eingerichtet werden sollen. Diese Strahlenschutzräume liegen sinnvollerweise möglichst zentral. Die Flucht aus den einzelnen Räumen des Gebäudes geht in diesem Falle nicht nach außen, sondern nach innen zum Zugang zu diesem Strahlenschutzraum. Vom Strahlenschutzraum sind allerdings besondere Ausgänge ins Freie bis außerhalb des Trümmerkegels verlangt.

Die Personenströme werden im Betriebsfall also zunächst über einen oder möglichst wenige Eingänge konzentriert und verteilen sich dann hierarchisch zu den einzelnen Leistungsstellen im Gebäude. Im Brandfall ist die Bewegung umgekehrt vom jeweiligen Aufenthaltsort der Personen auf schnellstem Wege nach außen, gleich über welche Treppen und Türen in der Fassade. Je größer die Krankenhausanlagen werden, umso schwieriger lassen sich die Fluchtwege nach außen führen.

Für den Planer stellt sich somit zunächst folgende Frage:  
Können im Idealfall die Wege des Betriebs und des Gefahrenfalles die gleichen sein?

Die Antwort lautet: Dies ist nur möglich, soweit sie zwischen Eingang und Leistungsstelle liegen. Alle übrigen Fluchtwege tendieren zur Peripherie.

Als zweite Frage stellt sich: Warum soll ein Krankenhaus nur einen Haupteingang besitzen? Sicher ist dies aus der geschichtlichen Entwicklung heraus so entstanden.

Es werden auch immer wieder Gründe der Kontrolle angeführt. Demnach muß der Hierarchie der Verantwortung eine Hierarchie der Zugänge entsprechen, das heißt

- zur Gesamtanlage beim Pfortnerhaus,
- zum einzelnen Gebäude über Haupteingang und Liegendkranken-  
eingang,
- zu jeder Abteilung über eine Leitstelle,
- zu jedem Raum durch eine Tür.

Dem entspricht dann der jeweilige Schließplan.

Die andere Frage ist, inwieweit sich diese Kontrolle tatsächlich durchführen läßt bei den immer größer werdenden Krankenhausanlagen.

Die Möglichkeiten der Kommunikationsmittel (z.B. EDV) und der Transportmittel (Kleinförderanlagen) erlauben jedenfalls bei großen Anlagen eine Aufgliederung zum Beispiel der Patientenaufnahme auf mehrere Zugänge.

Die Kontrolle am Eingang funktioniert aber de facto nicht. Das Krankenhaus ist im allgemeinen ein offenes Haus, in dem jeder frei ein- und ausgehen kann. Die Grenze liegt an der Grenze der einzelnen Leistungsbereiche, d.h. bei den Leitstellen.

Die Kontrollmechanismen sollten hier neu überlegt werden. Ein Pförtner in seiner Loge kann dies nicht gewährleisten.

Schließlich stellt sich dem Entwerfer eines Krankenhauses immer wieder die Frage: Wo wird der Schwerpunkt gesetzt zwischen

- kurzen Wegen, d.h. Verdichtung des Betriebes
- und dem Wunsch nach psychischer und physischer Entlastung der Benutzer durch natürliche Belichtung und Belüftung und damit baulich durch Gebäudeabstände und entsprechend längere Wege für den Betrieb, aber auch günstigere Entleerungsmöglichkeiten im Gefahrenfall.

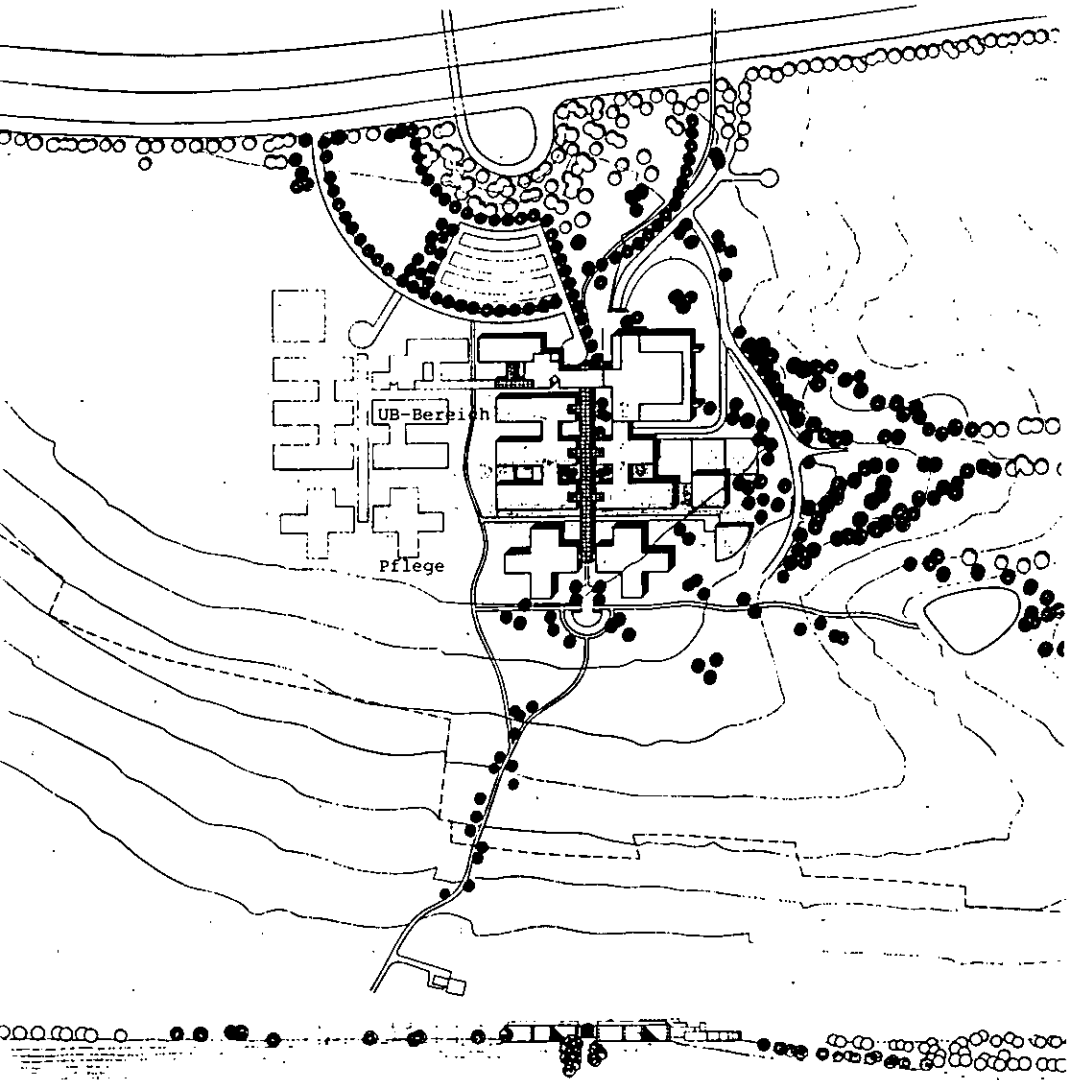
Als Antwort bietet sich an: Man sollte keine Extreme suchen. Hier jeweils die Balance zu finden ist dann die Kunst des Entwerfers.

Anhand von zwei Entwürfen für dieselbe Aufgabe, nämlich für den 2. Bauabschnitt des Regensburger Klinikums, wurde vom Betriebsplaner eine Beurteilung vorgenommen, welche Wege in welcher Häufigkeit zurückgelegt werden müssen und welche Lösung schließlich insgesamt die der geringeren Transportwege und damit auch die wirtschaftlichere ist.

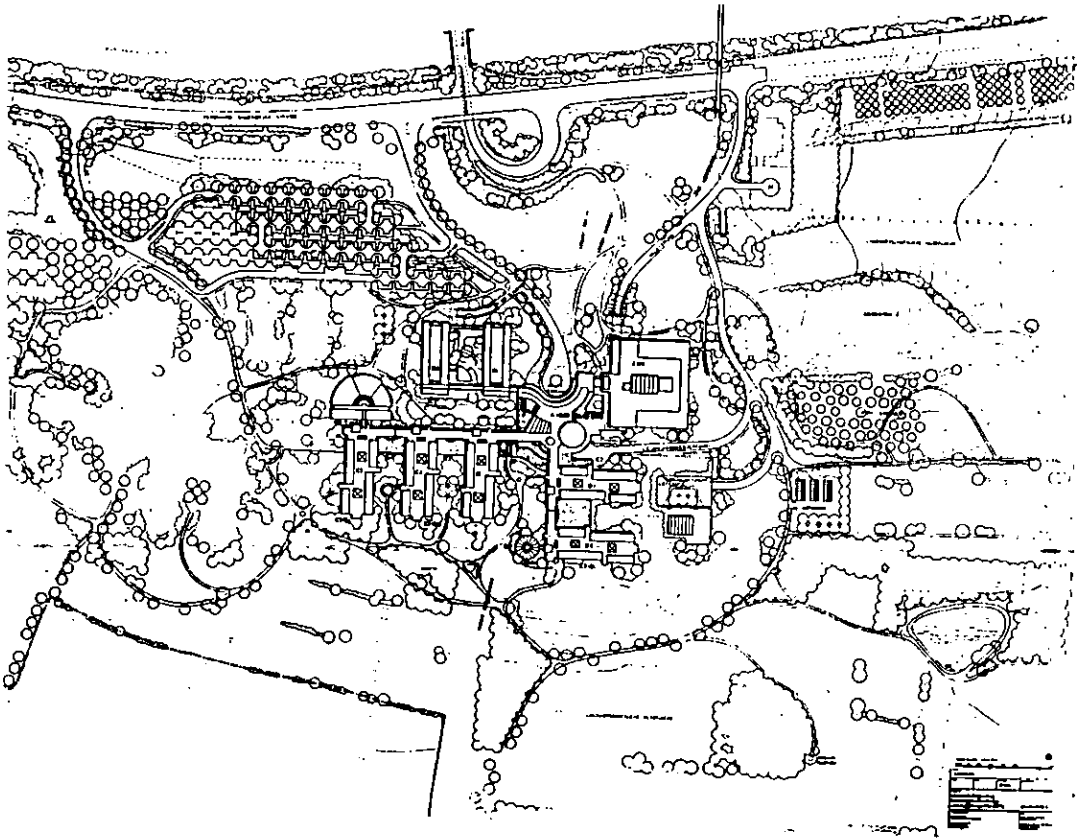
Bei der ersten Lösung waren Pflegebereich und Untersuchungs-Behandlungsbereich in nebeneinander stehenden Gebäuden untergebracht. Bei der zweiten Lösung waren Pflege und U-B-Bereich geschoßweise übereinander angelegt.

Die direkte Zuordnung der Pflegegruppen zu den entsprechenden poliklinischen Abteilungen einerseits und die Zuordnung der Pflegebereiche der operativen Fächer allgemein zu Operationsabteilung und Intensivpflege sowie die Zuordnung der Pflege zur Poliklinik der Inneren Medizin zur Nuklearmedizin ergab schließlich, daß die kammartig angelegte Lösung mit mehreren Funktionen, d.h. Pflege, Untersuchung und Behandlung übereinander die wirtschaftlichere Lösung war.

Dipl.-Ing. Klaus Schoeppe  
Heinle, Wischer und Partner, Freie Architekten  
Rotenbergstraße 8, D-7000 Stuttgart 1



Klinikum Regensburg  
Lösung 1



Klinikum Regensburg  
Lösung 2

Fallbeispiel: Erkenntnisse aus einem Krankenhausbrand  
Dr. V. Lück, Essen

---

I. Ausgangssituation

Tag des Brandes: Montag, der 23. November 1987

Belegung: 356 belegte Betten, Nutzungsgrad: 107%

Gebäude: Bettenhaus, 7 Etagen und ein in U-Form an die rechte Hälfte des Bettenhauses angebauter 3-Etagen Versorgungs- und Behandlungstrakt.

Ausbruch des Brandes: Auf dem Dach des Behandlungstraktes, ca. 30 m entfernt zum Bettenhaus. Gegen 18.42 Uhr. Gleichzeitige Meldung von Personal, Patienten und Passanten.

II. Mobilisierung der Helfer

Durch Leitzentrale der Feuerwehr, schnell und umfassend. Nach 5 Minuten trafen die ersten Züge der Feuerwehr und Polizei ein. Innerhalb von einer dreiviertel Stunde waren am Einsatz:

300 Feuerwehrleute, mit 19 Wasser- und 6 Schaumröhren,  
130 Polizeibeamte,  
106 Krankenwagen und Rettungswagen mit  
232 Mann Besatzung,  
500 und mehr Helfer: Mitarbeiter und Bevölkerung.

III. Vorteile

- Es fanden keine Operationen mehr statt, nur noch Nacharbeiten.
- Schulung des Personals zwei und drei Wochen vorher durch Technischen Leiter und Sicherheitsbeauftragten anhand des von der Feuerwehr gedrehten Videofilms: "Brand des Offenbacher Krankenhauses".
- Um 18.30 Uhr hatte ein Konzert im Erdgeschoß für Patienten begonnen. So waren noch viele Mitarbeiter im Hause und viele gehfähige Patienten angezogen.
- Ende der Hauptbesuchszeit.

- Viele Mitarbeiter wohnen auf dem Krankenhausbauengelände.
- Der Wind trieb den Rauch vom Bettenhaus weg.
- Das Feuer brach a u ß e r h a l b des Gebäudes aus.

#### IV. Verlauf des Brandes

(siehe hierzu Aufsatz von Heft 1, 1988; "Die Feuerwehr")  
Schnelles Ausdehnen des Feuers nach Explosion der ersten Gasflasche (Baustelle auf dem Dach) im Brandbereich und entlang der gesamten Attika (ca. 200 m Länge). Die gesamte Dachfläche des Behandlungstraktes von 2 400 qm war innerhalb von 25 Minuten erfaßt, die Flammen bis zu 15 m hoch.

Dachaufbau: Kaldach, Betondecke mit 70 cm hoher Holzkonstruktion, mehrfache Dachpappenabdeckung. Betondecke war isoliert mit 10 cm dickem Korkpolster.

Folgerung und Anregung: Wo auch immer im Krankenhaus, Pflege- oder Altenheim, Hotel und ähnlichen Einrichtungen mit offenem Feuer oder Funkenflug verursachenden Arbeitsmethoden gearbeitet wird:

1. keine brennbaren Materialien auf der Baustelle belassen nach Feierabend,
2. Nachkontrollen, eventuell in Zusammenhang mit der Feuerwehr, bezüglich versteckter möglicher Brandnester, die sich erst durch Auftreten von Zug/Wind entfalten.

Ansaugturm für Klima- und Belüftungsanlage lag mitten im Rauchgebiet.

Die Abschaltung erfolgte sofort durch die technische Abteilung. Die Sicherheitseinrichtungen in diesem Bereich funktionierten. Schneller Ausfall der Notstromversorgung, Überlastung und Löschwassereintritt.

Die Hauptstromversorgung blieb jedoch während der Katastrophe erhalten, obwohl Löschwasser aus den Lampen und Steckdosen austrat.

Fahrstühle durften nach 20 Minuten nicht mehr benutzt werden. Der Fahrstuhl für den Intensiv- und OP-Bereich von Anfang an nicht: direkter Brandbereich.



Hier erfolgte die Evakuierung der acht Intensivpatienten (5 Beatmungspatienten) und des Personals sofort.

#### V. Situation anderthalb Stunden nach Ausbruch des Brandes

Der Brand war unter Kontrolle, das Bettenhaus von der Feuerwehr gegen ein Übergreifen des Brandes voll geschützt worden. Im Behandlungstrakt bestand Einsturzgefahr durch Löschwasser.

#### Problem:

Sämtliche Apparate und Geräte, lose wie eingebaute, waren dem Löschwasser ausgesetzt. Mit Kräften, die nicht bei der Evakuierung benötigt wurden, erfolgte unter Leitung der Medizin- und Haustechnik

- a) Bergung der beweglichen Geräte,
- b) Abdeckung der eingebauten Geräte

unter Schutz der Feuerwehr und soweit Material zum Abdecken vorhanden war.

#### Empfehlung:

In allen Abteilungen genügend Abdeckfolien bereitzuhalten. Der Aufwand liegt unterhalb der 0,1 Promillegrenze der Anschaffungswerte. Auch nützlich bei Wasserrohrbruch oder ähnlichem.

Das KH verfügte nicht mehr über seine Versorgungseinrichtungen: Küche, Wäscherei, Zentralspüle, Bettenzentrale, Klima- und Belüftungsanlage, Elektrozentrale stand unter Wasser (Feuerwehr pumpte permanent ab!!!). Mit dem Ausfall mußte gerechnet werden. Apotheke, Intensivstation, OP-Trakt, Labor, Röntgen wie auch alle anderen diagnostischen und therapeutischen Bereiche hatten Totalausfall.

Daher Entscheidung: Totale Evakuierung.

## VI. Ablauf der Evakuierung

(siehe hierzu auch Bericht an Die Schwester/Der Pfleger, Nr. 1/1988, S. 52 f)

- Koordination der Zusammenarbeit der Krankenhäuser erfolgte über Ärzte des Gesundheitsamtes. Daher konnten 40% der Patienten (144) direkt in andere Krankenhäuser verlegt werden.
- die übrigen Patienten wurden in einer 300 m entfernten Turnhalle zentral untergebracht und von dort mit Medikamenten und sonstigen medizinischen Artikeln, Kurzberichten und Anweisungen für die Hausärzte versehen. Um 1 Uhr konnte die Aktion abgeschlossen werden. Am dritten Tag nach dem Brand waren 67% unserer Patienten in mehr als 16 Krankenhäusern in Essen und Umgebung wieder als Patienten registriert.

Erschwernis: die Evakuierung mußte über ein Fluchttreppenhaus erfolgen. Gegenverkehr war hier glücklicherweise möglich! Die zentralen Kommunikationseinrichtungen fielen sehr schnell aus: Personenrufanlage, zentrale Durchsage, Telefon. Nach 40 Minuten stand uns nur noch eine Leitung nach außen zur Verfügung. Vorteile: Nur eine Etage war verqualmt. Die zweite Hälfte des Bettenhauses lag nicht im Brandbereich. Der Wind stand günstig. Die Stromversorgung blieb erhalten.

## VIII. Schlußfolgenden und Empfehlungen

1. Da jeder Brandfall seine eigenen Gegebenheiten und Bedingungen hat, kommt es darauf an, daß jeder an seinem Platz weiß, was er im Krisenfall zu tun hat. Dadurch kann Hektik bzw. Panik vermieden werden.
2. Wichtig für 1.: Besteht ein personenbezogenes und vom KH bekanntes Krisenmanagement; Wer soll welche Entscheidungsgewalt haben? Wer leitet den Einsatz der vielen krankenhaushausfremden gutmeinenden Helfer?

3. Wichtig für 1.: Damit die Mitarbeiter in das Krankenhaus gelangen, ist ein KH-Ausweis von Vorteil. Die Polizei hat die Aufgabe der Gebietsabspernung und des Objektschutzes mit der notwendigen Zugangssperre. Hier traten bei uns Probleme auf, die mit Ausweis nicht aufgetreten wären. Zugang der Mitarbeiter als Helfer.
4. Erschwerend war: das Fehlen eines leistungsfähigen nicht stationären Kommunikationsmittels, z.B. Handsprechfunk.  
Empfehlung: um nicht mit laufenden Boten arbeiten zu müssen, Anschaffung einer ausreichenden Zahl leistungsfähiger Geräte, Festlegung des Personenkreises (=erweitertes Krisenmanagement), Einüben der Bedienung.  
Vorteil: Dieses System läßt sich auch sonst vielfältig im KH einsetzen.
5. Schwachpunkt durch Datenschutzgesetz: Alarmierung der Mitarbeiter.
6. Schwachpunkt durch Hygiene- und andere Vorschriften: Wohin mit dem Löschwasser und Schaum?  
Höchststand: Löschwasser 50 cm, Schaum bis zu 2 m.

Da kaum Bodenabflüsse in den beiden oberen Etagen des Behandlungstraktes, hat das Wasser viel Gelegenheiten in Wandschächten, Lüftungsbereichen etc. sich Wege zu suchen bzw. im Boden und Wandbereich Schäden anzurichten.

Folge: Von insgesamt 31.0 Mio DM Sachschaden im Gebäude und Inventarbereich, entfallen nur 950.000,- DM auf direkte Feuereinwirkung. Treppenhäuser und Fahrstuhlschächte mußten als Wassertransportwege nach unten mißbraucht werden, - Wasserschieber wurden noch während des Brandes vom KH besorgt, um die Wasserschäden zu minimieren. Das sichtbare Wasser war 6 Stunden nach Einstellen der Löscharbeiten beseitigt. Ebenso der Schaum.

7. Sind Kenntnisse vorhanden, welche Wege ein Feuer nehmen kann aufgrund der vorhandenen Konstruktionen?
8. Wohin kann evakuiert werden? Schulen, Sporthallen etc.
9. Welche Dokumentation kommt bei der Verlegung/Entlassung der Patienten zum Einsatz. Zusammenarbeit mit der Kriminalpolizei notwendig, da sie die zentrale Auskunftsstelle ist. Schneller Zugang zu Krankenakten und Einsatz der eigenen Ärzte und Pflegekräfte zur Unterstützung der aufnehmenden Krankenhäuser.
10. Wie werden Patienten und deren Angehörige bzw. Besucher, die sich gerade im Krankenhaus befinden, unterrichtet, um eine Panik zu vermeiden?
11. Werden die Fluchtwegen **w i r k l i c h** grundsätzlich frei und offen gehalten, bei allen Beeinträchtigungen, die im alltäglichen Betriebsablauf dadurch auftreten können?
12. Wie sind zu Zugangswegen zu allen Bereichen des Krankenhauses? Damit sich die Rettungsdienste nicht gegenseitig behindern?

Autorenanschrift:

Dr. V. Lück

Ev. Krankenhaus

"Lutherhaus" gGmbH

Hellweg 100

4300 Essen 14

**Baulicher Wärmeschutz und Feuchteschutz**  
**E. Köstner, Hannover**

---

**VORBEMERKUNG:**

Der bauliche Wärme- und Feuchteschutz im Krankenhausbau unterscheidet sich grundsätzlich nicht von dem anderer Bauaufgaben. Allerdings sollten bestimmte Aspekte aufgrund der besonderen Nutzung des Krankenhauses einen anderen Stellenwert haben als in Büro- oder Wohnbauten.

Dies ergibt sich daraus, daß das Krankenhaus gleichzeitig Lebensbereich der Patienten und Arbeitsplatz des Personals ist. Die Patienten befinden sich zusätzlich noch in einer physischen und psychischen Ausnahmesituation.

Ein Aspekt, der im Krankenhaus deshalb einen besonderen Stellenwert hat, ist die Forderung nach einem thermisch behaglichen Innenraumklima. Die thermische Behaglichkeit ist ein im hohen Maße subjektiv empfundener Zustand, aber ebenso auch eine entscheidende Größe für körperliches und geistiges Leistungsvermögen (01).

Ein weiterer Aspekt ist das Frischluftbedürfnis der Patienten. Dies betrifft im wesentlichen die Möglichkeit die Fenster zu öffnen. Für das Behaglichkeitsgefühl der Patienten sind nicht nur die meß- und steuerbaren physikalischen Raumluftgrößen von Bedeutung, sondern eben auch das subjektive Empfinden der Patienten.

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang sicherlich auch der Konflikt des Krankenhauswesens zwischen Humanität auf der einen Seite und Technik und Wirtschaftlichkeit auf der anderen Seite.

Auf die konkrete bauliche Aufgabe Krankenhaus bezogen, sind zwei Fälle zu unterscheiden: der Neubau und die Sanierung bestehender Bauten.

Für Neubauten läßt sich eigentlich, wenn auch etwas verallgemeinert, feststellen, daß bei Einhaltung der Vorschriften der DIN 4108 und der Wärmeschutzverordnung, bei Beachtung der Regeln der Technik für den Feuchteschutz und bei Beteiligung von erfahrenen Architekten und Sonderfachleuten der bauliche Wärme- und Feuchteschutz eigentlich keine Probleme bereiten dürfte.

Für den Sanierungsfall gilt dies nicht so unelingschränkt, da hier bereits konkrete bauliche und sonstige Randbedingungen vorliegen, die berücksichtigt werden müssen. Dadurch lassen sich häufig nur Kompromißlösungen verwirklichen.

Hier gilt der Grundsatz, daß vor der Durchführung von Maßnahmen, eine möglichst umfassende Bestandsanalyse erfolgen muß.

Für den Wärmeschutz gelten die gesetzlichen Anforderungen der DIN 4108 - Wärmeschutz im Hochbau - und der Wärmeschutzverordnung. Beim Einsatz von raumlufttechnischen Anlagen ist ferner die DIN 1946 - Raumlufttechnik - von Bedeutung. Daneben können im Einzelfall noch zusätzliche Verordnungen und Anforderungen wirksam werden, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll.

Für den Feuchtigkeitsschutz gibt es keine dem Wärmeschutz vergleichbaren gesetzlichen Regelungen. Hier muß nach den Regeln der Technik bzw. dem Stand der Technik geplant und gebaut werden.

**WÄRMESCHUTZ:**

Die Schaffung und Aufrechterhaltung eines der thermischen Behaglichkeit entsprechenden Innenraumklimas erfordert Energie. Diese Energie kostet Geld.

Durch Wärmeschutzmaßnahmen soll dieser Energie- und Geldeinsatz begrenzt werden. Hierzu sind verschiedene Maßnahmen möglich.

Abb. 1: Wärmeschutzmaßnahmen und Zuordnung zu den Kategorien "baulich" oder "apparativ".

Einige der aufgezeigten baulichen Wärmeschutzmaßnahmen lassen sich nur mit großem Aufwand realisieren. Sie kommen daher nur für Neubauten oder umfangreiche Umbauten in Frage. Hierzu gehören die Nutzung interner Wärmequellen und der solaren Einstrahlung. Diese bedingen eine Grundrißzonierung sowie Maßnahmen zur Wärmeverteilung innerhalb des Gebäudes.

Der klassische Bereich für bauliche Wärmeschutzmaßnahmen ist die Reduzierung der Transmissionswärmeverluste im Winter. Dies erfolgt durch Erhöhung des Wärmedurchlaßwiderstandes bzw. Reduzierung der  $k$  - Werte der Außenbauteile.

Hierbei spielt die Gebäudeform eine wichtige Rolle. Diese wird mathematisch durch das  $A/V$  - Verhältnis beschrieben, d.h. das Verhältnis der wärmetauschenden Hüllflächen zum beheizten Volumen.

Abb. 2: Aufteilung der Heizwärmeverluste in Abhängigkeit von der Gebäudeform [02].

Da sich hieran aber bei bestehenden Gebäuden nichts verändern läßt, kommen zur Reduzierung des Transmissionswärmeverlustes nur bauteilbezogene Maßnahmen in Frage.

Unter Berücksichtigung des Einflusses der Gebäudeform auf die Transmissionswärmeverluste durch die einzelnen Bauteile wird eine Verbesserung des  $k$  - Wertes zum Beispiel bei einem Pavillon-Krankenhaus aus Sichtmauerwerk eher beim Bauteil Dach sinnvoll sein, während bei einem Bettenhochhaus eher die Außenwand das zu verbessernde Bauteil ist.

Für beide Fälle gilt allerdings, daß die vorhandene wärmetechnische Qualität der Außenbauteile zu berücksichtigen ist.

Abb. 3: Entwicklung der Wärmeschutzanforderungen.

Abb. 4: Beispiele  $k$  - Werte Dach- und Wandkonstruktionen.

Bei einer zusätzlichen Wärmedämmung von Außenbauteilen sollte gleichzeitig versucht werden, die Wirkung von Wärmebrücken ebenfalls zu reduzieren.

Abb. 5: Wärmebrückenwirkung von Stahlbeton - Deckenrändern [03].

Für den Fall, daß die Außenwand wärmetechnisch saniert werden soll, gilt leider auch nicht die einfache Abhängigkeit, daß eine Verdoppelung der Dämmschichtdicke eine Halbierung des Transmissionswärmeverlustes bedeutet. Hier spielt neben dem Fensterflächenanteil der Außenwand die Wirkung von Wärmebrücken eine wichtige Rolle.

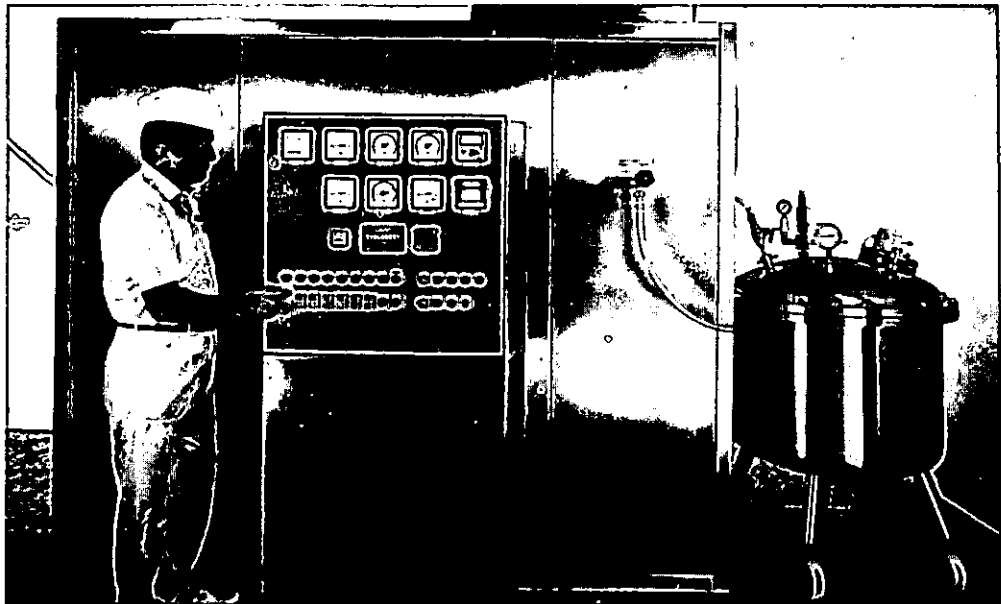
Am Beispiel eines vereinfachten Krankenzimmergrundrisses soll der Einfluß des Fensterflächenanteils auf den Transmissionswärmeverlust einer Außenwand gezeigt werden.

Abb. 6: Beispiel Transmissionswärmeverlust Wand mit Fenster.

Das Beispiel zeigt, daß der Heizenergieeinsparungseffekt von zusätzlichen Wärmedämmschichten an der Außenwand stark vom Fensterflächenanteil abhängt, da diese Maßnahme ja nur den nicht transparenten Teil der Wand betrifft.

In der Außenwand befinden sich außerdem häufig Heizkörpernischen. Diese haben einen nicht unbeträchtlichen Einfluß auf den Transmissionswärmeverlust. Der erhöhte Wärmeverlust in der Nische ist durch zwei Effekte begründet. Der Wärmedurchlaßwiderstand ist in der Nische aufgrund der geringeren Wanddicke niedriger als im Regelquerschnitt, und die Temperaturdifferenz

# Bei Wasserddestillations-Anlagen können Sie sich für SCHOTT „System ZYCLODEST®“ entscheiden. Oder für höhere Energiekosten.



ZYCLODEST-Anlage Typ ZD 150 mit Edelstahl-Vollverkleidung für Schutz- und Wärmeisolation

Der Name ZYCLODEST® kennzeichnet unsere Grundidee: Mit Hilfe eines Zyklons wird destilliertes Wasser von höchster Reinheit erzeugt.

## Wodurch erreichen wir die einwandfreie Qualität?

Der im System ZYCLODEST® erzeugte Destillatdampf wird mittels eines Zyklons von allen noch in ihm befindlichen mitgerissenen Tröpfchen bis zu einer Größe von etwa 0,5 µm gereinigt.

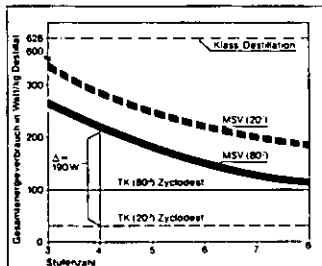
Aufgrund der hohen Geschwindigkeit entsteht an der Zyklonwand ein Wasserfilm, der den direkten Kontakt des aus dem Zyklon austretenden Destillatdampfes mit der Wandung verhindert. Somit wird ein Mitreißen von Schwermetallionen durch das Destillat in den Kondensator vermieden.

## Konsequente Trennung des Destillates vom Wärmepumpen-Kreislauf.

Das konsequent angewandte Zweikreis-system der SCHOTT-Wasserddestillations-Anlage ZYCLODEST®, System Dr. Hoiss, trennt das Destillat völlig vom Wärmepumpen-Kreislauf und vermeidet so alle bewegten mechanischen Teile im Destillatkreislauf.

## Destillat-Qualität entspricht allen Anforderungen.

Durch die Destillation im einstellbaren Temperaturbereich von 100–135°C und der hohen Verweilzeit (ca. 20 Min.) ist das Destillat völlig steril und pyrogenfrei.



Energievergleich bei Destillationsverfahren (MSV = Mehrstufenverdampfung; TK = Thermokompression)

Es entspricht allen Forderungen gemäß EP USP und den einschlägigen Pharmakopöen und erfüllt darüber hinaus die noch wesentlich höheren Anforderungen der Gesetzesentwürfe zur internationalen Regelung für Arzneimittel und Kosmetika (GMP).

## Höchste Wirtschaftlichkeit durch Rückgewinnung der Energie.

Das Destillat, das ZYCLODEST® liefert, ist in den Temperaturen nur ca. 5°C höher als das eintretende Rohwasser. Da fast alle im Erzeugnis steckende Energie mittels Wärmepumpe und Wärmeaustausch zurückgewonnen wird, arbeitet das System besonders wirtschaftlich.

Kühlwasser wird nicht benötigt. Der Gesamtenergieaufwand der ZYCLODEST®-Anlage beträgt nur 0,03 kWh pro Liter Destillat.

Für Entwicklung, Konzeption und Inbetriebnahme Ihrer ZYCLODEST®-Anlage steht Ihnen bei uns ein erfahrenes Team von Fachleuten zur Verfügung.

 **SCHOTT**

SCHOTT GLASWERKE  
Geschäftsbereich Chemie,  
Produktgruppe Apparate- und  
Rohrleitungsbau,  
Postfach 2480, D-6500 Mainz 1,  
Tel. (0 61 31) 66 37 88  
Telex 4 1879 230 sm d

SCHOTT  
GRUPPE

zwischen innen und außen ist deutlich größer, da die Oberflächentemperatur des Heizkörpers weit über der der Innenraumluft liegt.

Dieses läßt sich am Beispiel der Wärmestromdichten im Regelquerschnitt und in der Heizkörpernische recht anschaulich darstellen.

**Abb. 7: Beispiel Wärmestromdichte Regelquerschnitt und Heizkörpernische.**

Die Anordnung der Heizkörper unterhalb der Fenster ergab sich früher aus der Behaglichkeitsforderung heraus, daß Zugserscheinungen im Fensterbereich verringert werden sollten.

Diese resultieren bei alten Fenstern mit Einfachverglasung aus einer tatsächlichen Luftströmung durch die relativ undichten Fensterfugen und aus einer erhöhten Wärmeabstrahlung des Menschen an die sehr kalte Glasoberfläche, die als Zugserscheinung empfunden wird.

Diese Situation hat sich mit Einführung der Wärmeschutzverordnung jedoch geändert. Es dürfen heute nur noch Fenster mit Isolierverglasung oder Doppelverglasung und entsprechend luftdichten Fugen eingebaut werden.

Der Einbau dieser relativ fugendichten Fenster stellt aus energetischer Sicht eine positive Maßnahme dar, da der unbemerkte Luftdurchgang durch Fugen reduziert wird. Aus feuchtetechnischer Sicht kann das allerdings zu Problemen führen, wie zahlreiche Schadensfälle speziell im Wohnungsbau zeigen.

Unbeeinflußbar durch diese bauliche Maßnahme zur Energieeinsparung am Fenster bleiben die Lüftungswärmeverluste, die durch den hygienisch notwendigen Mindestluftwechsel und den zusätzlichen Luftwechsel durch offenstehende Fenster und Türen entstehen.

Gerade der letzte Punkt dürfte im Krankenhaus von Bedeutung sein, da hier die Fenster aufgrund des Frischluftbedürfnisses der Patienten häufig geöffnet sind, obwohl es aus Raumluftqualitätsgründen nicht erforderlich ist. Die durch Fensterlüftung erreichbaren Luftwechselzahlen schwanken je nach Öffnungsart und Randbedingungen sehr stark.

**Abb. 8: Erreichbare Luftwechselzahlen in Abhängigkeit von der Lüftungsform.**

Die durch den Mindestluftwechsel bzw. durch zusätzlichen Luftwechsel bei geöffneten Fenstern entstehenden Lüftungswärmeverluste haben einen ganz erheblichen Anteil am Wärmeverlust eines Raumes.

**Abb. 9: Beispiele Lüftungswärmeverluste bei verschiedenen Luftwechselraten.**

Die nächste Abbildung zeigt das Verhältnis zwischen Lüftungswärmeverlusten und Transmissionswärmeverlusten bezogen auf das gesamte Gebäude, und zwar in Abhängigkeit von der wärmetechnischen Qualität der Gebäudehülle.

**Abb. 10: Verhältnis Transmissions- zu Lüftungswärmeverluste bei unterschiedlichen  $k_w$ -Werten [04].**

Diese Ausführungen zeigen, daß ab einer bestimmten thermischen Qualität der Außenwand Maßnahmen zur Reduzierung der Gesamtwärmeverluste eher im Bereich der Lüftungswärmeverluste als im Bereich der Transmissionswärmeverluste durchgeführt werden sollten. Hierzu sind dann allerdings eher apparative Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung als rein bauliche Maßnahmen erforderlich.

Durch die Verbesserung der  $k$ -Werte der einzelnen Bauteile wird allerdings selbstverständlich eine Energieeinsparung erreicht. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit muß aber der Reduzierung des Transmissionswärmeverlustes der Aufwand für die Anbringung der zusätzlichen Wärmedämmung gegenübergestellt werden. Müssen z.B. für die Anbringung einer Thermohaut die Dachüberstände verändert und sämtliche Fensterbänke ausgetauscht werden, kann diese Maßnahme insgesamt durchaus unwirtschaftlich sein, auch wenn die



Heizkosten reduziert werden. Hiermit wird aber bereits eine vom Bauen losgelöste Frage angesprochen. Es geht dann um die Frage: Wer bezahlt die Investitionskosten und wer trägt die Betriebskosten bzw. Unterhaltungskosten? Dies ist aber nicht Thema dieses Vortrages.

Neben der Gesamtwirtschaftlichkeit einer zusätzlichen Wärmedämmung muß auch die tatsächlich wirksame k-Wertverbesserung des Bautells durch die zusätzliche Wärmedämmung berücksichtigt werden.

Bei einer Giebelwand mit wenigen Fenstern wird die effektive k-Wertverbesserung eher der rein rechnerischen entsprechen als bei einer Fassade mit vielen Fensterlaibungen, Vor- und Rücksprüngen, Balkonen und sonstigen Wärmebrücken.

Auf eine bauliche Maßnahme zur Reduzierung der Lüftungswärmeverluste muß allerdings noch hingewiesen werden. Es handelt sich um die Abdichtung von Bauteilfugen, um hier einen Luftdurchgang zu verhindern. Dies gilt nicht nur für die Fugen zwischen Fensterflügel und Fensterrahmen sondern z.B. auch für die Anschlußfuge zwischen Fensterrahmen und Außenwand sowie für alle Fugen zwischen verschiedenen Bauteilen oder Bauelementen.

Durch Windeinwirkung, Thermik im Gebäude und den Betrieb von Lüftungsanlagen können nämlich im Gebäudelnern leichte Luftüberdrücke gegenüber außen entstehen, so daß durch nicht abgedichtete Fugen große Luftmengen entweichen können.

Der Luftdurchgang durch Bauteilfugen hat neben Auswirkungen auf die Behaglichkeit einen energetischen Aspekt sowie einen feuchtetechnischen Aspekt: Die entweichende Luft transportiert Wasserdampf, der im Bauteilquerschnitt kondensieren kann.

Dieser beschriebene Mechanismus stellt vor allem bei Bauten ein Problem dar, die aus elementierten Bauteilen bestehen und keine eindeutig definierte Ebene der Wind- bzw. Luftdichtigkeit haben

---Einen weiteren Bereich zur Energieeinsparung stellt der sommerliche Wärmeschutz dar. Durch Sonnenschutzmaßnahmen an den Fenstern kann der Energieaufwand für die Klimatisierung, die zur Erzielung eines behaglichen Innenraumklimas erforderlich ist, deutlich gesenkt werden. Durch wirksame Sonnenschutzmaßnahmen kann teilweise sogar auf den Einsatz einer Klimaanlage verzichtet werden, falls diese nicht aus anderen Gründen zwingend erforderlich ist.

Sonnenschutzmaßnahmen sind am wirkungsvollsten, wenn verhindert wird, daß die Sonnenstrahlen die Glasflächen der Fenster durchdringen. Dadurch kann es beim Auftreffen der Sonnenstrahlen auf die Oberflächen im Raum nicht zu einer Umwandlung in Wärmestrahlung kommen. Dieser sogenannte Treibhauseffekt kann zu einer Aufheizung der Raumluft über die Temperatur der Außenluft hinaus führen.

Hieraus ergibt sich, daß ein wirksamer Sonnenschutz außen vor den Fenstern angeordnet werden muß, der hinterlüftet und verstellbar sein sollte, damit es nicht zu einem Wärmestau zwischen Sonnenschutzeinrichtung und Fenster kommt und er der Sonnenstellung angepaßt werden kann.

Zusammenfassend möchte ich zum Thema Wärmeschutz noch einmal feststellen, daß die bisherigen Ausführungen nicht dazu dienen sollten, von zusätzlichen baulichen Wärmeschutzmaßnahmen an den Außenbauteilen abzuraten. Vielmehr sollte die Problematik einzelner, von einem Gesamtkonzept losgelöster, Wärmeschutzmaßnahmen aufgezeigt werden, um Überraschungen bei der Analyse der Wirtschaftlichkeit vorzubeugen.

## FEUCHTESCHUTZ

Das zweite Teilthema dieses Vortrages ist der bauliche Feuchteschutz. Gilt für den Wärmeschutz oberhalb des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108, daß neben dem Verbrauch von Ressourcen im wesentlichen die Kosten für den Energieeinsatz verringert werden sollen, hat der bauliche Feuchteschutz eine gesundheitliche und hygienische Bedeutung und ist wichtig für die Erhaltung der Gebäudesubstanz.

Der bauliche Feuchteschutz kann in die Bereiche Klimabedingter Feuchteschutz und Bauwerksabdichtungen unterteilt werden. Zum Klimabedingten Feuchteschutz gehören die Aspekte Niederschlagschutz und Tauwasserschutz, zum Bereich Bauwerksabdichtungen der Schutz vor Grundwasser, Bodenfeuchte und Oberflächenwasser.

Bei Schäden in den Bereichen Bauwerksabdichtung und Niederschlagschutz sind in der Regel Fehlstellen die Ursache.

### Abb. 11: Dia - Beispiel Feuchtigkeitsschäden.

In diesen Fällen geht es eigentlich nur darum, die Fehlstelle zu sanieren. Dazu ist es erforderlich, die jeweilige Einzelursache zu ermitteln und eine auf die konkrete bauliche Situation abgestimmte Sanierungslösung zu planen und auszuführen.

Eine weitere Schadensursache aus dem Bereich des Feuchteschutzes ist der Luftdurchgang durch Bautellfugen. Hierbei kommt es zu einer Tauwasserbildung, die zu massiven Feuchtigkeitsschäden führen kann. Dieses Phänomen tritt häufig bei feuchten Innenraumklimaten, wie z.B. Schwimmbädern, und bei belüfteten Konstruktionen auf, die aus elementierten Bauteilen bestehen und keine eindeutig definierte Ebene der Wind-/ Luftdichtigkeit haben. Als Ursache wird dann wegen des feuchten Innenraumklimas meist fälschlich Wasserdampfdiffusion vermutet.

### Abb. 12: Dia - Beispiel Schaden.

Durch Wasserdampfdiffusion können in der Regel aber nicht so große Feuchtigkeitsmengen transportiert werden, wie sie für das Auftreten der Schadensbilder erforderlich sind.

Von besonderem Interesse dürfte im Krankenhaus die Oberflächentauwasserbildung sein, zumal hier ein Zusammenhang mit dem Wärmeschutz und der Nutzung besteht.

Die Bildung von Oberflächentauwasser ist eine Funktion der Wandoberflächentemperatur und der vorhandenen Raumlufftfeuchte. Die Wandoberflächentemperatur ist vom  $k$  - Wert abhängig, während die Raumlufftfeuchte von der Feuchteproduktion im Inneren und der Lüftung - also der Nutzung - abhängt.

### Abb. 13: Taupunkttemperaturen für verschiedene Innenraumlufftzustände und Konstruktionen.

Das Auftreten von Oberflächentauwasser an sich stellt noch keinen Schaden dar. Für bestimmte Raumnutzungen, z.B. Duschen, läßt es sich praktisch nicht vermeiden. Dies ist auch zu akzeptieren, solange es sich nicht um einen Dauerzustand handelt, die Feuchtigkeit durch Lüftung wieder abgeführt werden kann und die Baustoffe durch die kurzzeitige Feuchtigkeitseinwirkung nicht geschädigt werden.

Der Schaden und die gesundheitliche Gefährdung stellen sich eigentlich erst ein, wenn es Infolge von langanhaltender Tauwasserbildung zum Wachstum von Pilzen kommt.

### Abb. 14: Dia - Beispiel Pilzbildung.

Wenn es in Krankenhäusern teilweise trotz Oberflächentauwasserbildung nicht zum Auftreten von Pilzen kommt, kann das daran liegen, daß die Tapeten oder Anstriche mit fungiziden Mitteln behandelt sind.

Grundsätzlich gilt aber, daß die Bildung von Oberflächentauwasser und die daraus resultierende Pilzbildung durch bauliche Maßnahmen und eine entsprechende Nutzung - Lüften und Heizen - vermieden werden können.

Der Einfluß der Nutzung - speziell der Feuchteproduktion und der Lüftung - hat nach neueren Untersuchungen eine große Bedeutung für die Oberflächentauwasserbildung. So kommt es, wie die Untersuchungen von ERHORN und GERTIS gezeigt haben, nicht nur im Winter bei niedrigen Außenlufttemperaturen zur Oberflächentauwasserbildung, sondern auch in der Übergangszeit.

**Abb. 15: Oberflächentauwasserbildung in Abhängigkeit von der Außentemperatur und der Feuchteproduktion im Inneren [05].**

Diesem Mechanismus kann nur durch ein entsprechendes Nutzerverhalten begegnet werden. In diesem Fall ist das Personal als Nutzerkreis angesprochen.

Die Beschäftigung mit dem Thema Wärme- und Feuchteschutz im Krankenhaus macht deutlich, daß das Verhalten der Nutzer eine große Rolle spielt. Hier ist vor allem das Personal angesprochen, dem dazu natürlich auch das Wissen um die Zusammenhänge vermittelt werden muß. Denn bei einem offenstehenden Fenster im Winter hat auch der beste k-Wert der Außenwand keinen Energieeinsparungseffekt mehr. Dies gilt ebenfalls für die Bedienung von Sonnenschutzvorrichtungen im Sommer und das Lüftungsverhalten im Hinblick auf den Tauwasserschutz.

#### -Literaturliste

- [01] TERHAAG,L. Thermische Behaglichkeit - Temperatur der Raumumschließungsflächen - Luftfeuchte arcus 1984 H.5 S:239-244
- [02] BMBau (Hrsg.) Energetisches Bauen Reihe Bau- und Wohnforschung 04.086 (1983)
- [03] MAINKA,G.-W. PASCHEN,H. Wärmebrückenatlas Stuttgart 1986
- [04] GERTIS,K. ERHORN,H. Superdämmung oder Wärmerückgewinnung ? Wo liegen die Grenzen des energieeinsparenden Wärmeschutzes ? Bauphysik 3(1981) H.2 S:50-56
- [05] ERHORN,H. GERTIS,K. Mindestwärmeschutz oder/und Mindestluftwechsel gi 107(1986) H.1 S:108-114
- [06] WERNER,H. Auswirkungen meteorologischer Einflußgrößen auf die Wärmebilanz von Fenstern während der Heizperiode gi 101(1980) H.3 S:6368
- [07] DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau Ausgabe Aug./1981
- [08] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung) Feb./1982

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Eckhard Köstner  
Uni Hannover Abt. Baustoffkunde und Bauphysik  
Schloßwender Straße 1 3000 Hannover 1

Maßnahmen	baulich	apparativ
Nutzung interner Wärmequellen	x	x
Nutzung solarer Einstrahlung	x	x
Reduzierung der Transmissionswärmeverluste	x	
Reduzierung der unkontrollierten Lüftungswärmeverluste	x	
Wärmerückgewinnung aus Brauchwasser		x
Wärmerückgewinnung aus erforderlichen Luftwechsel		x
Reduzierung der Überwärmung im Sommer	x	x
Verbesserung des Wirkungsgrades der Heizungsanlage		x

Abb. 1: Wärmeschutzmaßnahmen und Zuordnung zu den Kategorien baulich oder apparativ.

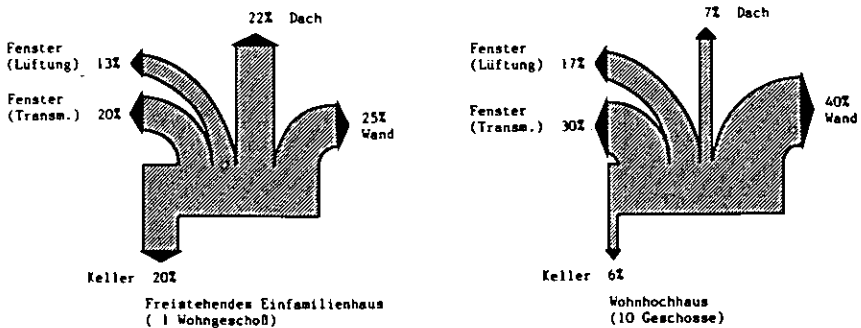


Abb. 2: Aufteilung der Heizwärmeverluste auf einzelne Bauteile in Abhängigkeit von der Gebäudeform [02].

	DIN 4108 1952	1960	1969	1981	Erz. Best. 1974.	1. WschVO 1977	2. VSchVO 1982
<b>Wände</b>							
1/Λ [m²·h·grad/kcal] [m²·K/W]	0,45 - 0,65 0,39 - 0,56	0,45 - 0,65 0,39 - 0,56	0,45 - 0,65 0,39 - 0,56	0,55	0,55 - 0,65 0,47 - 0,56		
k-Wert [W/m²·K]				1,39			
<b>Dächer</b>							
1/Λ [m²·h·grad/kcal] [m²·K/W]	0,65 0,56	1,25 1,07	1,25 1,07	1,1	1,5 1,29	2,05	3,16
k-Wert [W/m²·K]						0,45	0,30
ke = r							
[kcal/m²·h·grad] [W/m²·K]					1,2 - 1,6 1,03 - 1,38	1,45-1,75	1,2 - 1,5

Abb. 3: Entwicklung der Wärmeschutzanforderungen durch die DIN 4108 und die WschVO an Dächer und Wände.  
Die kursiv gedruckten Zahlen sind zur besseren Vergleichbarkeit auf neue Einheiten umgerechnete Werte.

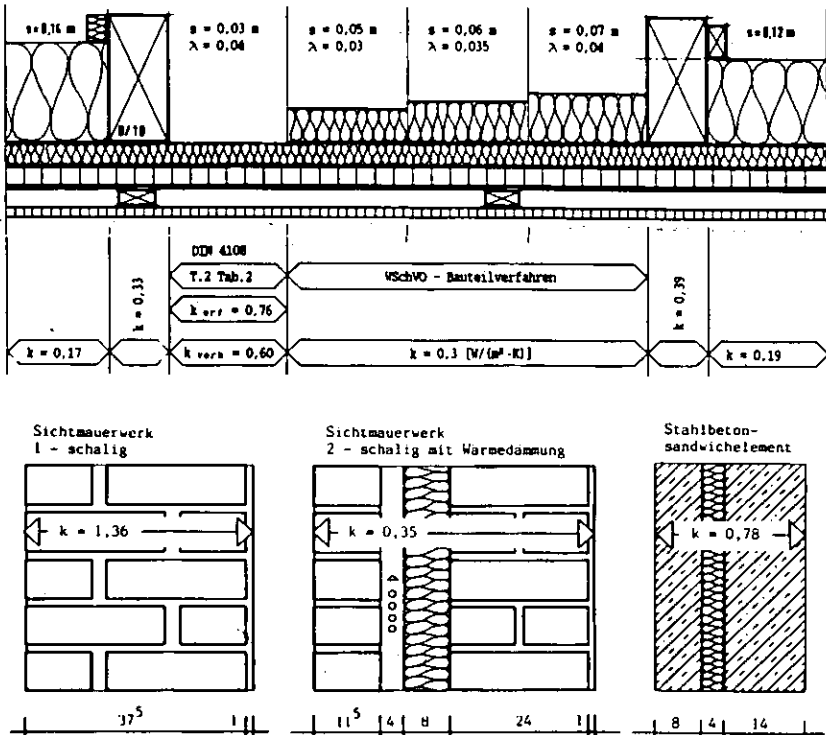


Abb. 4: Beispiele k - Werte Dach- und Wandkonstruktionen.

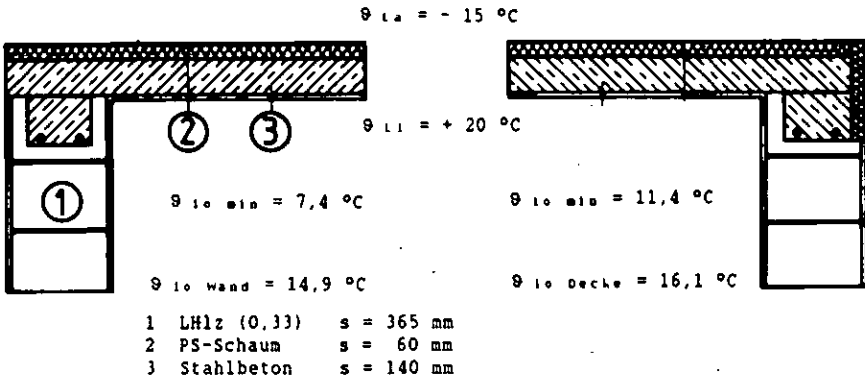


Abb. 5: Wärmebrückenwirkung von Stahlbeton - Deckenrändern in Abhängigkeit von der Dämmung der Stirnseiten [03].

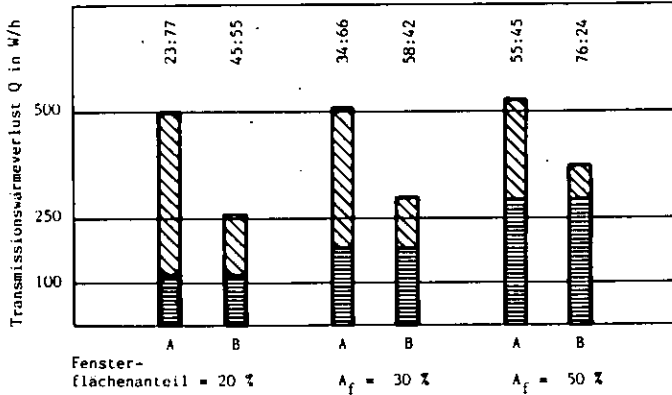


Abb. 6: Transmissionswärmeverlust einer Außenwand (konkretes Beispiel) mit Fenster in Abhängigkeit vom Fensterflächenanteil ( $A_f$ ).

Fall A: k-Wert der nichttransparenten Wandfläche = 1,32 [W/(m<sup>2</sup>·K)] (Mindestwärmeschutz nach DIN 4108)  
 Fall B: k-Wert = 0,5 [W/(m<sup>2</sup>·K)]  
 Für den k-Wert des Fensters wurde ein sogenannter effektiver k-Wert [06] (Berücksichtigung der Sonneneinstrahlung) eingesetzt.  
 $k_f = 3,0$  entspricht  $k_{eff} = 1,64$  [W/(m<sup>2</sup>·K)].

Transmissionswärmeverlust Fensterflächenanteil  
 Transmissionswärmeverlust Wandfläche

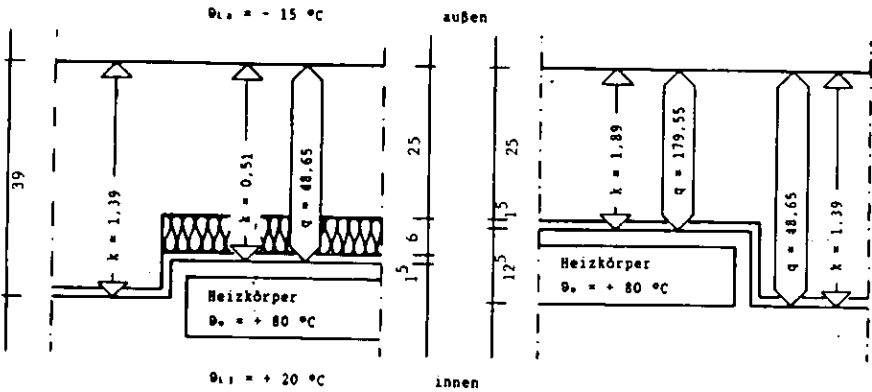


Abb. 7: Beispiel Wärmestromdichte Regelquerschnitt - Heizkörpernische. Veränderung der Wärmestromdichte  $q$  in einer Heizkörpernische bei Berücksichtigung der erhöhten Oberflächentemperatur des Heizkörpers und zusätzlich notwendige Wärmedämmung, um die gleiche Wärmestromdichte wie im Regelquerschnitt zu erreichen.

Fensterstellung	Luftwechselzahl ( $h^{-1}$ )
Fenster zu, Türen zu	0 - 0,5
Fenster gekippt	0,3 - 1,5
Fenster halb offen	5 - 10
Fenster ganz offen	9 - 15
Fenster und Türen ganz offen gegenüberliegend	- 40

Abb. 8: Erreichbare Luftwechselraten in Abhängigkeit von der Lüftungsform.

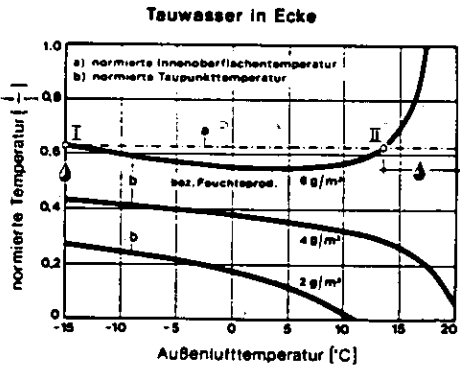


Abb. 15: Oberflächtauwasserbildung in Abhängigkeit von der Außentemperatur und der Feuchteproduktion im Inneren [05].

Gegenüberstellung der normierten Innenoberflächentemperatur einer Ecke mit Mindestwärmeschutz (a) und der normierten Taupunkttemperaturen bei verschiedenen spezifischen Feuchteproduktionen (b) für eine Raumtemperatur von 20°C bei unterschiedlichen Außenlufttemperaturen. Es ist zu erkennen, daß bei einer spezifischen Feuchteproduktion von 6  $g/m^3$  Tauwasserbildung bei Temperaturen unter -15°C (Punkt I) und bei Temperaturen über +13°C (Punkt II) zu erwarten ist.

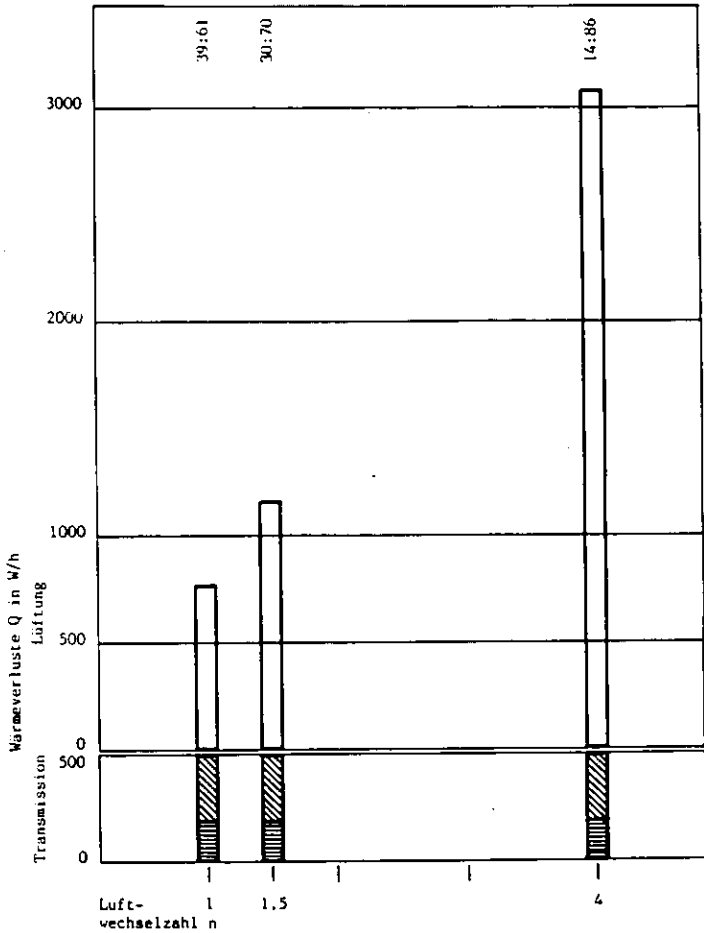


Abb. 9: Anteil Lüftungswärmeverluste bei unterschiedlichen Luftwechselraten (konkretes Beispiel). Der Transmissionswärmeverlust entspricht dem Fall I A aus Abb. 6.



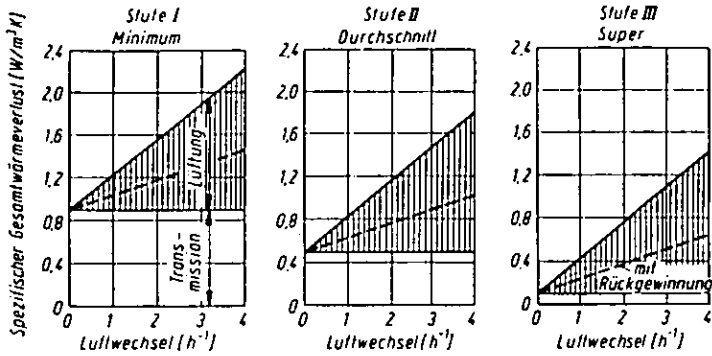


Abb. 10: Verhältnis Transmissionswärmeverluste - Lüftungswärmeverluste bei unterschiedlichen  $k_m$  - Werten [04].

Dargestellt ist der spezifische, volumenbezogene Gesamtwärmeverlust (Transmissions- und Lüftungswärmeverlust) eines Gebäudes dessen Bauteile in verschiedenen Dämmstufen ausgeführt sind, in Abhängigkeit von der Luftwechselzahl. Die schraffierte Fläche entspricht den Lüftungswärmeverlusten. Die gestrichelte Linie berücksichtigt Wärmerückgewinnungsanlagen

Den einzelnen  $k_m$  - Stufen entsprechen im Wandbereich etwa folgenden  $k$  - Werte:

- Stufe 1:  $k = 0.8 - 1.4$  [W (m²·K)]
- Stufe 2:  $k = 0.3 - 0.6$  [W (m²·K)]
- Stufe 3:  $k < 0.3$  [W (m²·K)]

Innenlufttemperatur 9 Li	Relative Luftfeuchte				
	80 %	65 %	50 %	30 %	
+ 20 °C	9 Tau	+16,4°C	+13,2°C	+ 9,3°C	+ 1,9°C
	9 La (k=3,0)	+10,8°C	+ 2,6°C	- 7,4°C	-26,4°C
	9 La (k=1,39)	± 0 °C	-17,8°C	-39,4°C	-----
+ 25 °C	9 Tau	+21,3°C	+17,9°C	+13,8°C	+ 6,2°C
	9 La (k=3,0)	+15,7°C	+ 6,8°C	- 3,7°C	-23,2°C
	9 La (k=1,39)	+ 4,7°C	-14,4°C	-37,2°C	-----

Abb. 13: Taupunkttemperaturen für verschiedene Innenraumlufzustände und Außenlufttemperaturen, bei denen Konstruktionen mit unterschiedlichen  $k$  - Werten diese Taupunkttemperaturen erreichen (*kursiv* gedruckte Werte).

## ENERGIEVERBRAUCH UND KOSTEN METHODISCH SENKEN!

H. Draxler et al

### 1. EINLEITUNG

Mit einem Anteil von 3 - 4 % an den Gesamtkosten eines Krankenhauses scheinen kostendämpfende Maßnahmen beim Kostenfaktor "Energie" nicht gerade die wirkungsvollsten Aktivitäten zu sein. Geht man jedoch von den gesamten kostensenkenden Realisierungsmöglichkeiten aus, und läßt man den enormen Block der Personalkosten außer Acht, da Einsparungen in diesem Sektor auf Grund der Widerstände von Interessensgruppierungen in der Praxis äußerst schwer erzielbar sind, treten Energiekosten durchaus in den Vordergrund. In österreichischen Anstalten beispielsweise, übertrafen trotz niedrigem Energiepreinsniveau die Energiekosten bereits die Lebensmittelkosten und rangieren unter den Sachkosten nach Medikamenten und medizinischen Bedarfsgütern an 2. Stelle. Diese Situation rechtfertigt und erfordert das Setzen kostenminimierender Aktivitäten im Energiebereich, wenngleich Vorgaben, wie Versorgungssicherheit und Einhaltung hygienischer Standards unbedingt zu erfüllen sind und dem "Energiesparen" gewisse Grenzen setzen.

### 2. VERGLEICHENDE ANALYSEN ALS ANREIZINSTRUMENT

Seit 1980 werden in Österreich alle von der öffentlichen Hand bezuschußten Krankenanstalten in einer Energiekosten- und Energieverbrauchsanalyse<sup>1)</sup> erfaßt und erhalten jährlich eine Art Standortbestimmung ihrer Energiesituation. Die in Tabelle 1 angegebenen spezifischen Verbrauchswerte geben einen groben Überblick.

Durch die jährlichen Berichte kann einerseits jede Anstalt die Entwicklungen ihrer Verbrauchs- und Kostenparameter verfolgen und auf Abweichungen entsprechend reagieren, andererseits wird an Hand einer Kennziffernmatrix den Anstalten auch der Vergleich mit anderen Anstalten ermöglicht bzw. können sie bezüglich einzelner Kosten- oder Verbrauchsparameter ihre Rangordnung ermitteln. Ein Beispiel einer solchen Kennzifferninformation ist in Form von Häufigkeitsverteilungen der Abb. 1 zu entnehmen. So problematisch Kennziffernvergleiche auch sind, wirkten diese Aktionen insgesamt problemsensibilisierend und waren der Grundstein für Sanierungsschritte. Die Verbrauchsreduktionen lagen aber immerhin in den ersten 3 Jahren dieser Aktion bei ca. 25 %.

Die Analyse zeigte auch, daß bezüglich elektrischer Energie- und Wärmeenergieverbrauchsentwicklung sehr unterschiedliche Trends auftraten (siehe Abb. 2). Einem relativ starken Rückgang des thermischen Verbrauches stehen signifikante Verbrauchszunahmen bei elektrischer Energie gegenüber. Letztere Steigungsraten sind nur zum Teil aus dem steigenden Bedarf an Medizintechnik erklärbar.

### 3. DER ENERGIEFLUSS ALS ANSATZ FÜR SANIERUNSAKTIVITÄTEN

Unbedingte Voraussetzung für das gezielte Setzen von Sanierungsaktivitäten sollten zumindest die groben Kenntnisse über die Energieflüsse im Hause sein. Ein auf meßtechnischer Basis ermittelter Energiefluß für den thermischen und elektrischen Bereich, ist beispielhaft für ein 900 Betten Schwerpunktspital in Abb. 3 angegeben.<sup>2)</sup> Aus den quantitativen Energieströmen aus diesem Bild sind bereits erste Anzeichen für Eingriffsmöglichkeiten ersichtlich. Sowohl aus dem thermischen, wie auch aus dem elektrischen Flußbild wird der relativ hohe Energieverbrauch der raumluftechnischen Anlagen deutlich, sodaß im folgenden auf diesen Bereich näher eingegangen wird. Die umfangreichen Analysen seit 1980 zeigten jedoch auch die Grenzen der meßtechnischen Analysen auf. Einerseits konnten immer nur relativ kurze Zeitperioden meßtechnisch erfaßt werden, sodaß insbesondere die für Klimaanlagen wichtige Dynamik des zeitlichen Ablaufes nie befriedigend erfaßbar war und damit entscheidende Grundlagen für Anlagenoptimierung nicht erarbeitbar waren. Andererseits schränkten die durchaus beachtlichen Kosten die häufige Anwendung ein.

Dies war Anlaß für den Einsatz und die Weiterentwicklung dynamischer Simulationsmodelle mit denen in hoher zeitlicher Auflösung der Anlagenbetrieb analysierbar und optimierbar wurde. Die folgenden Beispiele aus dem Bereich "Haustechnik" und "Bautechnik" sind Ergebnisse dieser Computer-Simulations- und Optimierungsmethoden (C.A.S.E.<sup>\*</sup>) und stammen aus konkreten Krankenhausprojekten.

### 4. EINSPARMÖGLICHKEITEN BEI RAUMLUFTECHNISCHEN ANLAGEN

Die bekannte Kostenintensität von RLT-Anlagen führte sowohl in der BRD als auch in der Schweiz und Österreich zur Überarbeitung bzw. Neuformulierung der entsprechenden Normen.<sup>3) 4)</sup>

\*<sup>1)</sup> Computer Aided Systems Engineering

# KOSTENDÄMPFUNG

durch serienmäßig eingebauten Economiser

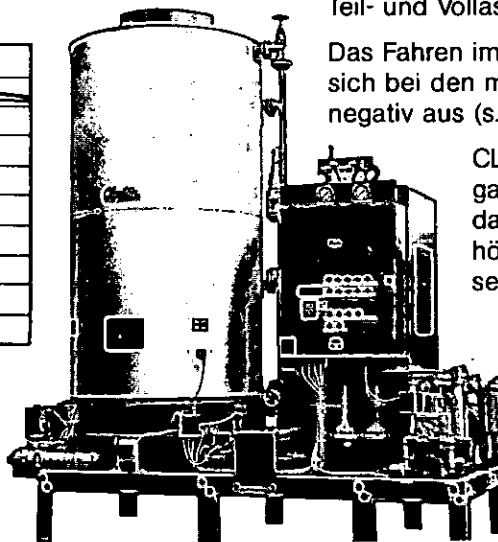
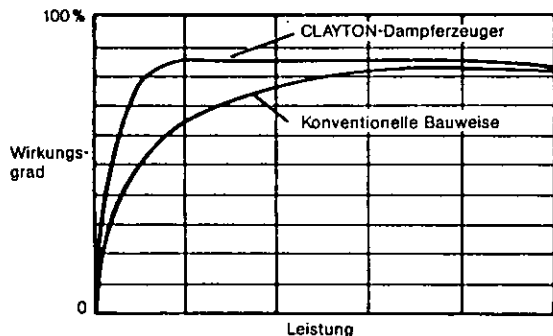
Thermischer Wirkungsgrad 94 % bei Teil- und Vollast.

Das Fahren im Teillastbereich wirkt sich bei den meisten Kesselanlagen negativ aus (s. Diagramm)

CLAYTON-Dampferzeuger garantieren jedoch durch das Gegenstromprinzip höchsten Wirkungsgrad, selbst bei Teillast.

Eine neue Generation:  
CLAYTON-  
Dampferzeuger,  
Typ SE-301 und SE-501.

Bitte fordern Sie  
ausführliche  
Informationen an.



**Clayton**

**DEUTSCHLAND**  
**DAMPF- UND WÄRMETECHNIK**

Untergath 190, D-4150 Krefeld, B.R.D.  
Tel.: (0 21 51) 54 00 01

Telex: 8 53 315  
Fax: (0 21 51) 54 26 26

Insbesondere OP-Klimaanlagen sollten mit erster Priorität Ziel von Kostenoptimierungen sein, da die für diesen Bereich in der Vergangenheit gewählten Auflagen an Luftwechsel und rel. Feuchte als überzogen bezeichnet werden können. Als Basis für Sanierungsschritte wurde für eine OP-Klimaanlage der Jahresenergieverbrauch, differenziert nach einzelnen Aggregaten, ermittelt (siehe Abb. 4). Dieses Ergebnis zeigt bereits die wichtigsten Ansatzpunkte der Sanierung. Befeuchter und Ventilator sind die verbrauchsintensivsten Aggregate und in der Regel auch die kostenintensivsten.

In einer Reihe von Neubau- und Sanierungsprojekten wurden in Parameterstudien die wichtigsten Einflußgrößen bzw. die Konsequenzen ihrer Veränderungen analysiert. Im folgenden werden einige Ergebnisse dieser Arbeiten diskutiert.

#### 4.1. LUFTMASSENSTROMOPTIMIERUNGEN

Aus zahlreichen hygienischen Analysen von OP-Anlagen ist bekannt, daß das Kontaminierungsproblem nicht zwangsläufig mit Luftwechselraten zusammenhängt, sondern auch von vielen anderen Faktoren wie z.B. der Luftführung abhängen kann.<sup>5)</sup> Die seitens der KBA<sup>\*)</sup> durchgeführten Analysen zeigen jedenfalls, daß ein 20facher Luftwechsel weder aus hygienischer Sicht noch aus Aspekten der inneren thermischen Last notwendig ist, sodaß die bestehenden Anlagen in der Regel mit zu hohen Luftwechselraten betrieben werden. Geht man aber selbst davon aus, daß im OP-Betrieb diese hohen Raten weiterhin gefahren werden, sollten außerhalb der Betriebszeit alle Reduktionsmaßnahmen genützt werden. Abb. 5 zeigt den Fall eines durchschnittlich 6 h in Betrieb stehenden OP. Wird der Luftwechsel außerhalb der Betriebszeit auf einen 5fachen zurückgenommen, sind die Jahreskosten für die RLT-OP Anlage bereits um 50 % reduzierbar. Wird die OP-Anlage überhaupt abgeschaltet, können die Betriebskosten bereits um mehr als 70 % gesenkt werden. Daß letzteres durchaus möglich ist, kann mit den Erfahrungen zahlreicher österreichischer Krankenanstalten belegt werden. Auch hygienische Einwände sind großteils unberechtigt, wenn vor Inbetriebnahme entsprechende Anlagenvorlaufzeiten eingehalten werden. Allerdings kann die Abschaltempfehlung nicht als generelle Maßnahme gesehen werden, da technische Randbedingungen wie z.B. die Druckverhältnisse und die damit verbundenen "Falschlufteinbrüche" berücksichtigt werden müssen.

\*) Krankenhausberatungsagentur

#### 4.2. RELATIVE FEUCHTE UND INNENTEMPERATUR

Wie allgemein bekannt ist, sind die Größen "rel.Feuchte" und "Innentemperatur" für den kostenminimalen Betrieb im Sommer und Winter zu verändern und sollten an die entsprechenden Randbereiche im Behaglichkeitsfeld verschoben werden. Unterstellt man gleichen Luftmassenstrom, können bei Ausnutzung der Feuchteobergrenze von 60 % in Fällen des Entfeuchtens, bzw. Ausnutzung der Untergrenze von ca. 30 - 35 %, enorme Einsparungen erzielt werden. Abb. 6 zeigt die Kostenreduktionsmöglichkeiten für einzelne bestimmte Raumkonditionsfälle.

Bewertet man insgesamt den Einflußbereich der Einflußfaktoren auf den kostengünstigen Betrieb von Klimaanlage, ergeben sich aus den Erfahrungen der KBA, die in Abb. 7 angegebenen quantitativen Größen.

#### 4.3. KLIMAAANLAGEN - NORMENSITUATION

Die an Normen angelehnte Planung führt zwar in der Regel zu funktionstüchtigen Systemen, die Wahl des optimalen Systems kann damit aber keinesfalls gewährleistet werden. Um die wirtschaftlichen Konsequenzen durch eine Normauslegung aufzeigen zu können, wurde eine Normauslegung mit C.A.S.E. Optimierungen verglichen.

In Abb. 8 ist das Ergebnis für eine OP-Anlage dargestellt. Entsprechend der Fahrweise "Aufwändig" werden großteils OP-Anlagen in Österreich nach bestehender Normsituation betrieben. Im Vergleich dazu wurden mit C.A.S.E. Fahrweisen simuliert, bei denen alle hygienischen und sicherheitstechnischen Auflagen voll erfüllt werden, aber die Parameter Luftmassenstrom, relative Feuchte und Temperatur optimal an die im OP-Saal notwendigen Bedürfnisse angepaßt wurden. Die damit erzielbaren Einsparungen bei gleichem "Standard" sind enorm.

#### 4.4. KLIMAAANLAGENSYSYSTEMVERGLEICHE

Der hohe Einfluß von Luftmassenstrom, Feuchte und Temperaturregelung auf die Kosten, zwingt bei kostenminimalen Zielvorgaben auch von den üblichen Konstantvolumenanlagen abzugehen und verstärkt Umluft- und Variable Volumstromkonzepte zu realisieren.

Im Rahmen eines größeren Neubauprojektes sollten mittels EDV-Simulationen für den OP-Bereich "Konstant-Volumenanlagen" - "Variable Volumsanlagen" verglichen werden.

Das Ergebnis ist in Abb. 9 dargestellt und zeigt differenziert nach Heizregister, Kühlregister, Befeuchter und Ventilator die Jahresbetriebskosten der einzelnen Systeme bzw. das mögliche Einsparpotential.

##### 5. OPTIMIERUNGEN BEI NEUBAUTEN IM BAUBEREICH

Da im Neubaubereich eines Krankenhauses bereits in der frühesten Planungsphase mit der Baukörpergestalt und dem Bauhüllenaufbau der Grundstein für die "Energieintensität" des Objektes gesetzt wird, sind zur Realisierung des kostenminimalen Objektes relativ frühzeitig quantitative Angaben über die Folgekosten einzelner Varianten notwendig. Mit Hilfe moderner Computersimulationen kann dieses Informationsbedürfnis auch befriedigt werden.

In einer Basisstudie wurden mit diesen Hilfsmitteln unterschiedlichste Gestaltungsvarianten mit verschiedenen Grundrissen, aber gleichen Nutzflächen und gleichem Raum- und Funktionsprogramm hinsichtlich ihrer Energiefolgekosten analysiert. Auf Basis von Jahreskosten sind die Ergebnisse dieser vergleichenden Analyse aus Abb. 10 ersichtlich. Das pavillonartige mit Innenhöfen versehene Projekt stellte sich als das energiekostengünstigste Konzept heraus.

Sind auf Grund begrenzter Flächenanbote die Gestaltungsfreiheiten stark eingegrenzt, sollte jedenfalls der Bauhüllenaufbau optimiert werden. Die Optimierung in diesem Bereich ist insofern von Bedeutung, da zumindest in Österreich belegbar war, daß die geltenden, die thermische Qualität der Hülle betreffenden Bauordnungen und Normen, für Krankenanstalten unpassend sind und sich nicht im ökonomischen Optimum befinden. Im Schnitt sind mit optimierten Bauhüllen die Heizenergiekosten gegenüber Normauslegung um 15 - 20 % reduzierbar. Die dafür notwendigen Mehrinvestitionen amortisieren sich meist binnen 10 - 12 Jahren. Die Kapitalwertentwicklung eines optimierten Pavillons ist als typisches Beispiel eines vorwiegend fensterbelüfteten Pflegebereichs in Abb. 11 angegeben.

Ein weiteres Optimierungsbeispiel stammt aus dem Bereich der Fensterplanung. Für einen Bettentrakt mußten aus mehreren Fenstervarianten, die sowohl hinsichtlich Größe als auch hinsichtlich Glasqualität differierten, das energetisch günstigste ermittelt werden. Ein Ergebnis dieser Analyse, in der mittels dynamischer Energiebilanzen die thermischen Effekte und Lichteffekte berücksichtigt wurden, ist in Abb. 12 zusammengestellt.

Literaturhinweise

- 1) Österr. Krankenhaus-Zeitung, 24. Jg. Juli 1983  
Sondernummer "Energie im Krankenhaus"
- 2) J. KAPPEL, "Der Energiefluß im Krankenhaus"  
Österr. Krankenhaus-zeitung, 24. Jg. (1983)
- 3) DIN 1946
- 4) Schweizerisches Institut für Gesundheits- und  
Krankenhauswesen SKI, Band 35, Ausgabe 1987
- 5) H.RÜDEN "Unverzichtbare Forderungen des Hygienikers  
an die Klimatechnik". In Fachtagung Krankenhaus-  
technik, Med. Hochschule Hannover, Herausg. O. Anna,  
C. Hartung, 1984 - Betriebstechnik und Bautechnik  
im Krankenhaus.

Autoren

H. Draxler, A. Kurz, S. Kienesberger, Ch. Pichler.  
KBA - Krankenhausberatungsagentur  
Dorotheergasse 7, A-1010 Wien



Tabelle 1

SPEZIFISCHE VERBRAUCHSKENNZIFFERN ÖSTERREICHISCHER SPITÄLER IN  
ABHÄNGIGKEIT VON DER BETTENANZAHL

(Analyseumfang: 147 Anstalten)

(Mittelwerte 1984)

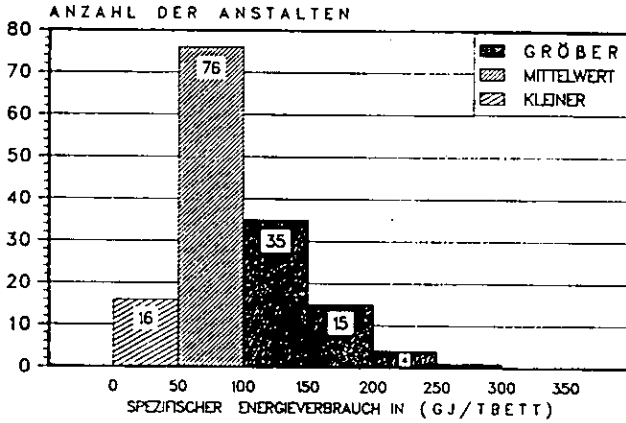
Anstalten- typ Bettenan- zahl	ges.Energie- verbrauch in GJ pro Bett	ges.Energie- verbrauch in MJ pro m <sup>2</sup> Nutzfläche	Heizgradtag- bereinigter Heizenergie- verbrauch in KJ pro m <sup>2</sup> Nutzfl. und HGT	spezifischer el. Energieverbrauch in GJ pro Bett
Typ F (0 - 124)	60	1417	230	12
Typ E (125-249)	84	1656	312	15
Typ D (250-499)	91	1550	294	17
Typ C (500-899)	123	1860	346	23
Typ B (gr. 900)	120	1927	405	16

# Abb.: 1 ENERGIESTATISTIK

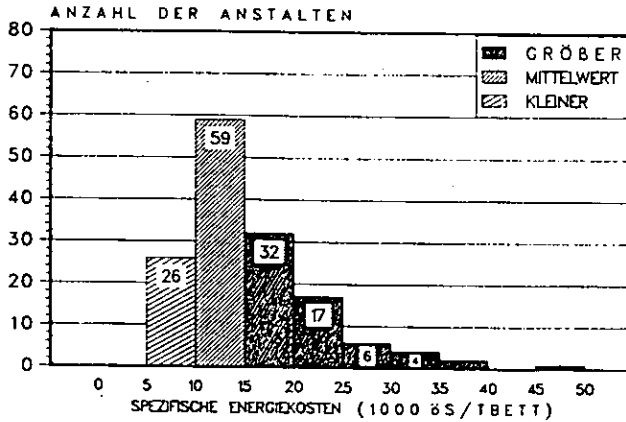
147 ÖSTERREICHISCHE KRANKENANSTALTEN

HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER SPEZIFISCHEN ENERGIEVERBRÄUCHE UND ENERGIEKOSTEN (GJ/TBETT) (1000 öS/TBETT)

## ENERGIEVERBRÄUCHE

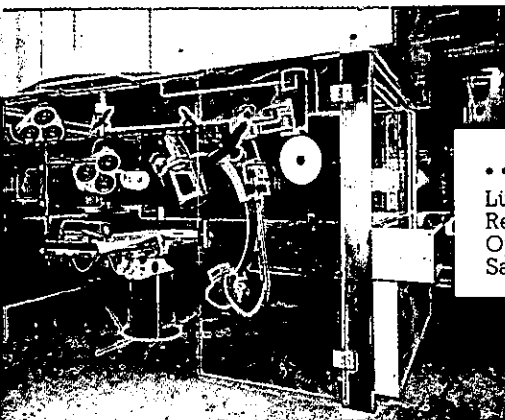


## ENERGIEKOSTEN



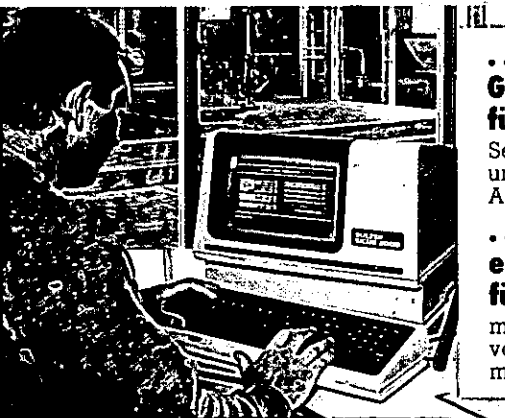
# Technik für eine menschliche Umwelt

Maßgeschneiderte Lösungen für den Krankenhausbereich z. B.



## ... SULZER-Lufttechnik

Lüftungs- und Klimaanlage,  
Reinraumtechnik für hochseptische  
Operationsräume in Krankenhäusern,  
Sanierung von Altanlagen



## ... SULZER-SICOS 2000 – Gebäudeautomation für Gebäude und Prozesse

Selbständige Steuerung, Regelung, Optimierung  
und Überwachung von betriebstechnischen  
Anlagen mit autonomen Unterstationen (DDC)

## ... SULZER-DIFOBAR – elektronische Drehzahlregelsysteme für Pumpen und Ventilatoren

mit Motor-Wellenleistungen bis 75 kW,  
volltransistorisiert (keine Störeinflüsse!),  
mindern Rohrnetz- und Luftkanalgeräusche

**Tätigkeitsprogramm**  
**Beratung, Planung,**  
**Ausführung und Kundendienst**  
**Technische**  
**Gebäudeausrüstung,**  
**Umwelttechnik,**  
**Energietechnik,**  
**Fernwärmetechnik,**  
**Gebäudeautomation,**  
**Leistungselektronik,**  
**Wasser- und Abwassertechnik**

Sulzer Anlagen- und Gebäudetechnik GmbH

Hauptverwaltung  
Postfach 10 42 51, 7000 Stuttgart 10  
Telefon (07 11) 64 84-0  
Telex 7 23 630, Telefax 64 84-2 48

Zweigniederlassungen und Büros in  
Augsburg, Berlin, Butzbach, Dortmund,  
Düsseldorf, Frankfurt, Freiburg, Hamburg,  
Hannover, Karlsruhe, Ludwigshafen,  
Mannheim, München, Nürnberg, Singen,  
Stuttgart 80, Ulm, Würzburg

**SULZER** ANLAGEN-  
UND GEBÄUDETECHNIK GMBH

Abb.: 2 RELATIVE VERBRAUCHSVERÄNDERUNGEN VON ELEKTRISCHER ENERGIE UND WÄRMEENERGIE IN KRANKENANSTALTEN  
KBA - ANALYSE: 147 ÖSTERREICHISCHE KRANKENANSTALTEN

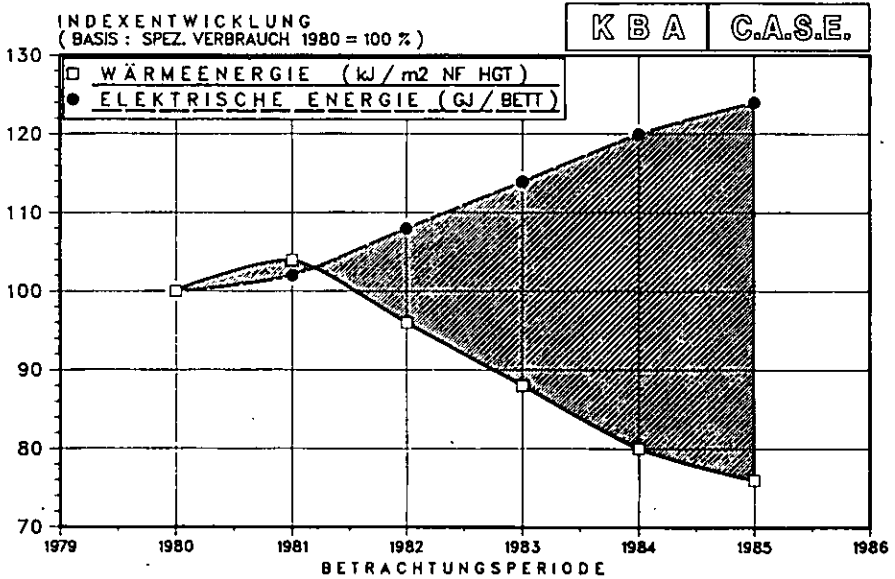
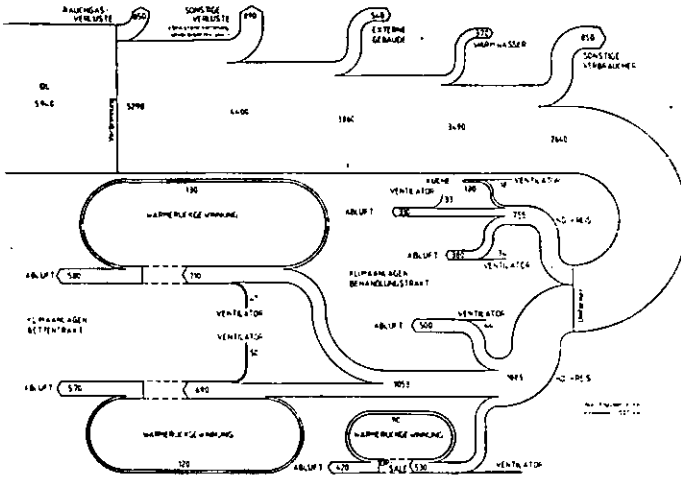


ABB. 3



Energieflußanalysen eines 900-Betten-Krankenhauses  
(Lit.: ÖKZ, 24. Jahrgang 1983, Kappel.)

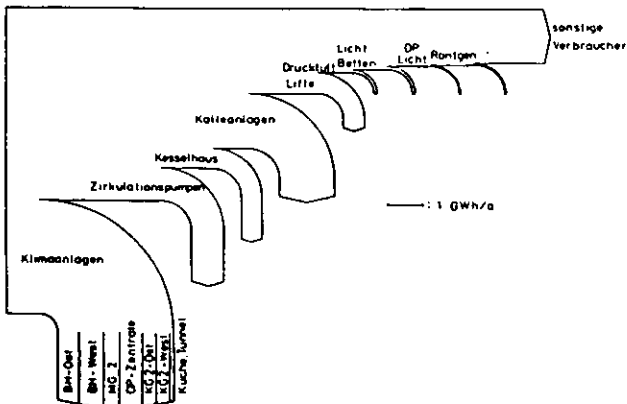


Abb.: 4 SIMULATION VON KLIMAAANLAGEN  
 JAHRESENERGIEVERBRÄUCHE NACH ANLAGENKOMPONENTEN  
 INNENTEMPORATUR: 24 - 25 °C / 50 % relat LUFTFEUCHT / LWR: 16 f = 100%

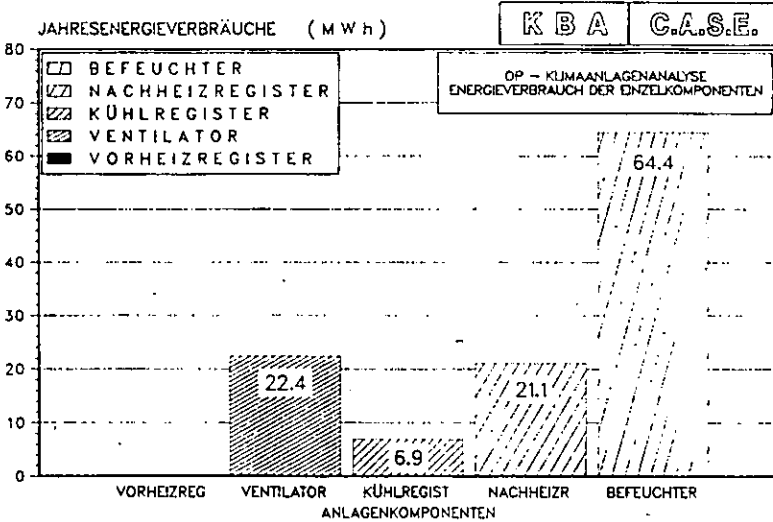


Abb.: 5  
 KUMULIERTE JAHRESENERGIEVERBRÄUCHE ALLER ANLAGENKOMPONENTEN  
 EINFLUSS DER REDUKTION DER LUFTWECHSELRATE AUSSERHALB DER  
 BETRIEBSZEITEN AUF DEN ENERGIEVERBRAUCH EINER OP - KLIMAAANLAGE

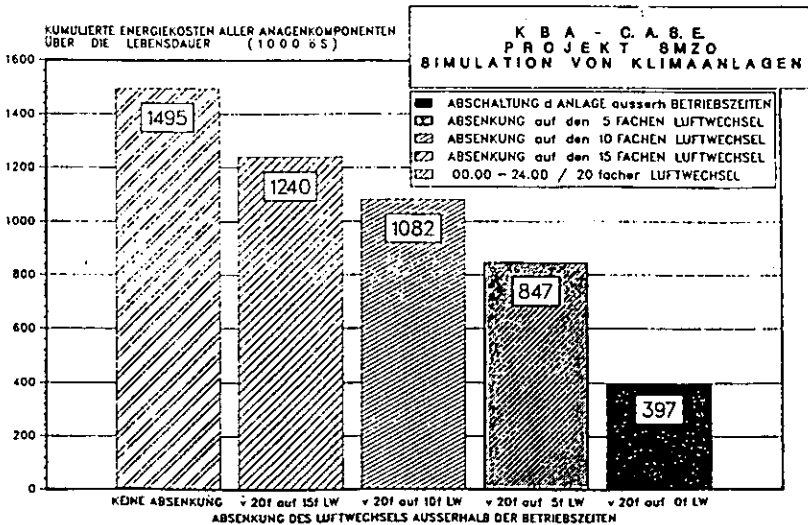


Abb.: 6 SIMULATION VON OP-KLIMAANLAGEN  
 EINFLUSS VERSCHIEDENER RAUMKONDITIONEN AUF DIE  
 BETRIEBSKOSTEN d ANLAGENTEILE dr BE-, u ENTFEUCHTEN

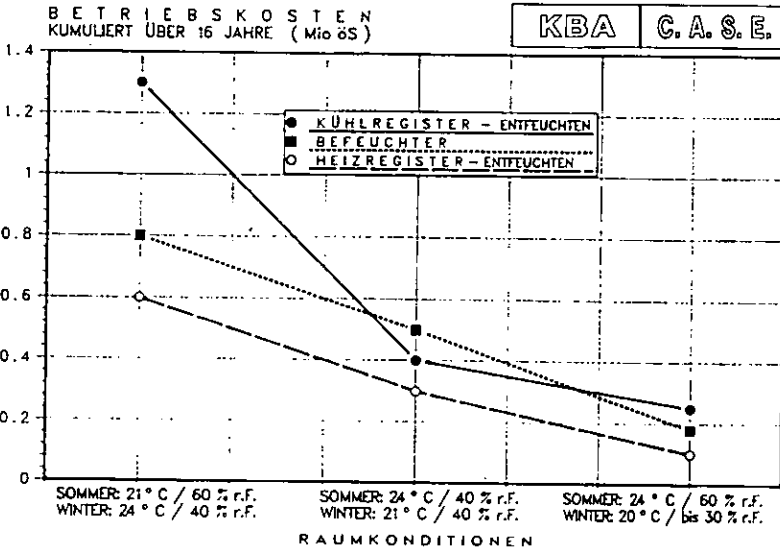


Abb.: 7 - SIMULATION VON KLIMAANLAGEN  
 KOSTENSSENSITIVITÄT  
 VERSCHIEDENER AUSLEGUNGSPARAMETER IM RAHMEN DER PRAKTISCH  
 MÖGLICHEN ALTERNATIVEN BETRIEBSWEISEN AUF DIE BETRIEBSKOSTEN

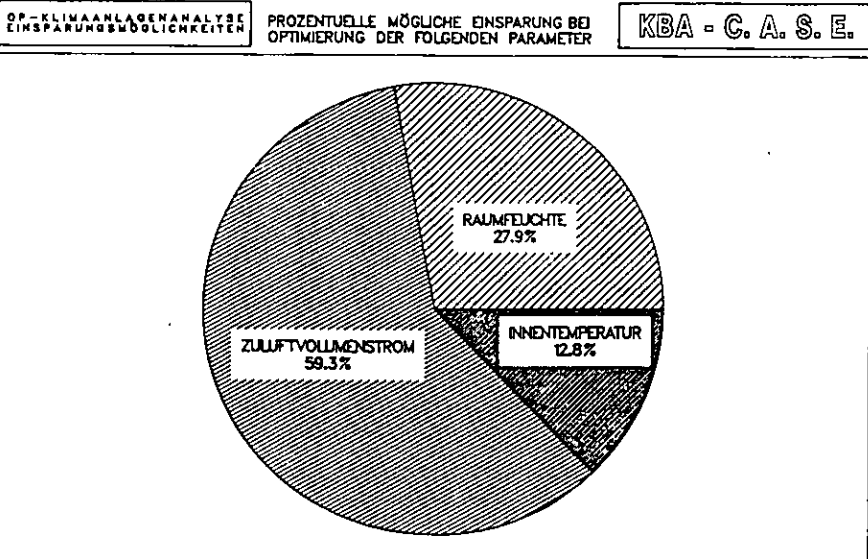


Abb.: 8  
 VERÄNDERUNG der JAHRESENERGIEVERBRÄUCHE verschiedener ANLAGENTEILE  
 bei unterschiedlichen DEFINIERTEN LUFTZUSTÄNDEN im OP  
 (INNENTEMPERATUR, RELATIVE FEUCHTE) bei BE-, und ENTFEUCHTUNG

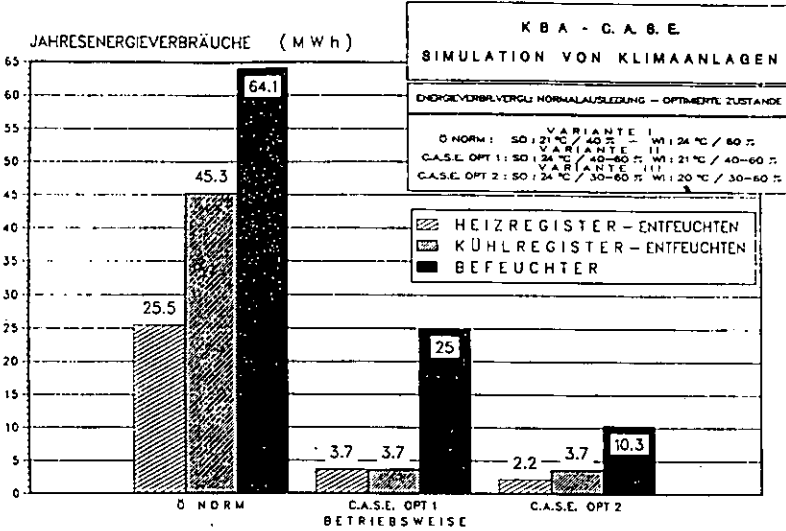
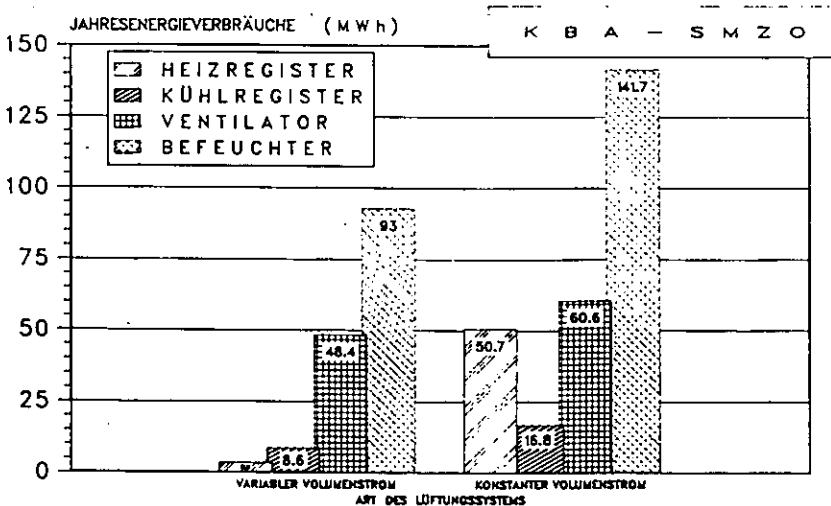


Abb. 9  
 SIMULATION VON KLIMAAANLAGEN  
 VERÄNDERUNG der JAHRESENERGIEVERBRÄUCHE verschiedener ANLAGEN  
 bei UNTERSCHIEDLICHEN LÜFTUNGSSYSTEMEN





K B A

Abb.: 10 ENERGIEVERBRAUCHSSIMULATION  
UNTERSCHIEDLICHER BAUKÖRPERKONZEPTE

C.A.S.E.

PARAMETER	GEBÄUDE- GRUND- RISSEN- SCHEMA	TYP A	TYP B	TYP C	TYP D	
BASIS- DATEN	KUBATUR	1000 m <sup>3</sup>	190	190	190	190
	GRUND- FLÄCHE	1000 m <sup>2</sup>	0,7	0,8	0,8	10,8
	FASSADEN- FLÄCHE	1000 m <sup>2</sup>	0,43	2,24	2,21	10,7
	FENSTER- FLÄCHE	1000 m <sup>2</sup>	0,73	0,9	0,9	7,1
	GES. ZULUFT- VOLUMEN	m <sup>3</sup> /s	134	148	144	119
ENERGIE- BEDARF	BELEUCHTUNG	GWh	1,35	1,37	1,42	1,08
	RADIATOR- HEIZUNG	GWh	1,81	1,29	1,33	1,82
	OPT. GEBÄUDEH- RADIATOR HEIZG.	GWh	1,21	1,03	1,09	1,37
GEWINN	SOLAR- EINSTRÄHLUNG	GWh	0,8	0,57	0,51	0,37
	HEIZEN	GWh	2,1	2,57	2,33	2,33
LÜFTOS- u. KLIMANLAGE- SIMULATIONS- ERGEBNISSE CONSTANTER VOLSTROM	RÜHLUNG	GWh	0,55	0,8	0,57	0,84
	VENTILATOR- E. ENERGIE	GWh	1,43	1,36	1,34	1,27
	FLUCHTE 50 %	GWh	0,43	0,75	0,43	0,97
	FLUCHTE 30 %	GWh	1,17	1,34	1,31	1,27
	HEIZEN	GWh	1,82	1,51	1,38	1,4
SIMULATIONS- ERGEBNISSE VARIABLEN VOLSTROM VAV	RÜHLUNG	GWh	0,3	0,35	0,32	0,8
	VENTILATOR- E. ENERGIE	GWh	0,72	0,77	0,76	0,63
	FLUCHTE 80 %	GWh	0,3	0,8	0,86	0,91
	HEIZEN	GWh	1,2	1,34	1,31	1,27
REDUKTION DER LÜFTMENGE, 2 AN- FASSE & INNETEMP.	RÜHLUNG	GWh	0,2	0,34	0,22	0,4
	VENTILATOR- E. ENERGIE	GWh	0,6	0,64	0,62	0,54
ENERGIEKOSTEN	JÄHRLICH	Mio B <sup>5</sup>	0,4	0,31	0,3	0,1
- NEHRKOSTEN	GEGEN TYP D KUMULIERT 10 J.	Mio B <sup>5</sup>	11,8	1,4	10,4	0,1

Abb. 11 GEBÄUDEHÜLLENOPTIMIERUNG

WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE  
ENTWICKLUNG DES KUMULIERTEN KAPITALWERTS  
DYNAMISCHE HEIZLASTBERECHNUNG, DYNAMISCHE AMORTISATIONSANALYSE

OPTIMIERUNG DER GEFORDERTEN DÄMMSTOFFDICKE LAUT BAUORDNUNG

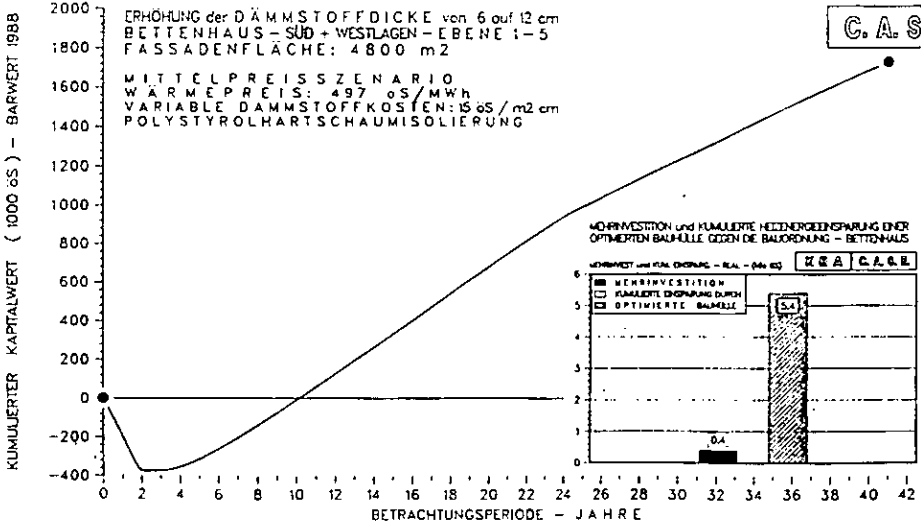


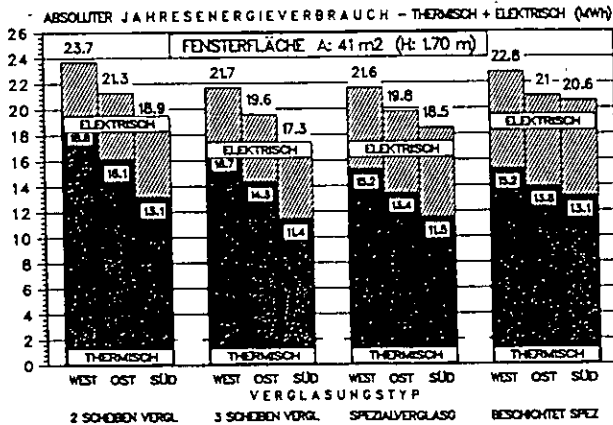
Abb. 12

# FENSTERANALYSE

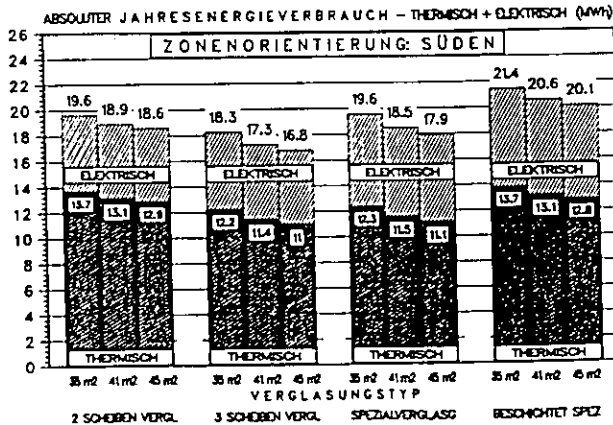
UNIVERSITÄTSKLINIK - PFLEGEBEREICH - 3 BETTZIMMER (8 SIK)

DER EINFLUSS UNTERSCHIEDLICHER FENSTERGRÖSSEN, GLASQUALITÄTEN UND HIMMELSRICHTUNGEN AUF DEN THERMISCHEN UND ELEKTRISCHEN JAHRESENERGIEVERBRAUCH

## EINFLUSS der HIMMELSRICHTUNG



## EINFLUSS der FENSTERFLÄCHE



Alternativen beim Energiebezug - vielleicht Fernwärme?

W. Bergmann, Hamburg

Vorwort

Der Stellenwert der Energie hat nach den beiden Ölkrisen der Jahre 1973 und 1979 andere Dimensionen angenommen. Die Entwicklung der Energiekosten, insbesondere nach den genannten Ereignissen, zwingt die verantwortlichen Planer und Betreiber unter dem Aspekt der Energiekostenminimierung zur Optimierung des Energiesatzes. Hierbei ist es gleich, ob es sich um die Versorgung von Industrieanlagen, Wohngebäude, Bürohäuser, Schulen, Schwimmbäder oder Krankenhäuser handelt. Es gilt die für den jeweiligen Bedarfsfall optimale Lösung zu finden.

Das Thema "Alternativen beim Energiebezug - vielleicht Fernwärme", bezogen auf die Versorgung von Krankenhäuser, ist vielleicht für einige Krankenhausbetreiber schon lange kein Thema mehr, weil sie Fernwärme bereits beziehen. Für andere, die sich mit Versorgungsalternativen beschäftigen wollen oder müssen, soll dieser Beitrag die Möglichkeiten einer Fernwärmeverversorgung aber auch die Grenzen der Fernwärme aufzeigen.

## Wärmebedarf im Krankenhaus

Der Wärmebedarf eines Krankenhauses teilt sich auf in Heizwärme und Wirtschaftswärme:

Heizwärme	Wirtschaftswärme
=====	=====
Raumheizung	Wassererwärmung
raumluftechnische Anlagen	Sterilisation
(RLT-Anlagen)	Desinfektion
	Luftbefeuchtung
	Küche
	Wäscherei

} Prozeßwärme/Dampf

### Raumheizung

Die Raumheizung wird üblicherweise als Warmwasser-Pumpenheizungsanlage ausgeführt. Die Vorlauftemperaturen liegen bei klassischer Bauart  $\leq 90$  °C.

### Raumluftechnische Anlagen

Die RLT-Anlagen teilen sich auf in Lüftungsanlagen und Klimaanlage. Der überwiegende Anteil der RLT-Anlagen wird wie die Raumheizung ebenfalls über die Warmwasser-Pumpenheizung gefahren. Für die Luftbefeuchtung der Klimaanlage wird meistens Dampf eingesetzt.

### Wassererwärmung

Die geforderte Temperatur des Warmwassers liegt vorwiegend bei 60 °C. Untersuchungen haben aber gezeigt, daß viele Bereiche mit einem Temperaturniveau von 40 °C auskommen. Die Wassererwärmung

wird mehrstufig und zunehmend unter Berücksichtigung von Wärmerückgewinnung durchgeführt.

Sterilisation, Desinfektion, Luftbefeuchtung, Küche

Für diese Wirtschaftswärme wird in der Regel Dampf benötigt. Die erforderlichen Dampfzustände richten sich nach den Einsatzbereichen sowie den zum Einsatz kommenden Geräten. Während für Desinfektion, Luftbefeuchtung und Küche Sattedampf von 1,5 bar ausreicht, muß zur Sterilisation Sattedampf von 3,5 bar zur Verfügung stehen.

Wäscherei

Die Wäschereianlagen, insbesondere die Wäschetrockner und Mangeln, benötigen Dampf bis 15 bar.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß mit Heizwasser die

Raumheizung  
RLT-Anlagen (Ausnahme dampfbefeuchtete Klimaanlage)  
Wassererwärmung

technisch unproblematisch betrieben werden können.

Mit Niederdruckdampf sind die Prozeßwärmeverbraucher

Sterilisation  
Desinfektion  
Luftbefeuchtung  
Küche

zu versorgen, während für den Bereich

Wäscherei

eine Hochdruckdampfversorgung erforderlich ist.

### Durchschnittswerte für Wärmeleistungen und Wärmeverbrauch im Krankenhaus

Bei der Ermittlung von Durchschnittswerten für Wärmeleistungen und Wärmeverbrauch der beiden Wärmemedien wurde einerseits die im Anhang angegebene Literatur sowie andererseits die Meßdaten unterschiedlicher Hamburger Krankenhäuser ausgewertet.

Die Meßdaten der betrachteten Krankenhäuser weichen, bezogen auf Leistung und Verbrauch pro Bett, stark voneinander ab. Die Unterschiedlichkeit der untersuchten Krankenhäuser ließ dieses bereits vorher vermuten. Ein Kompaktkrankenhaus, bestehend aus einem oder zwei Gebäude bei 4 und mehr Etagen, ist mit einem Pavillionkrankenhaus mit 10 und mehr Gebäuden bei maximal zwei Etagen nur schwerlich zu vergleichen.

Die so ermittelten Durchschnittswerte lauten:

Medium	Wärmeleistung kW/Bett	Wärmeverbrauch MWh/Bett
Heizwasser	15	22
Dampf	4,5	4

### Entscheidungskriterien für unterschiedliche Versorgungssysteme

Bei der Entscheidung über den Bau einer Neuanlage oder bei teilweisen oder ganzen Ersatz einer abgängigen Altanlage ist zwischen einer Eigenzeugungsanlage und Fremdbezug abzuwägen.

Die Entscheidungskriterien für Krankenhäuser sind in der Regel:

1. Versorgungssicherheit
2. Betriebswirtschaftlichkeit

Wie bei fast allen Entscheidungen, sehen wir einmal vom Umweltschutz ab, ist eine Betriebskostenrechnung der verschiedenen Alternativen die Basis für eine Entscheidung.

Die Versorgungssicherheit ist bei einer Eigenerzeugung durch technische Maßnahmen, wie z. B. bivalente Mehrkesselanlage, realisierbar. Bei einem Fremdbezug hat der Lieferer eine Gewährleistung für die Versorgungssicherheit zu geben.

Zunehmend ist zu beobachten, daß in innerstädtischen Gebieten von der zuständigen Baubehörde mit der Baugenehmigung Auflagen erteilt werden, die aus Umweltschutzgründen den Bau einer nach den obengenannten Entscheidungskriterien gewählten Versorgung nicht zulassen. In Hamburg gibt es zum Beispiel das "Integrierte Versorgungskonzept". Hier ist von der Energiebehörde vorgegeben, daß der innerstädtische Bereich "Fernwärmevorranggebiet" ist.

#### Alternative: Fernwärmebezug

##### Fernwärme allgemein

Die Fernwärmebetreiber in der Bundesrepublik bieten überwiegend die Versorgung über ein Zwei-Leitersystem (Vorlauf-Rücklauf) je nach Außentemperatur gleitend mit max. 136 °C im Vorlauf an. Neben diesem üblichen System gibt es noch:

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| Drei-Leiter-Netz      | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Vorlauf gleitend bis max. 130 °C</li><li>2. Vorlauf konstant 130 °C</li><li>3. gemeinsamer Rücklauf</li></ol>                         |
| Niederdruckdampfnetz  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Sattedampf max. 4 bar</li><li>2. Kondensatleitung</li></ol>   |
| Hochdruckdampfleitung | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Sattedampf oder überhitzter Dampf bis Auslegungsdruck der Kessel im Heizwerk oder Heizkraftwerk</li><li>2. Kondensatleitung</li></ol> |

Liegt das zu versorgende Krankenhaus in ausreichender Nähe zu einem Heizwerk oder Heizkraftwerk, ist in Abhängigkeit vom Wärmeanschlußwert des Krankenhauses der Bau einer direkten Dampfleitung zum Krankenhaus wirtschaftlich zu untersuchen. Sollte der Bau einer direkten Leitung wirtschaftlich vertretbar sein, kann das Krankenhaus mit einer Wärmevollversorgung durch Fernwärme versehen werden.

Das Niederdruckdampfnetz (meist ältere Netze, z. B. in Hamburg seit 1894) kann außer den typischen Heizwasserverbrauchern (über Gegenströmer) auch noch die Küche, die Luftbefeuchtung sowie die chemisch-thermische Desinfektion versorgen. Dampf mit höherem Drücken für Sterilisation und Wäscherei muß mit einer separaten Anlage erzeugt werden. Diese Art der Netze werden aus Gründen der hohen Wärmeverluste im Sommer, der aufwendigen Kondensatwirtschaft und der schlechten Stromkennzahl bei Heiz-Kraft-Betrieb immer weniger betrieben.

Das Drei-Leiter-System kann zwar über einen konstanten Leiter die Niederdruckdampfsysteme Küche, Luftbefeuchtung und chem.-therm. Desinfektion mittels Wasser-Dampf-Wärmetauscher versorgen, entbindet aber nicht von einer zusätzlichen Dampferzeugung für Sterilisation und Wäscherei.

Läßt man den Sonderfall einer Hochdruckdampfversorgung unberücksichtigt, so ist festzustellen, daß eine Fernwärmeversorgung den Wärmebedarf eines Krankenhauses nur heizzeitig abdecken kann. Für die Prozeßwärmeverbraucher ist zur Bereitstellung des Dampfes nach anderen Lösungsmöglichkeiten zu suchen.

#### Wirtschaftlicher Einsatz von Fernwärme

Die Fernwärmeversorgungsunternehmen haben überwiegend ein Preissystem, daß aus Leistungspreis (Grundpreis) und Arbeitspreis besteht. Der Leistungspreis wird für die eingestellte oder maximal in Anspruch genommene Wärmeleistung berechnet. Aufgrund der hohen Fixkosten für die Heizkraftwerke bzw. Heizwerke und das Verteilungssystem ist der Anteil des Lei-



stungspreises an Wärmegesamtpreis häufig größer als 50 %. Um eine preisgünstige Versorgung mit Fernwärme durchführen zu können, muß also bei geringstmöglicher Leistung ein Maximum an Arbeit aus dem Heizwasser entnommen werden. Dieses bedeutet eine optimale Auskühlung des Heizwassers. In einem Krankenhaus wo neben der üblichen 90 °C/70 °C Raumheizung und raumlufttechnischen Anlagen ein hoher Warmwasserbedarf vorliegt, kann durch technische Maßnahmen eine gute Ausnutzung erreicht werden.

Untersucht man nun ein Krankenhaus auf die Einsatzmöglichkeit von Fernwärme, sollte eine Optimierungsrechnung durchgeführt werden. Der für die Prozeßwärme benötigte Dampf muß mit einer Dampferzeugungsanlage vor Ort hergestellt werden. Aus Sicherheitsgründen sind je nach Dampfmengebedarf mindestens 2 Dampfkessel zu installieren, die einerseits den Prozeßwärmebedarf abdecken und andererseits in Spitzenlastzeiten die Spitzen der Heizwasserlast über Wärmetauscher abfahren. Eine hohe Ausnutzung der Fernwärmeleistung ist somit gewährleistet. Liegt eine direkte Übergabe der Wärme vor, d. h., daß das vom Fernwärmeunternehmen gelieferte Wärme-medium direkt ohne Wärmetauscher in die Anlagen gefahren wird, so besteht die Möglichkeit, daß der Vordruck des Fernwärmenetzes, z. B. durch den Einsatz von Strahlpumpen, für nachgeschaltete Abnehmer genutzt werden kann. Ein erheblicher Anteil von Pumpstromkosten kann somit eingespart werden.

Der Einsatz von Fernwärme im Krankenhaus muß also immer in einer Kombination mit der Eigenerzeugung gesehen werden.

#### Kombination Fernwärmebezug-Elektrodendampfkessel

Eine besondere Kombination der Gesamtwärmeversorgung wurde in einem Hamburger Krankenhaus, Krankenhausgröße 600 Betten, im Jahre 1983 ausgeführt.

Zunächst wurde der gesamte Bedarf an Heizwasser durch die Fernwärme abgedeckt. Die vorhandene alte Dampfkesselanlage war ebenfalls abgängig und mußte ersetzt werden.

Dampfseitig waren zu versorgen:

5 Klimageräte (Dampfbefeuchtung)	
Je 53 kg/h	265 kg/h
3 Sterilisatoren je 40 kg/h	120 kg/h
14 Kochgeräte max. 500 kg/h	<u>500 kg/h</u>
Gesamtleistung	885 kg/h

Der Spitzenbedarf incl. Leitungsverluste wurde mit 1.000 kg/h angesetzt.  
Der Tagesbedarf betrug 6.000 - 8.000 kg.

Die verschiedenen Alternativen wurden von einem Ingenieurbüro durchgerechnet. Die Entscheidung fiel, bei gleichen Betriebskosten von einer Gaskesselanlage und einem elektrischen Dampferzeuger, zugunsten der elektrischen Lösung.

Die elektrische Lösung bei diesen Leistungen und Mengen ist nur bei Ansatz des elektrischen Nachtstrompreises, der keinen Leistungspreisanteil beinhaltet, möglich. Um die Nachttarifzeit zur Dampferzeugung auszunutzen, ist eine Dampfspeicheranlage erforderlich.

Die Anlage wurde folgendermaßen ausgelegt und betrieben:  
(Anlage 1)

#### Elektrodenkessel

Anzahl der Kessel	: 2 Stück
Leistung je Kessel	: 375 kW

#### Dampfspeicher

Länge	: 12 m
Durchmesser	: 2,5 m
Volumen	: 55 m <sup>3</sup>
zulässiger Betriebsdruck	: 20 bar/214 °C
Wärmedämmung	: 20 cm

Das Speisewasser, welches zur Dampferzeugung erforderlich ist, wird direkt aus dem Fernwärmerücklauf entnommen. Um die Gefährdung der Anlage durch Sauerstoff und Kohlensäure zu reduzieren, wird das Speisewasser zuerst über eine Entgasungskaskade zur thermischen Entgasung geführt. Mit Hilfe des erzeugten Dampfes wird hierbei das Speisewasser auf ca. 105 °C erhitzt, wobei die freie Kohlensäure und der Sauerstoff fast restlos mit den Brüden entweichen, bevor es in dem Speisewasserbehälter gespeichert wird.

Während der Nachttarifzeit, von 22.00 bis 6.00 Uhr, wird das Speisewasser, welches über 2 Dosieranlagen auf eine Leitfähigkeit von ca. 750  $\mu$ S gebracht wird, je nach Anforderung in einem oder beide Kessel gepumpt. In den Elektrodenkesseln wird Dampf mit einem Druck von ca. 19 bar und einer Temperatur von ca. 220 °C erzeugt und dem Dampfspeicher zugeführt. Der Speicher hat zu Ladebeginn einen Anfangsdruck von 0 - 3 bar, nach Ende des Ladevorganges einen Enddruck von 18 - 20 bar. Da die an das Dampfnetz angeschlossenen Verbraucher einen Betriebsdruck von 3,5 - 4 bar benötigen, wird der Dampf anschließend noch über eine Reduzierstation geführt, bevor er an das Dampfnetz abgegeben wird.

Mit der Fernwärme, den Elektrodenkesseln und der Dampfspeicheranlage ist in diesem Krankenhaus im Gegensatz zur alten ölbefeuerten Wärmeerzeugungsanlage jetzt eine saubere, umweltfreundliche und nahezu geräuschlose Versorgung mit Wärme möglich. Emissionen vor Ort entfallen gänzlich.

#### Schlußbemerkung

Das Thema Fernwärmebezug unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit kann grundsätzlich mit einem ja beantwortet werden. Es muß allerdings für jeden Einzelfall eine Verbrauchsstruktur aufgestellt werden, die den Fernwärmebezug mit der Eigenerzeugung kombiniert und eine optimale Versorgung schafft.

Sprechen Sie mit Ihrem Fernwärmeversorgungsunternehmen.

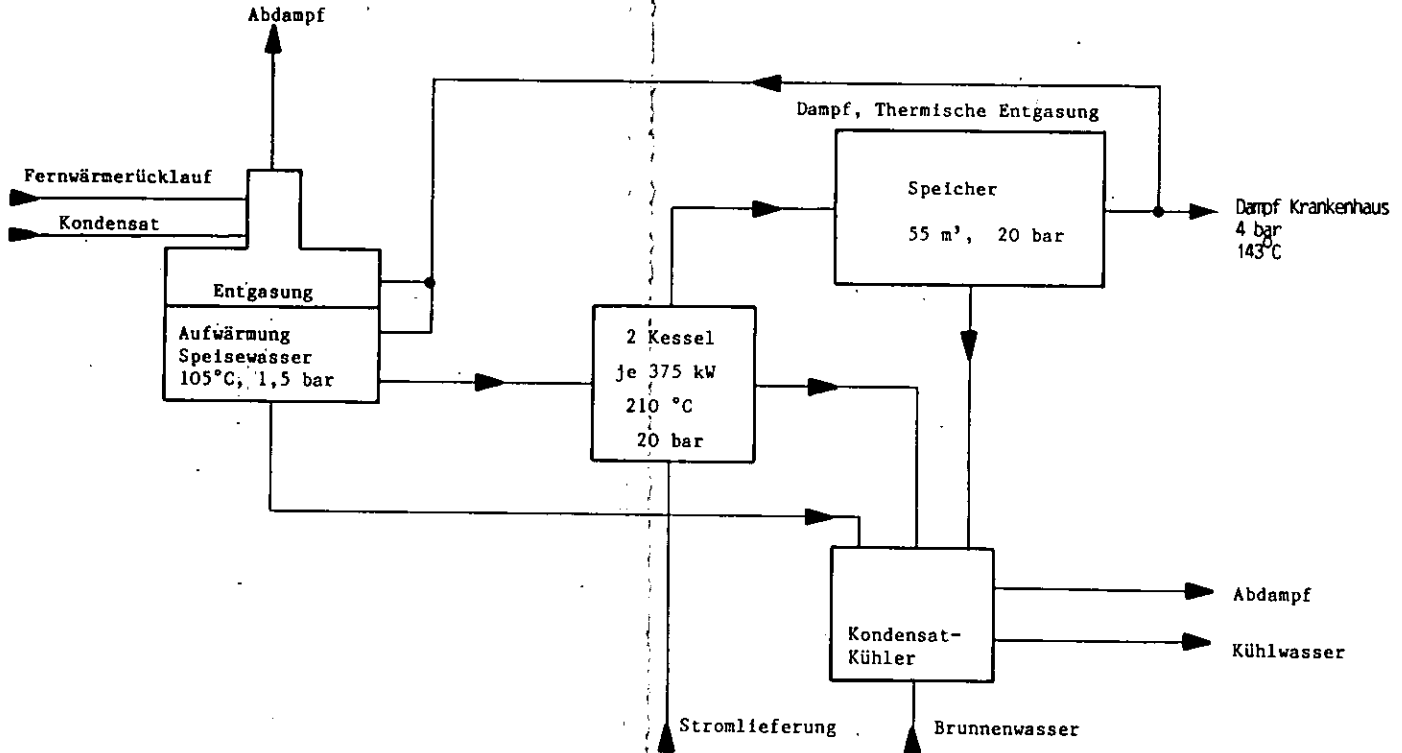
Literaturnachweis

- Leistungs- und Energiebedarf eines Krankenhauses  
Energie, Jahrgang 32, Nr. 9, September 1980  
K. Jensch, München
  
- Fachtagung Krankenhaustechnik vom 27.-29.4.1979  
"Energie im Krankenhaus"  
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Klie  
Medizinische Hochschule Hannover
  
- Fachtagung Krankenhaustechnik vom 25. - 26.3.1982  
"Heizungs-, Kälte- und Sanitärtechnik im Krankenhaus"  
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Glöckle  
Medizinische Hochschule Hannover

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Wilfried Bergmann  
Hamburgische Electricitäts-Werke AG  
Überseering 12  
2000 Hamburg 60

Vereinfachtes Schema der Dampfanlage



## **Die Hinzuziehung von freiberuflich Tätigen:**

### **Empfehlungen, Für und Wider**

von Karl Wolfgang Graff, Stuttgart

#### **Einleitung**

Ein Höchstmaß an Sicherheit und Verfügbarkeit sowie Wirtschaftlichkeit im Krankenhausbetrieb zu erreichen erfordert in vielen Fällen die Einholung sach- und fachkundigen Rates. Diesen Rat können

- eigene Fachkräfte,
- Herstellerfirmen (sogenannte Fachfirmen) oder
- freiberuflich Tätige (sogenannte Sonderfachleute)

geben. In meinem Beitrag möchte ich mich auf die Hinzuziehung freiberuflich Tätiger beschränken. Vielfach fehlen in den Krankenhäusern für die Lösung spezieller, zeitlich befristeter Aufgaben geeignete Fachkräfte völlig oder vorhandene Kräfte werden für die Erfüllung von Daueraufgaben ständig benötigt. Herstellerfirmen sind in der Regel nur für die Lösung organisatorischer und technischer Probleme geeignet, die eng mit ihrem Produktionsprogramm zusammenhängen, und sehen als Hauptziel ihrer Beratungstätigkeit den Verkauf ihrer Produkte. Nur der freiberuflich Tätige ist verpflichtet, seine Leistungen neutral entsprechend dem allgemeinen Stand der Wissenschaft, den allgemein anerkannten Regeln der Technik, dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und den öffentlich-rechtlichen Bestimmungen zu erbringen. "Als Sachwalter seines Auftraggebers darf er keine Unternehmer- oder Lieferanteninteressen vertreten" (AVB).

#### **Vorbereitung der Hinzuziehung**

Bevor ein freiberuflich Tätiger hinzugezogen wird, muß Klarheit darüber geschaffen werden, was der hinzuzuziehende Fachmann tun soll. Das klingt selbstverständlich; ist es jedoch erfahrungsgemäß nicht. Am Anfang jeder beratenden Unterstützung muß die Erstellung einer mit allen zu beteiligenden

Stellen im Krankenhaus abgestimmten Beschreibung der zu lösenden Aufgabe stehen. Diese Aufgabenbeschreibung - auch Leistungsbild genannt - ergibt sich grundsätzlich aus dem Anlaß für die Hinzuziehung und muß eindeutig und umfassend sein. Handelt es sich bei der zu lösenden Aufgabe beispielsweise um die Planung eines neuen Gebäudes und/oder seiner technischen Ausrüstung oder um Wiederherstellung, Erweiterung, Umbau oder Sanierung von Gebäuden und/oder deren technischer Ausrüstung, so kann zur Festlegung der Beschreibung und des Umfanges der zu erbringenden Leistungen die HOAI herangezogen werden. Schwieriger wird es, wenn der freiberuflich Tätige Aufgaben lösen soll, die zu den "Besonderen Leistungen" im Sinne der HOAI zählen und für die es keine vorformulierten Beschreibungen gibt.

Solche Aufgabenstellungen können beispielsweise sein:

Planen von Organisation und Betriebsablauf klinischer Einrichtungen (sogenannte Betriebsplanung); Aufstellen von Raum - und Funktionsprogrammen; Untersuchen der bestehenden Lagerhaltung oder Sterilgutaufbereitung und Ausarbeiten von Vorschlägen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit; Ausarbeiten von Vorschlägen für die wirtschaftliche Erbringung von Laborleistungen; Überprüfen der Sicherheit der medizinisch-technischen Ausstattung; Leistungsmessungen an Anlagen; Gutachten zur Schornsteinhöhe und andere mehr.

In solchen Fällen ist dem Krankenhaus unbedingt zu empfehlen, vorher und in Eigenleistung eine Beschreibung der zu lösenden Aufgabe zu entwerfen. Dabei kann sich das Krankenhaus durchaus von einem erfahrenen Fachmann beraten lassen. Wichtig ist außerdem, daß bereits zu einem möglichst frühen Zeitpunkt Überlegungen darüber angestellt werden, welche Unterlagen dem freiberuflich Tätigen zur Verfügung gestellt, welche von ihm zu beachtenden Randbedingungen genannt und welche Leistungen von der Verwaltung vor und/oder während seiner Tätigkeit selbst erbracht werden können.

Nach der Beschreibung der zu erbringenden Leistungen ist der dafür geeignete freiberuflich Tätige auszuwählen. Bei sogenannten HOAI-Leistungen ist zu beachten, daß die Gebührenordnung die Erbringung tätigkeitsbezogener und nicht berufsbezogener Leistungen regelt. Es ist Sache des Auftraggebers, darauf zu achten, daß die zu erbringenden Leistungen nur solchen freiberuflich Tätigen übertragen werden, deren Fachkunde für die Lösung der gestellten Aufgabe feststeht. Grundsätzlich ist das Krankenhaus bei der Auswahl des freiberuflich

Tätigen frei. Es kann einen Architekten, Ingenieur oder sonstigen Fachmann hinzuziehen, mit dem es bereits gute Erfahrungen gemacht hat, oder der ihm als besonders geeignet bekannt ist oder empfohlen wurde. Wenn sich das Krankenhaus jedoch nicht sicher ist, welcher freiberuflich Tätige am besten geeignet ist, dann sollte mehreren Büros die Aufgabenbeschreibung mit der Bitte übersandt werden, sich zur Aufgabenstellung, deren Lösung und den bereits in der Anfrage zu nennenden Randbedingungen (wie Art des abzuschließenden Vertrages sowie Regelung der Vergütung) schriftlich zu äußern und Referenzen für vergleichbare Projekte zu nennen. Der künftige Auftraggeber sollte sich auf jeden Fall die Mühe machen, die angegebenen Referenzen zu prüfen. Wenn das Vertragsverhältnis einmal zustande gekommen ist, dann muß der Auftraggeber im Regelfall mit dem ausgewählten freiberuflich Tätigen während der Zeit der Leistungserbringung leben und arbeiten.

#### Vertragliche Regelung der Hinzuziehung

Mit der Erbringung von Leistungen sollte ein freiberuflich Tätiger nicht beginnen, bevor ein Vertrag geschlossen wurde. Das ist vor allem in den Fällen wichtig, in denen die Erbringung "Besonderer Leistungen" vereinbart wird, für die eine mit dem freiberuflich Tätigen abgestimmte Aufgabenbeschreibung als Vertragsgrundlage vor Beginn der Leistungserbringung vorliegen muß und die in der Regel nach vorgeschätztem oder tatsächlichem Zeitaufwand vergütet werden.

Beim Abschluß von Verträgen mit freiberuflich Tätigen sind grundsätzlich die Bestimmungen der HOAI vom 17.9.1976 in der ab 1.4.1988 geltenden Fassung (3. Verordnung zur Änderung der HOAI vom 17.3.1988) zu beachten. In Baden-Württemberg schreibt § 55 LHO vor, daß Verträge mit freiberuflich Tätigen nach einheitlichen Richtlinien, nämlich den Richtlinien der Staatlichen Hochbauverwaltung Baden-Württemberg für die Mitwirkung freiberuflich Tätiger - abgekürzt "RifT" genannt - abzuschließen sind, die vom Finanzministerium herausgegeben werden. Diese Richtlinien schreiben ergänzend vor, was bei Anwendung der HOAI landeseinheitlich zu beachten ist, und zwar sowohl bei Maßnahmen des Landes selbst (beispielsweise bei der Planung von Kliniken für Universitäten) als auch bei allen übrigen Maßnahmen im Lande, für die vom Krankenhaus eine Förderung gemäß KHG beantragt wird. Aufwendungen für freiberuflich Tätige werden grundsätzlich nur dann als förderfähig gemäß KHG anerkannt, wenn sie



auf der Grundlage von Verträgen gemäß den RiFT erbracht und vergütet werden.

Für den Abschluß von Verträgen über die Erbringung von HOAI-Grundleistungen stehen eine Reihe von Vertragsmustern zur Verfügung. Wenn das Krankenhaus nicht sicher ist, welches Muster es anwenden kann oder soll, dann ist in Baden-Württemberg eine Rückfrage bei den Vertragsbearbeitern der zuständigen Oberfinanzdirektionen zu empfehlen.

Bei der vertraglichen Regelung der Erbringung "Besonderer Leistungen" sollte grundsätzlich der Aufbau der Vertragsmuster für HOAI- oder RiFT-Grundleistungen beibehalten werden und mindestens folgende Teile umfassen:

- genaue Bezeichnung der Vertragspartner;
- Bezeichnung des Gegenstandes des Vertrages;
- Angabe der zusätzlichen Vertragsbestandteile (wie AVB; §§ 631 ff BGB);
- Zusammenstellung der der Leistungserbringung zugrundezulegenden Unterlagen;
- Beschreibung der Leistungen (oder Unterlagen), die der Auftraggeber vor Beginn oder während der Leistungserbringung selber erbringt (oder erstellt);
- genaue Beschreibung (Inhalt und Umfang) der vom Auftragnehmer zu erbringenden Leistungen (Leistungsbild);
- Verzeichnis der fachlich Beteiligten;
- Nennung des Projektleiters auf der Seite des Auftragnehmers;
- Nennung des Projektbetreuers auf der Seite des Auftraggebers;
- Angabe der einzuhaltenden Termine und Fristen;
- Regelung der für die erbrachten Leistungen zu zahlenden Vergütung (einschließlich Nebenkosten und Umsatzsteuer);
- Angabe der Haftpflichtversicherungssummen des Auftragnehmers;
- ergänzende Vereinbarungen (oder Schlußbestimmungen) wie Datum des Inkrafttretens bei Abschluß des Vertrages nach Beginn der Leistungserbringung.

Wenn die AVB Bestandteil des Vertrages sind, kann in der Regel darauf verzichtet werden, im Vertrag die Schriftform für Vertragsänderungen oder Ergänzungen vorzuschreiben und weitere Aussagen zu Einzelregelungen aufzunehmen wie zur Auskunftspflicht des Auftragnehmers, zum Herausgabeanspruch des Auftraggebers, zum Urheberrecht, Erfüllungsort und Gerichtsstand, zu Zahlungen, zur Kündigung sowie zur Haftung und Verjährung, es sei denn,

die Vertragspartner wollen von den AVB-Regelungen abweichen.

Dagegen sollte geprüft werden, ob in den Vertrag noch ergänzende Aussagen zur Zusammenarbeit zwischen Auftragnehmer, Auftraggeber, den übrigen fachlich Beteiligten und Behörden aufgenommen werden sollten. Grundsätzlich bei allen Verträgen, besonders aber bei denen, die über mehrere Jahre laufen und die während der Laufzeit in ständiger Anpassung an die Arbeitsergebnisse Entscheidungen als Grundlage für das weitere Vorgehen erfordern, ist die Einsetzung eines die Arbeit des freiberuflich Tätigen begleitenden Ausschusses zu empfehlen, dem der Auftragnehmer von Zeit zu Zeit über seine Ergebnisse berichten muß und von dem er Entscheidungen und Anregungen für die Weiterführung seiner Arbeit erwarten kann.

Die Notwendigkeit einer weiteren Ergänzung kann sich daraus ergeben, daß die Form genauer beschrieben werden muß, in der der freiberuflich Tätige seine Arbeitsergebnisse dokumentieren und bei Abschluß seiner Arbeit dem Auftragnehmer übergeben muß. Das ist beispielsweise von besonderer Bedeutung in den Fällen, in denen der Auftragnehmer die medizinisch-technische Ausstattung eines Neubaus mit EDV-Unterstützung plant und dokumentiert. In so einem Fall sollte vorher vereinbart werden, in welcher Form der Auftragnehmer die EDV-Dokumentation seiner Ausstattungsplanung übergibt, damit der Auftraggeber mit dem Ergebnis weiterarbeiten kann.

### **Für und Wider der Hinzuziehung freiberuflich Tätiger**

Für die Hinzuziehung eines freiberuflich Tätigen zur Lösung bestimmter Sonderaufgaben sprechen folgende Gründe:

- Der Auftraggeber erhält eine neutrale und dem letzten Stand von Wissenschaft und Technik sowie dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit entsprechende Lösung der von ihm gestellten Aufgabe, in die Erfahrungen einfließen, die der freiberuflich Tätige bei anderen Projekten gesammelt hat;
- Der Auftraggeber kann sich von einem hinzugezogenen freiberuflich Tätigen wieder trennen, wenn sich herausstellen sollte, daß dieser wider Erwarten der Aufgabe nicht gewachsen ist oder sie nicht entsprechend seinen Vorstellungen löst (Kündigung aus wichtigem Grund);
- Der Auftraggeber muß für Aufgaben von zeitlich begrenzter Dauer kein zusätzliches Personal einstellen, das möglicherweise nach Erbringung hoch-

wertiger Sonderleistungen nicht gleichwertig weiterbeschäftigt werden kann;

- Der Auftraggeber kann bei geschickter Auswahl des die Arbeit des freiberuflich Tätigen begleitenden Betreuers erreichen, daß seine Mitarbeiter in der Lösung von Sonderaufgaben geschult und mit neuen Planungs- und Entscheidungstechniken vertraut werden;
- Der Auftraggeber erhält oft durch den bei der Lösung zahlreicher Aufgaben geschulten Blick des freiberuflich Tätigen, den bei großen Büros mehrere und spezialisierte Augenpaare auf sein Haus richten, Hinweise auf Schwachstellen, die nicht unbedingt mit der gestellten Aufgabe im engeren Sinne zu tun haben müssen und die von seinen mitunter betriebsblinden eigenen Mitarbeitern bisher nicht gesehen wurden.

Gegen die Hinzuziehung eines freiberuflich Tätigen sprechen nur folgende Gründe:

- Der freiberuflich Tätige ist bezogen auf die Zeiteinheit stets teurer als ein eigener Mitarbeiter, weshalb der Auftraggeber alles daran setzen muß, um den größten Nutzen aus dessen vorübergehender Tätigkeit zu ziehen;
- Der freiberuflich Tätige verläßt das Krankenhaus nach Erbringung der vereinbarten Leistungen wieder und nimmt alle Erkenntnisse mit, die nicht in die Dokumentation seiner Ergebnisse eingearbeitet wurden;
- Der freiberuflich Tätige erfordert auf der Seite des Auftraggebers einen ständigen Ansprechpartner zu seiner Betreuung, und zwar von der Einführung in die örtlichen Gegebenheiten bis zur Abnahme des Ergebnisses seiner Arbeit. Dadurch wird zusätzlich zu den Kosten für die Vergütung des freiberuflich Tätigen noch eigene Arbeitskraft gebunden.
- Der freiberuflich Tätige muß sich - im Gegensatz zu eingearbeiteten eigenen Mitarbeitern - vielfach erst mit einigem Zeitaufwand in die örtlichen Besonderheiten einarbeiten, wodurch sich der zu vergütende Gesamtaufwand erhöht.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß bei sorgfältiger Vorbereitung der Hinzuziehung und geschickter Auswahl des freiberuflich Tätigen dessen Hinzuziehung für das Krankenhaus ein Gewinn sein muß. Es liegt am Auftraggeber, daß die Aufwendungen für die Hinzuziehung eines freiberuflich Tätigen den größtmöglichen Nutzen für sein Haus bringen. Die Hinzuziehung eines betriebsfremden freiberuflich Tätigen ist in all den Fällen zu rechtfertigen, wo Rat von hoher fachlicher Qualität - oft unter Zeitdruck - zur Lösung zeitlich befristeter Aufgaben benötigt wird. Für die Lösung von Daueraufgaben ist ein freiberuflich Tätiger nicht geeignet und in der Regel zu teuer.

### Literaturhinweise:

#### 1) Fundstellen

für den VO-Text: Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)  
vom 17.9.1976 (BGBl. I Seite 2805)

1. VO zur Änderung der HOAI vom 17.7.1984  
(BGBl. I Seite 948)
2. VO zur Änderung der HOAI vom 10.6.1985  
(BGBl. I. Seite 961)
3. VO zur Änderung der HOAI vom 17.3.1988  
(BGBl. I. Seite 359)

#### 2) Finanzministerium

Baden-Württemberg

(Herausgeber) Richtlinien der Staatlichen Hochbauverwaltung Baden-  
Württemberg für die Mitwirkung freiberuflich Tätiger  
(RifT) - zu beziehen über die OFD Freiburg.

#### 3) HOAI

Textausgaben: - HOAI-Text mit amtlicher Begründung und Anmerkungen  
- zusammengestellt von F.H. Depenbrock und K. Schiefler  
(Beilage zum Bundesanzeiger Nr. 62 a vom 30.3.1988)

- VOB/HOAI-Texte - Taschenbuch dtv 5034

- HOAI-Text - Boorberg-Verlag, Stuttgart

- 4) HOAI-Kommentare: - Hesse/Korbion/Mantscheff  
C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München  
- Jochem (3. Auflage 1988)  
Bauverlag, Wiesbaden  
- Locher/Koebler/Frik (5. Auflage 1988)  
Werner-Verlag, Düsseldorf  
- Neuenfeld, Klaus (Loseblattsammlung Stand 1988)  
Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart  
- Pott/Dahlhoff  
Verlag für Wirtschaft und Verwaltung, Essen
- 5) Osenbrück, W.: Der Ingenieurvertrag - Praktische Hinweise zur  
Vertragsgestaltung und Vertragsabwicklung  
Deutscher Consulting Verlag, Essen
- 6) Höbel; HOAI-Praxis bei Architektenleistungen  
Bauverlag, Wiesbaden 1988
- 7) Rusam: HOAI-Praxis, Ingenieurleistungen  
Bauverlag, Wiesbaden 1988

Dipl.-Ing. Karl Wolfgang Graff  
Referent im Ministerium für Wissenschaft  
und Kunst Baden-Württemberg  
Königstraße 46 - Postfach 10 34 53  
7000 Stuttgart 1

Tel.: 0711/2003-2900

Medizintechnische Großgeräte: Bedarfsplanung, Wirtschaftlichkeit, Genehmigung

von R. J. Wabnitz, Mainz

### 1. Vorbemerkung

Die folgende Problemdarstellung erfolgt <sup>1</sup> aus der Perspektive der Zuständigkeiten der Ländergesundheitsministerien und der Kassenärztlichen Vereinigungen (KV'en) auf der Grundlage der seit Mitte 1982 für den Bereich der medizinisch-technischen Großgeräteplanung geltenden Bestimmungen des Krankenhausfinanzierungsgesetzes (KHG) und der Reichsversicherungsordnung (RVO). Nicht dargestellt werden Entscheidungsgrundlagen der Wissenschaftsministerien der Länder, der Gewerbeaufsichtsämter, der Staatsbauämter, der Gesundheitsämter, des TÜV und der DFG.

### 2. Rechtsgrundlagen

Nach § 10 KHG ist die Anschaffung, Nutzung oder Mitbenutzung medizinisch-technischer Großgeräte mit der zuständigen Landesbehörde abzustimmen, um einen wirtschaftlichen Einsatz der Geräte sicherzustellen. Liegt keine Zustimmung nach § 10 KHG vor, kommt keine öffentliche Förderung in Betracht und dürfen nach § 17 Abs. 3 Nr. 3 KHG die Betriebskosten nicht im Pflegegesetz berücksichtigt werden.

Nach § 368 n Abs. 8 Satz 3 und 4 RVO haben die KV'en Beratungspflichten; der an der kassenärztlichen Versorgung teilnehmende Arzt hat eine beabsichtigte Anschaffung, Nutzung oder Mitbenutzung medizinisch-technischer Großgeräte der KV anzuzeigen.

Die bislang für den stationären und den ambulanten Sektor maßgeblichen gesetzlichen Vorgaben unterscheiden sich mithin beträchtlich voneinander. Während im Krankenhausbereich ein wirkungsvolles Steuerungsinstrumentarium besteht, existiert

im Kassenarztbereich im wesentlichen lediglich eine Beratungspflicht. Dies hat zu ungleichen Entwicklungen, insbesondere zu weitgehend ungeplanten Neuanschaffungen im Kassenarztsektor, geführt. Gesetzgeberische Initiativen zu einer Vereinheitlichung der beiden Regelungsbereiche sind vor einigen Jahren zunächst nicht weiter verfolgt worden.

Erstmals in einem Bundesland kam es 1985 in Rheinland-Pfalz zu einer umfassenden vertraglichen Vereinbarung zwischen dem Ministerium für Umwelt und Gesundheit, den KV'en, den Landesverbänden der Krankenkassen sowie der Krankenhausgesellschaft im Lande Rheinland-Pfalz hinsichtlich einheitlicher Bedarfs-, Wirtschaftlichkeits- und Standortkriterien für den gesamten Bereich der stationären und ambulanten Versorgung ("Gemeinsame Grundsätze Großgeräteplanung" vom 8. Juli 1985, Staatsanzeiger S. 635 ff.). Der Bundesausschuß der Ärzte und Krankenkassen verständigte sich im Jahre 1986 auf die - nur für den Kassenarztbereich - relevanten Großgeräte-Richtlinien-Ärzte (Bundesanzeiger vom 27.03.1986). Mehrere Landesausschüsse der Ärzte und Krankenkassen haben daraufhin teilweise weitergehende, insbesondere regional tiefer gegliederte Planwerke entwickelt. In Bayern und Baden-Württemberg kam es 1987 zu vertraglichen Rahmenvereinbarungen über die Verfahren der Behemenserstellung zwischen Planungsbehörde, KV'en, Landesverbänden der Krankenkassen und Landeskrankenhausgesellschaft im jeweiligen Bundesland. In Niedersachsen bestehen seit Jahren Abstimmungsverfahren zwischen den Beteiligten, die nicht in allen Einzelheiten schriftlich fixiert worden sind.

Die genannten Richtlinien und Vereinbarungen haben zu Verbesserungen im Bereich der Abstimmung zwischen der stationären und der ambulanten Versorgung geführt. Gleichwohl war es vielfach nicht möglich, konkurrenzierendes Verhalten und am Bedarf vorbeigehende Parallelentwicklungen im Krankenhaus- und Kassenarztsektor zu verhindern. Es erscheint deshalb als von der Sache her geboten, künftig zu einer bereichsübergreifenden, einheitlichen Planungs- und Entscheidungskompetenz mit entsprechend durchgreifenden Sanktionsmechanismen zu gelangen. Der Entwurf der Bundesregierung eines Gesetzes zur

Strukturreform im Gesundheitswesen vom 29.04.1988, Bundesrats-Drucksache 200/88, sieht konsequenterweise die Bildung einheitlicher Großgeräteausschüsse in den Bundesländern vor.

### 3. Bedarfsplanung

Es besteht ein gesundheitspolitisches Interesse daran, daß die diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten medizinisch-technischer Großgeräte in geeigneten Krankenhäusern und in geeigneten Kassenarztpraxen ausreichend zur Verfügung stehen. Es besteht aus medizinischen und wirtschaftlichen Gründen aber auch ein erhebliches öffentliches Interesse daran, den Einsatz von besonders kostenaufwendigen Großgeräten abzustimmen und ggf. zu beschränken, damit regionale Versorgungsbedürfnisse berücksichtigt werden und damit ein wirtschaftlicher Einsatz von Großgeräten gewährleistet werden kann. Länderübergreifende Gesichtspunkte und Belange von Forschung und Lehre sind zu berücksichtigen. Bedarfsplanung für Großgeräte verweist insbesondere auf die begrenzten Ressourcen der Versicherungsgemeinschaft und auferlegt potentiellen Anwendern einen zusätzlichen, medizinisch-ökonomischen Rechtfertigungszwang, den die einzelwirtschaftliche Rentabilitätsrechnung nicht erfüllt.

Folgende medizinisch-technische Großgeräte unterliegen nach einhelliger Auffassung derzeit der Abstimmungspflicht; dabei werden zur Bedarfsabschätzung in der Regel die folgenden Einwohner-Anhaltzahlen zugrundegelegt (je ein Gerät auf x Einwohner):



Gerätetyp	Meßzahlen (Großgeräte-Richtlinien-Ärzte sowie Anhaltzzahlen in Rheinland-Pfalz) - je ein Gerät auf x Einwohner:
Computertomographen (CT)	1 : 200.000 bis 250.000
Emissions-CT	1 : 1.800.000
Gamma-Kamera	1 : 120.000
NMR/MRT-Geräte (Kernspintomographen)	1 : 1.500.000
Digitale Subtraktionsangiographie-Geräte (DSA)	1 : 250.000
Linksherzkathetermeßplätze	1 : 500.000
Tele-Kobalt-Therapiegeräte	1 : 500.000
Linear- und Kreisbeschleuniger	1 : 500.000 bis 1 : 1.000.000
Nierensteinzertrümmerer (ESWL-Geräte)	1 : 3 bis 4.000.000

In der Praxis werden die genannten Anhaltzzahlen nicht allein rechnerisch-schematisch angewendet. Teilweise werden sie durch Festlegung von Indikationsraten ergänzt. Insbesondere aufgrund geographischer Gegebenheiten kommt es im Ergebnis nicht selten zur Anerkennung zusätzlicher Geräte. Bundesweit werden die gekennzeichneten Anhaltzzahlen bei den meisten Gerätetypen rein rechnerisch bereits - teilweise deutlich - unterschritten.

Es ist denkbar, daß auf mittlere Sicht die Gamma-Kamera und evtl. DSA-Geräte aus der Großgeräteplanung genommen werden. Andererseits werden von Seiten der Industrie vermehrt Kombinationsgeräte sowie Geräte im "Baukastensystem" entwickelt; dies wird gegebenenfalls Anpassungen der Liste der Großgeräte an sich verändernde tatsächliche Verhältnisse erforderlich machen. Zu verweisen ist auch auf neueste Entwicklungen im Bereich der berührungsfreien Stoßwellenlithotripsie (Nieren- und Gallensteinzertrümmerer).

#### 4. Wirtschaftlichkeit (im einzelwirtschaftlichen Sinn)

Nach bisheriger Erfahrung ist davon auszugehen, daß eine betriebswirtschaftlich sinnvolle Auslastung und damit ein wirtschaftlicher Betrieb von medizinisch-technischen Großgeräten bei der Untersuchung/Behandlung folgender Patientenkollektive gewährleistet werden kann:

CT-Geräte	2.500 - 3.500	Untersuchungen
Gamma-Kameras	2.000 - 3.000	Untersuchungen
NMR/MRT-Geräte	1.400 - 3.000	Untersuchungen
DSA-Geräte	700 - 2.000	Untersuchungen
Linksherzkathetermeßplätze	600 - 1.000	Eingriffe/Untersuchungen
Kobalt-Therapie-Geräte	300 - 450	Serien
Linearbeschleuniger	400 - 500	Serien
Nierenlithotripter	900 - 1.400	Behandlungen

#### 5. Genehmigung

Die Zustimmung seitens der zuständigen Landesbehörde bzw. der KV setzt zunächst einen Antrag des jeweiligen Krankenhausträgers bzw. Kassenarztes voraus. Dabei werden beispielsweise in Rheinland-Pfalz in der Regel folgende Angaben gefordert:

- Fachliche Begründung der Notwendigkeit der Beschaffung
- Geplante Anzahl der Untersuchungen/Behandlungen
- Ggf. Anzahl und Kosten der in der Vergangenheit verursachten Fremdleistungen
- Grundzüge der geplanten Finanzierung
- Zu erwartende Folgekosten im investiven Bereich und insbesondere im Bereich der laufenden Kosten.

Die zuständige Landesbehörde holt entsprechend den bestehenden Richtlinien und Vereinbarungen Stellungnahmen der KV'en, der Landesverbände der Krankenkassen und der Landeskrankengesellschaft ein und strebt sodann einvernehmliche Entscheidungen an. Im Bereich der kassenärztlichen Versorgung erfolgen ähnliche Abstimmungsverfahren, zumeist unter Einschaltung des Landesausschusses der Ärzte und Krankenkassen. Die abschließende Entscheidung erfolgt durch Bescheid, der einen verwaltungs- bzw. sozialgerichtlich anfechtbaren Verwaltungsakt darstellt. Die Mehrzahl der Verwaltungsverfahren in Rheinland-Pfalz ist nach ca. 3 bis 12 Monaten abgeschlossen.

Die Zunahme der Neuanschaffungen ist in den letzten Jahren - auch aufgrund der Großgeräteplanung - in den meisten Bundesländern gebremst worden. Während beispielsweise in den Krankenhäusern in Rheinland-Pfalz vor 1984 61 medizinisch-technische Großgeräte beschafft worden sind, ging die Zahl der Genehmigungen im Zeitraum von 1984 bis 1986 auf 16 und seit 1987 auf 10 zurück.

## 6. Fallbeispiele

In der Mehrzahl der Fälle erfolgen Genehmigungen und Ablehnungen entsprechend den einschlägigen Vereinbarungen und Richtlinien. Problematisch waren in den vergangenen Jahren häufig Genehmigungsverfahren in den Bereichen CT, DSA und NMR/MRT. Dazu stichwortartig einige Fallbeispiele in Rheinland-Pfalz, in denen abweichend von den einschlägigen generellen Vereinbarungen und Richtlinien entschieden wurde:

### a) CT

- Genehmigung betreffend zwei onkologische Schwerpunktkrankenhäuser in Oberzentren mit jeweils ca. 600 Planbetten

- Genehmigung betreffend ein Krankenhaus der Regelversorgung (ca. 360 Betten) mit großen Entfernungen zum nächsten Gerät nach Zustimmung aller Beteiligten
- Ablehnung betreffend ein Krankenhaus der Regelversorgung (ca. 390 Betten) mit geringeren Entfernungen zum nächsten Gerät nach Ablehnung aller Beteiligten
- Genehmigung betreffend eine Kassenarztpraxis, die zugleich die CT-Untersuchungen für ein benachbartes Krankenhaus der Schwerpunktversorgung übernahm
- Ablehnung der Genehmigung betreffend eine Kassenarztpraxis; Aufhebung dieser Entscheidung durch die Sozialgerichte, da "Altfall" (Beschaffung vor März 1986)
- Genehmigung betreffend mehrere Kassenarztpraxen durch Mehrheitsentscheidung des Landesausschusses der Ärzte und Krankenkassen

b) NMR/MRT

- Genehmigung zweier Kooperationsvorhaben Krankenhaus/Kassenarztpraxen in zwei Oberzentren

c) DSA

- Genehmigung betreffend ein Krankenhaus der Regelversorgung (ca. 300 Betten) mit größerer Abteilung für Radiologie/Strahlentherapie und mit deutlicher Entfernung zum nächsten Standort
- Genehmigung betreffend eine Kassenarztpraxis durch Mehrheitsentscheidung des Landesausschusses der Ärzte und Krankenkassen.

Reg.Dir. Dr. R.J. Wabnitz  
Dahlienweg 36  
6500 Mainz 21

## **Fachliche Betreuung bei bau- und betriebstechnischen Sanierungen seit 1980**

H. Gerriets, Hannover

---

### **Grundlage und Schritte der fachlichen Betreuung**

Im Januar 1980 wurde in Niedersachsen ein Antragsverfahren zur Förderung von Krankenhausbaumaßnahmen gem. § 9 Absatz 1 des Krankenhausfinanzierungsgesetzes (KHG) eingeführt. Dieses Verfahren wurde abgestimmt zwischen dem Niedersächsischen Sozialministerium als der zuständigen Behörde für die Krankenhausbedarfsplanung und -finanzierung und der nds. Staatshochbauverwaltung, zugehörig zum Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr.

Inhalt und Ziel dieses Verfahrens ist es, in enger Abstimmung zwischen allen Beteiligten, d.h. dem jeweiligen Krankenhausträger, den Planern, der Förderbehörde und einer die Planung begleitenden und beurteilenden Arbeitsgruppe der Hochbauverwaltung, bedarfsgerechte Krankenhausbaumaßnahmen unter Beachtung des wirtschaftlichen und sparsamen Einsatzes der KHG-Mittel zu erstellen.

Die einzelnen Schritte für eine beantragte Maßnahme bei diesem Förderverfahren entsprechen einem üblichen Planungsablauf, d.h.:

- nach grundsätzlicher Anerkennung des gemeldeten Bedarfs durch den Nds. Sozialminister - in Verbindung mit Diskussionen über die ärztlich-pflegerische Zielsetzung des Krankenhauses - ist vom Träger ein Raumprogramm vorzulegen, das zum einen den derzeitigen Bestand und damit auch die Mängel nachweist, zum anderen die aus der Sicht des Trägers erforderlichen künftigen Raumgrößen angibt. Nach Überprüfung und Anerkennung des Bedarfes, der Diskussion und Festlegung des Notwendigen (die Hochbauverwaltung nimmt an diesen Gesprächen bereits teil), wird vom Nds. Sozialminister das Einverständnis zu einem Planungsbeginn gegeben.

- die weiteren Schritte der Planung werden stufenweise (selbstverständlich in Abhängigkeit von der Größe des Projektes) abgestimmt zwischen den Trägern/Planern und der erwähnten Arbeitsgruppe. Diese ist als Fachbereich Bestandteil des Hochbaudezernates der Bezirksregierung Hannover, zentral für alle Krankenhausbaumaßnahmen gem. § 9 Absatz 1 KHG in Niedersachsen zuständig und arbeitet unmittelbar, jedoch unabhängig und frei von finanziellen Vorgaben des Landes, mit dem Nds. Sozialministerium zusammen.

Die von den Antragstellern mit dieser Arbeitsgruppe abzustimmenden Planungsschritte beinhalten u.a.

- das genaue Erfassen des baulichen und betriebstechnischen Bestandes sowie dessen Bewertung
- das Ermitteln der baulichen und betriebstechnischen Auswirkungen einer neuen Baumaßnahme auf den Bestand einschließlich der dadurch ggf. ausgelösten zusätzlichen Investitionen
- das Einfügen einer Baumaßnahme in eine ggf. zu erarbeitende Zielplanung, selbstverständlich abhängig von der Größe und Bedeutung der Maßnahme
- das Festlegen der technischen und baulichen Ausstattung
  - immer auf den Einzelfall bezogen - als Ergänzung zu den bereits bei der Programmplanung vereinbarten Grundlagen
- den Nachweis der Wirtschaftlichkeit des Entwurfes (Flächenrelationen, Funktionsbezüge) wie auch der betriebstechnischen Anlagen
- bei eingeschränkt zur Verfügung stehenden Fördermitteln das Aufschlüsseln von grundsätzlich in sich voll funktions-tüchtigen und finanzierbaren Bauabschnitten.

Die Ausarbeitungen beziehen sich auf alle Fachbereiche des Hochbaus, der Betriebstechnik sowie der Einrichtung und Geräteausstattungen.

Aufgrund der hierdurch gegebenen Planungsintensität sind alle Beteiligten gezwungen, sich frühzeitig und vor allem eingehend mit der Baumaßnahme zu befassen. Die Ausarbeitungen werden abschließend als offizieller Förderantrag zusammengestellt und mit entsprechender baufachlicher Stellungnahme an den Nds. Sozialminister zur Bewilligung weitergereicht.

Selbstverständlich werden nur die Förderanträge in dieser Form ausgearbeitet, die aufgrund des Bedarfes und erkennbarer Sicherstellung der Finanzierung in ein Investitionsprogramm aufgenommen werden können und somit in einem vertretbaren Zeitraum zur Realisierung gelangen.

Anträge für Maßnahmen, die keiner Programmdiskussion bedürfen, z.B. Brandschutz, hochbau- oder betriebstechnische Sanierungen, sind dem Nds. Sozialminister vorab zu melden; zur Beurteilung und Prüfung werden die Unterlagen jedoch direkt der Arbeitsgruppe bei der Bezirksregierung Hannover vorgelegt. Dadurch wird auch ein Ziel des Förderverfahrens - die Vereinfachung des Verwaltungsablaufs - zusätzlich unterstützt.

Der Bewilligungsbescheid des Nds. Sozialministers gestattet zumeist den sofortigen Baubeginn, so daß sich unmittelbar an die Antragsausarbeitung die Ausführungsplanung und die Vorbereitung der Ausschreibung anschließen kann. Die Baumaßnahme ist dadurch auch während der Bauphase den behördlichen Stellen noch so präsent, daß auf ggf. erforderliche Planungsänderungen zügig reagiert werden kann.

Auch nach Abschluß der Prüfungen steht die Arbeitsgruppe bei notwendigen Klärungen oder Abstimmungen während der Bauphase beratend zur Verfügung, und zwar grundsätzlich den Trägern, den Planern und dem Nds. Sozialministerium.

## Art der Maßnahmen und Volumen, Anforderungen

Nach dem Bedarfsplan des Landes Niedersachsen werden 205 Krankenhäuser mit rd. 46.900 Planbetten über den § 9 Absatz 1 des KHG gefördert.

Das seit 1980 bis heute baufachlich zu betreuende Volumen beträgt mehr als 2 Mrd. DM, d.h. im Durchschnitt ca. 250 Mio DM/Jahr - wobei ein kontinuierlicher Anstieg zu verzeichnen ist. Der bereits erkennbare weitere Bedarf aufgrund entsprechender Anmeldungen, Programmgesprächen, weiterer Baustufen von im Bau befindlichen Maßnahmen beträgt mehr als 1 Mrd. DM.

Das Spektrum der Anträge umfaßt Neubauten, Um- und Erweiterungsbauten, umfangreichen Brandschutz sowie gezielte Sanierungen von hochbau- oder betriebstechnischen Einzelmaßnahmen. Der Um- und Erweiterungsbau stellt dabei den mit Abstand größten Anteil. Seit 1980 sind 2 Neubauten "auf der grünen Wiese" im Entstehen, Krankenhäuser von 229 bzw. 583 Betten.

Anträge in Höhe von ca. 90 Mio DM wurden bisher abgewickelt für die Sanierung von Dächern, Fassaden, Fenstern, Fußböden. Betriebstechnische Maßnahmen wie die Sanierung von

- Heizungsanlagen
- Lüftungs- und Klimaanlage
- Sanitärtechnik, Rohrleitungssysteme
- AEV-, BEV-Anlagen, Fernsprechzentralen, Lichttruf, Anpassung an VDE-Bestimmungen

umfassen ein Volumen von ca. 75 Mio DM.

Der betriebstechnische Anteil bei allen anderen Maßnahmen (ca. 1,85 Mrd. DM) reicht bis zu 60 % der Gesamtbaukosten. Dies verdeutlicht m.E. hinreichend die Unabdingbarkeit einer frühzeitigen Beteiligung betriebstechnischer Fachplaner - erstaunlicherweise noch keine Selbstverständlichkeit -, um eine wirtschaftliche Lösung zu erzielen.



Von der Arbeitsgruppe wird daher grundsätzlich gefordert, frühzeitig die betriebstechnischen Erfordernisse einer beantragten Maßnahme aufzuzeigen sowie die Konsequenzen auf den Bestand. Lösungsvorschläge sind im Zweifelsfall durch Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu belegen. Ohne den eindeutigen Nachweis der Notwendigkeit und der Zweckmäßigkeit können Konzeptionen nicht durchgesetzt werden.

Überdimensionale bauliche oder betriebstechnische Anlagen haben ebenso wenig Erfolgchancen wie z.B. Leistungsmerkmale technischer Anlagen, für die es keinen überzeugenden Bedarf gibt. Es wird selbstverständlich immer der Einzelfall betrachtet, d.h. die Größe, die Aufgabenstellung und die Organisationsform des jeweiligen Krankenhauses ist dabei zu berücksichtigen.

Unrealistische Forderungen von oftmals fachlich unkundigen Trägern werden eingegrenzt durch Überzeugung, ebenso - z.T. bis ins Absurde reichende - überzogene Planungsvorschläge. Planungen, die hingegen die voraussichtlichen Bedürfnisse oder Entwicklungen nicht ausreichend berücksichtigen, werden ebenfalls - trotz scheinbar günstiger Investitionskosten - zurückgewiesen. Aufgabe der Arbeitsgruppe ist es auch, den Trägern überzeugend die auf sie zukommenden Kostenkonsequenzen durch Betrieb, Wartung und Instandhaltung zu verdeutlichen, insbesondere die möglicherweise steigenden Qualifikationsanforderungen an das Personal. Angestrebt wird daher, der insgesamt einfachsten Lösung den Vorzug zu geben, also nicht zwingend der billigsten.

In Anbetracht der zur Verfügung stehenden Finanzierungsmittel ist es jedoch unumgänglich, dem Notwendigen den Vorrang vor dem Wünschenswerten zu geben. Insbesondere bei der technischen Nachrüstung bestehender Gebäude ist die Festlegung von Prioritäten erforderlich, da hier der Kostenaufwand ungleich höher ist als bei Neuanlagen. So ist es nicht vertretbar, ältere aber einwandfrei funktionierende Anlagen, z.B. Heizung, Klima,

Lüftung mit dem Ziel der Energieeinsparung oder günstigeren Personalbewirtschaftung auf den neuesten Stand der Technik umzurüsten.

Angestrebt wird dies selbstverständlich bei Neubauten oder bei der Erneuerung von abgängigen Anlagen - wobei die Auffassung hinsichtlich der Erfordernisse durchaus divergieren können; z.B. Einsatz von Blockheizkraftwerken, ZLT-G, Standard von Kommunikationssystemen, Transportsysteme etc.

Voraussetzung zur fachtechnischen Zustimmung und damit verbunden die Bewilligung des Nds. Sozialministers ist, daß die Träger bzw. Planer die jeweilige Notwendigkeit für den Krankenhausbetrieb eindeutig und überzeugend belegen.

### **Erkenntnisse, Empfehlungen**

Aufgrund der seit 1980 durch die intensive Mitwirkung gewonnenen Erfahrung lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- verschiedenen Krankenhausträgern fällt es schwer, die tatsächlichen Bedürfnisse ihres Hauses zu erkennen und zu definieren
- die Konsequenzen angestrebter Planungen auf den Bestand werden unterschätzt - oder bewußt negiert; insbesondere bezogen auf die damit zwangsläufig verbundenen Entwicklungen (baulich, technisch, organisatorisch)
- bauliche und technische Ausstattungen werden z.T. begründet
  - . mit dem lapidaren Hinweis, aus Konkurrenzgründen das "Neueste auf dem Markt" haben zu müssen
  - . aufholen zu müssen gegenüber benachbarten Krankenhäusern, die bereits seit langem derartig ausgestattet sein sollen
  - . mit der immer überzeugenden Aussage "zum Wohle des Patienten" ...

wobei jedoch gezieltes Nachfragen nicht selten demonstriert, daß weder die Funktion noch der Nutzen der geforderten Ausstattung hinreichend bekannt sind.

Es wird daher grundsätzlich empfohlen

- über korrekte Bestandsaufnahmen (baulich wie auch technisch) die tatsächliche Nutzung des Vorhandenen aufzuzeigen. Nur hierdurch lassen sich objektiv die Schwachstellen des Krankenhauses bei der Bedarfsanmeldung belegen
- nach der bestätigten Erkenntnis, die Mängel nur über Bau-  
maßnahmen beheben zu können, frühzeitig versierte Krankenhaus-  
planer (Architekten, Sonderfachleute) zu beauftragen, die  
Erfahrungen insbesondere mit der baulichen Umsetzung bei  
laufendem Krankenhausbetrieb nachweisen können
- eine kritische, realistische Einschätzung der Notwendig-  
keiten vorzunehmen, zugeschnitten auf die Größe und Aufgaben-  
stellung des Krankenhauses. Baumaßnahmen, Modernisierungen  
oder zusätzliche technische Ausstattungen führen auch nicht  
zwangsläufig zu günstigeren Pflegesätzen!
- bedeutende bauliche Eingriffe mit Zielplanungen für das  
Krankenhaus zu verbinden. Spontane Lösungen, die nur dem  
Tagesproblem abhelfen, sind zumeist ebenso kostenintensiv  
wie die Konzeptionen, die die weitere Entwicklung des  
Krankenhauses berücksichtigen und hierfür sinnvolle Bau-  
steine bilden.

### Schlußbetrachtung

Das seit 1980 bestehende Verfahren bietet die Chance, bauliche und technische Probleme der Krankenhäuser durch unmittelbaren Kontakt der Fachleute des Trägers und der Förderbehörde zu beheben. Die Verwaltungsabläufe werden auf das Unabdingbare minimiert. Durch die intensive Einbindung zeichnen alle Beteiligten für ihre Mitwirkung auch verantwortlich. Dabei auftretende fachliche Meinungsvielfalt sollte stets als konstruktive Bereicherung zur Lösungsfindung angesehen werden. Durchsetzen soll sich das bessere fachliche Argument, selbstverständlich immer unter Berücksichtigung der Zweckmäßigkeit und der finanziellen Möglichkeiten.

Dipl.-Ing. Heiner Gerriets  
Bezirksregierung Hannover  
Postfach  
3000 Hannover 1

Welche Ergebnisse fördern Wirtschaftlichkeitsprüfungen zutage?

von H. Freymann, Düsseldorf

---

### 1. Die gesetzliche Grundlage

Wirtschaftlichkeitsprüfungen werden überwiegend auf der Grundlage der Bundespflegesatzverordnung von den am Pflegesatzverfahren Beteiligten vereinbart, können aber auch von einer Schiedsstelle in Auftrag gegeben werden. Darüber hinaus werden Wirtschaftlichkeitsprüfungen auch in freiwilliger Form von Krankenhausträgern veranlaßt.

Gesetzliche Grundlage dieser Prüfungen ist § 16 Abs. 6 BPflV; er lautet: "Die Vertragsparteien sind verpflichtet, wesentliche Fragen zur Kosten- und Leistungsstruktur des Krankenhauses so frühzeitig gemeinsam vorzuklären, daß die Pflegesatzverhandlung zügig durchgeführt werden kann. Können wesentliche Fragen bis zur Pflegesatzverhandlung nicht geklärt werden, sollen das Budget und die Pflegesätze auf der Grundlage der verfügbaren Daten vereinbart werden. Soweit erforderlich, soll eine Prüfung dieser Fragen vereinbart werden. Das Ergebnis der Prüfung ist in der nächsten Pflegesatzverhandlung zu berücksichtigen; es darf bei der Pflegesatzvereinbarung nicht rückwirkend berücksichtigt werden. Werden Veränderungen der Personal- und Betriebsstrukturen des Krankenhauses vereinbart, soll zur Durchführung der Maßnahmen eine angemessene Frist vorgesehen werden, die insbesondere die gesetzlichen und tarifvertraglichen Kündigungsfristen berücksichtigt."

### 2. Beurteilungsmaßstäbe und Kriterien

Wenn auch die Bundespflegesatzverordnung eine gesetzliche Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsprüfung gibt, so gibt es aber letztlich keine Vorschriften, die in ihrer Geschlossenheit beispielsweise etwas auch nur entfernt Vergleichbares wie das Handelsgesetzbuch für die Jahresabschlußprüfungen darstellen. Allerdings haben sich in den etwa 12 Jahren, in denen Wirtschaftlichkeitsprüfungen bei Krankenhäusern durchgeführt werden, einige Maßstäbe entwickelt, die man als Grundlage ansehen kann.

Sie sollen im folgenden kurz aufgezählt werden:

- Anhaltzahlen für die Besetzung der Krankenhäuser mit Ärzten und Pflegekräften - Empfehlungen der Deutschen Krankenhausgesellschaft vom 19.09.1969 bzw. vom 09.09.1974 -
- Erfahrungswerte für die Personalbesetzung in Krankenhäusern - verfaßt von Purzer, abgedruckt im Geschäftsbericht über die Tätigkeit des Bayerischen Prüfungsverbandes öffentlicher Kassen, München, im Rechnungsjahr 1974 -
- Richtlinien für die Prüfung der wirtschaftlichen und sparsamen Betriebsführung der Krankenhäuser in der Fassung vom 18.Juli 1984 des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Baden-Württemberg
- Richtlinien der Gesundheitsbehörde Hamburg für die Gebäudereinigung - das Krankenhaus Heft 2/1975, S. 61 ff in der überarbeiteten Fassung vom 01.04.78

Darüber hinaus kann auf eine Reihe von einschlägigen Veröffentlichungen, insbesondere in den Fachzeitschriften der Krankenhausverbände, der Krankenkassen und einzelner mit dem Krankenhaus verbundener Berufsgruppen, zurückgegriffen werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß derartige Veröffentlichungen unter Umständen interessenausgerichtet sind.

Die vorstehend genannten Beurteilungen und Prüfungsmaßstäbe stellen lediglich die im allgemeinen verwendbaren Kriterien für die Beurteilung der wirtschaftlichen und sparsamen Betriebsführung der Krankenhäuser dar. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und dürfen keinesfalls schematisch und ohne Rücksicht auf die besonderen Gegebenheiten des einzelnen Krankenhauses angewandt werden. Bei der Wirtschaftlichkeitsprüfung bilden sie lediglich eine Ausgangsbasis; entscheidend sind die Verhältnisse in dem konkret zu beurteilenden Krankenhaus, wobei den Individualfall berücksichtigende ergänzende oder substituierende Prüfungsmethoden erforderlich werden können. Insbesondere bezüglich der auf der Grundlage der Krankenhausplanung erbrachten Leistungen, der Verweildauer, der Belegung, der baulichen Gegebenheiten und der wechselseitigen Abhängigkeit der verschiedenen Kostenarten können Besonderheiten vorliegen, die individuelle Beurteilungen erfordern.

### 3. Erweiterung des Prüfungsgegenstandes

Da nur bei guter Organisation des Krankenhauses mit den vorhandenen knappen Mitteln optimale Leistungen und Ergebnisse in bezug

auf Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit erzielt werden können, hat in den letzten Jahren bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen immer mehr die Überprüfung der Organisation und der krankenhausesinternen Überwachungs- und Rationalisierungspraxis an Gewicht gewonnen. Hier sind insbesondere zu nennen:

- Kompetenzabgrenzung zwischen Krankenhausträger und Betriebsleitung
- Aufgabengliederung, Managementstrukturen
- Controlling, Budgetierung
- Datenverarbeitung
- Aufbauorganisation
- Räumliche Verhältnisse
- Systemoptimierung (z.B. Speiserversorgung, Reinigung usw.)
- Arbeitsablaufplanung, Koordinierung zwischen den einzelnen Diensten
- Personaleinsatzplanung, Dienstplangestaltung, Pflegeorganisation
- Überwachung bezüglich der Angemessenheit diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen
- Koordination im Bereich der medizinischen Versorgung des Krankenhauses
- Zusammenarbeit zwischen den Organisationseinheiten
- Kooperation mit anderen Krankenhäusern
- Externe Leistungserbringer

#### 4. Erkenntnisse aus Wirtschaftlichkeitsprüfungen

##### 4.1 Personalbesetzung/Personallage

Bei Anwendung der weiter vorne genannten Maßstäbe ergeben sich bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen keinesfalls regelmäßig Überbesetzungen, sondern durchaus auch Unterbesetzungen. Allerdings gibt es Dienstarten wie z.B. der Pflegedienst, die es vergleichsweise viel schwerer haben, einen über den Anhaltzahlen liegenden Personalbedarf zu begründen.

##### 4.2 Dienstplangestaltung

Hier liegen in der Praxis häufig Schwachstellen. Beispielhaft seien genannt: Es werden keine Reserven für Ausfall eingeplant, die Urlaubsplanung ist lückenhaft. Eine Abstimmung zwischen den einzelnen Leistungseinheiten fehlt häufig.

Unter diesen Komplex läßt sich auch die Bereitschaftsdienstorganisation subsumieren. Die Anpassung an die Forderungen des 50. Tarifvertrages BAT ist bei weitem noch nicht überall realisiert. Hier muß mit der Forderung zur Abdeckung mindestens von 50 Wochenstunden durch Normaldienst gerechnet werden. Wie unsere Erfahrungen zeigen, ist die Umsetzung des 50. Tarifvertrages durchaus kostenneutral möglich.

#### 4.3 Organisatorische Schwachstellen in einzelnen Leistungsstellen

Als Beispiel soll hier die Situation geschildert werden, wie sie in vielen Operationsabteilungen anzutreffen ist.

- Dienstbeginn Funktionspersonal	7.15 Uhr
- Einschleusung des ersten Patienten	8.00 Uhr
- Einleitung des ersten Patienten	8.20 Uhr
- Einfahren des ersten Patienten in den OP-Saal	8.40 Uhr
- Schnittbeginn	8.50 Uhr

Der nächste Patient wird gegen 10.00 Uhr eingeschleust.

Aus dem dargestellten Arbeitsablauf ist leicht ersichtlich, daß erhebliche kostenintensive Wartezeiten für das Personal entstehen, da das Operationsprogramm dadurch ohne zwingenden Grund zeitlich bis in die Abendstunden verlängert wird. Für das Funktionspersonal und die Anästhesieärzte fallen bei einer derartigen Handlungsweise regelmäßig Überstunden an.

Ein weiterer Schwachpunkt ist die fehlende Abstimmung zwischen den Dienstgruppen. Beispielhaft seien hier die willkürliche Durchführung der Visiten durch die leitenden Ärzte genannt, wodurch der Pflegedienst eine zusätzliche, aber unnötige Belastung hinnehmen muß.

#### 4.4 Bauliche Situation, Rationalisierungsmöglichkeiten, Energieversorgung

Daß sich schlechte bauliche Rahmenbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit negativ auswirken, braucht nicht näher begründet zu werden. Hier zeigen die Wirtschaftlichkeitsprüfungen, insbesondere wenn Architekten oder technische Fachkräfte eingesetzt werden, zahlreiche Schwachstellen auf. Vielfach aber sind Lösungen nur

durch Einsatz erheblicher finanzieller Mittel erzielbar. Da die Träger, insbesondere die freigemeinnützigen, oft keine Mittel dafür bereitstellen können, die Kosten zudem im Pflegesatz nicht kalkuliert werden dürfen und Fördermittel zumindest kurzfristig nicht zu erhalten sind, sind die vorgeschlagenen Lösungen oft nicht realisierbar.

Nach § 18 b KHG können mit den Kostenträgern Investitionsverträge über Investitionen und Maßnahmen abgeschlossen werden, die geeignet sind, alsbald die Leistungen des Krankenhauses kostengünstiger zu erbringen, Umstellungen zu erleichtern oder Überkapazitäten zu beseitigen. Bisher wurden derartige Verträge nur in selteneren Fällen abgeschlossen, so daß z.B. festgestellte Rationalisierungsmöglichkeiten (z.B. Küche, Wäscherei, Bettenzentrale) nicht wahrgenommen werden können.

Im Energiesektor hat durch die Preissenkungen in diesem Bereich die Sensibilität für Energieeinsparmaßnahmen stark nachgelassen. Da die möglichen Einsparbeträge nicht mehr so hoch wie früher sind, rechnet sich manche Verbesserungsmöglichkeit z.Z. nicht.

#### 4.5 Probleme der Maßstäbe in Einzelfällen

Hier soll keine allgemeine Diskussion der Anhaltzahlen und Richtwerte erfolgen, denn das Für und Wider ist bereits ausreichend in der Literatur behandelt worden. Es gibt aber auch medizinisch-technische Bereiche wie z.B. das Labor, bei denen die Anwendung der alten Maßstäbe je nach Automatisierungsgrad zu völlig überhöhtem Personalbedarf führen würde. Hier sind in der letzten Zeit Maßstäbe für einzelne Gerätearten bzw. -gruppen entwickelt worden, die dem technischen Fortschritt Rechnung tragen.

#### 4.6 Leistungserfassung

Ohne eine aussagekräftige Leistungserfassung ist eine Beurteilung der Leistungsseite nicht möglich, aber auch die Beurteilung der Kosten ist erheblich eingeschränkt. Hier ist zwar in der Vergangenheit schon eine Menge erreicht worden, wie bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen festgestellt werden kann, besteht aber immer noch ein Nachholbedarf.



#### 4.7 Controlling, Budgetierung, Personalinformationssysteme

Durch den Zwang der externen Budgetierung sind allenthalben interne Budgetierungssysteme im Aufbau. Die Budgetierung sollte mit dem Controlling zusammengefaßt werden. Die Budgetierung darf aber keinesfalls von oben aufoktroiert werden, sondern muß so organisiert werden, daß alle Beteiligten das Gefühl haben, daß es ihre Budgetierung ist.

Personalinformationssysteme fehlen teilweise noch völlig oder sind mit großen Mängeln behaftet. Da die Personalkosten den weitest aus größten Kostenfaktor im Krankenhaus darstellen, haben gerade diese Systeme eine nicht zu überschätzende Bedeutung. So ist beispielsweise nicht zu verstehen, daß es immer noch Krankenhäuser gibt, die keine beweiskräftige Ausfallzeitenstatistik vorlegen können.

Dipl.-Volksw. H. Freymann  
Wirtschaftsprüfer und Steuerberater  
WIBERA Wirtschaftsberatung AG  
Achenbachstr. 43  
4000 Düsseldorf 1

## NEUERE RECHTSPRECHUNG ZUR VERFÜGBARKEIT DES KRANKENHAUSES

F.-H. Kuhl

---

### DAS KRANKENHAUS ALS GEGENSTAND DER VERRECHTLICHUNG

Das Krankenhaus als Versorgungseinrichtung und Hoffnungsträger in Tagen der Krankheit, Ort der Hilfe, der ärztlichen und pflegerischen Leistung ist in den vergangenen Jahren zunehmend Gegenstand der Verrechtlichung geworden. Gesetzgeber und Rechtsprechung haben umfangreich ihre Pflicht getan. Dies zeigt sich deutlich an der Zunahme der Schadensersatzprozesse. Ihre Folge sind eine Vielzahl der Urteile in den Instanzen. Ihrer Bedeutung haben bereits zu verlegerischen Aktivitäten und zur Herausgabe spezieller Fachzeitschriften und Nachschlagewerke geführt. (1)

Der Fortschritt in der Medizin hat auch die Technik in ihrer Breite und Tiefe in Anspruch genommen; ärztliches und pflegerisches Handeln sind in weitem Umfange nur noch mit dem Einsatz technischer Mittel möglich. Im Krankenhaus zeigt sich Technik u.a. als Haustechnik aber auch als medizinische Gerätetechnik. Sie ist damit wesentliches Bestandteil des Leistungsangebotes des Krankenhauses, und daher auch stets einsatzbereit vorrätig zu halten.

Zwischenzeitlich hat der Gesetzgeber in den einschlägigen Bestimmungen die Anforderungen an die Sicherheit der Technik bestimmt (2). Insoweit wird sie - die Sicherheit der Technik - eigenständig Gegenstand der Rechtsprechung sein oder werden.

Darüber hinaus soll jedoch untersucht werden, ob und welche Folgen sich aus der allgemeinen Rechtsprechung zum Leistungsangebot und damit für die Verfügbarkeit des Krankenhauses ergeben, und zwar sowohl in öffentlich-rechtlicher als auch in privatrechtlicher Hinsicht.

### ORGANISATIONSGEWALT UND VERANTWORTUNG

Hier wird in zunehmendem Maße nun der Krankenhausträger als Träger der Organisationsgewalt wegen eines sogenannten Organisationsverschuldens und damit die hier Verantwortlichen angesprochen und in die Pflicht genommen. Für sie ergeben sich zunehmend haftungsrechtliche Probleme.

Wie im nachstehenden aufgezeigt wird, neigen die Gerichte weiter dazu, neben der Frage der vertraglichen Pflichtverletzung der Handelnden auch dem Krankenhausträger als Inhaber der Organisationsgewalt eine Schadensersatzpflicht wegen Organisationsverschulden aufzuerlegen.

#### ORGANISATIONSVERSCHULDEN ALS HAFTUNGSGRUND

Die Rechtsprechung spricht dann von einem Organisationsverschulden, wenn das verantwortliche Organ bzw. die für das Organ Handelnden aus ihrer Leitungs-, Lenkungs-, Koordination- und Kontrollpflicht gefordert waren, Vorkehrungen für den Arbeitsablauf und seine möglichen Störungen zu treffen und hierin fehlsam waren.

Ist der Träger zur Leistung eines Schadensersatzes verpflichtet, so hat er ggf. die Möglichkeit des Rückgriffes bei den dafür verantwortlichen Mitarbeitern (Regreß).

Da die Rechtsprechung des Bundesarbeitsgerichtes hierbei unklar bleibt, die Arbeitsrechtlehre lediglich eine begrenzte Einstandspflicht des Arbeitnehmers anerkennt, scheint die Feststellung des Organisationsverschuldens und die sich daraus ergebende Verpflichtung zum Tragen des Schadensersatzes eine praktische und auch finanziell wirksamere Lösung darzustellen.

#### PRODUKTHAFTUNG

Daneben wird beim Technikeinsatz auch die Problematik der Produkthaftung zu berücksichtigen sein. Hier wird aber der Krankenhausträger nur dann angesprochen, soweit er selbst produziert. Im übrigen wird ihm auferlegt sein, die hereingenommenen Produkte auf ihre Verwendbarkeit, speziell auf ihre Sicherheit zu überprüfen bzw. überprüfen zu lassen. Insoweit werden hier einfließen die in der Rechtsprechung entwickelten Grundsätze der Haftung aus Vertrag, der Gefährdungshaftung, der verschuldensunabhängigen Haftung wie auch der verschuldensunabhängigen Haftung. Dabei wird auch eine grundsätzliche Haftung für Umweltschäden zu bedenken sein (3).

## DIE ORGANISATIONSFEHLER

Da das Haftungsrisiko nach Vorsorge verlangt, ist hier nicht nur ein technisches sondern auch ein administratives und damit ein organisatorisches Problem von Bedeutung entstanden (4).

Führen administrative, organisatorische Fehler zur Einschränkung von Krankenhausleistung, wird der Anspruch des Patienten gemindert. Führt die Minderung der vom Krankenhaus geschuldeten Leistung zu einem materiellen oder immateriellen Schaden beim Patienten, liegt, wie dargelegt, Organisationsverschulden vor.

Die Rechtsprechung übernimmt also bei der Prüfung der Frage des Anspruches des Patienten auf Schadensersatz immer dann ein Organisationsverschulden an, wenn der nachgewiesene Schaden wegen mangelnder Voraussicht, unzureichender Planung, fehlender oder fehlerhafter Daten, wegen unzureichender Dokumentation oder Störung in dem Informationsfluß, in der Koordination oder der Kommunikation eingetreten ist.

## EINZELFÄLLE

Anhand einiger Urteile soll diese Tendenz dem Grunde nach dargestellt werden. Wenn auch die Fallgestaltung zunächst im wesentlichen aus dem Bereich der Arzthaftpflicht herrührt, weisen die gerichtlichen Entscheidungen in den zu erörternden Urteilen doch über die Arzthaftpflichtproblematik hinaus auf die Problematik des Organisationsverschuldens und damit auf die Einstandspflicht des Krankenhausträgers.

Bei aller Unterschiedlichkeit ist die generelle Leitlinie erkennbar: Die Krankenhausorganisation hat die Leistungsbereitschaft des Krankenhauses "rund um die Uhr" an allen Tagen des Jahres sicherzustellen, weil aufgrund des öffentlich-rechtlichen Versorgungsauftrages das Krankenhaus ununterbrochen aufnahme- und leistungsbereit zu sein hat.

Hier einige Urteile, die zum Teil auch in den Fachzeitschriften veröffentlicht wurden:

1. Das Krankenhaus muß in Not- und Eilfällen nachts wie auch an Sonn- und Feiertagen seinen Standard ohne Einschränkungen vorhalten.

So hat das Oberlandesgericht Düsseldorf mit Urteil vom 02.10.85 (5) entschieden. Hier wird der Krankenhausträger zum Schadensersatz verpflichtet, weil er es unterlassen hatte, entsprechend qualifiziertes Personal - im vorliegenden Falle neben den Ärzten in Weiterbildung - entsprechend qualifizierte Fachärzte zusätzlich zum Dienst einzuteilen. Wegen der Minderung der so vorrätig gehaltenen ärztlichen Leistungsqualität hat das Urteil das Organisationsverschulden des Krankenhausträgers angenommen und deshalb den Krankenhausträger zum Schadensersatz verpflichtet.

2. Auch die Übermüdung des Personals stellt Organisationsverschulden dar.

Nach einer Entscheidung des Bundesgerichtshofes vom 29.10.85 (6) darf der Krankenhausträger keine Organisation dulden, die eine Gefahr mit sich bringt. Er muß, um solche Gefahren zu vermeiden, die notwendigen Anweisungen als Organisation, bzw. als Inhaber des Direktionsrechtes erstellen und erteilen. Der Organisationsfehler wird im abgeurteilten Fall darin gesehen, daß ärztliches Personal während der Nachtzeit erheblich in Anspruch genommen und deshalb ermüdet war. Der Krankenhausträger hätte diese Ärzte nicht mehr im Tagdienst einsetzen dürfen, weil sie wegen der nächstlichen Inanspruchnahme übermüdet, daher in ihrer Leistungsfähigkeit nicht unerheblich eingeschränkt waren. In der folgenden Tagesschicht war also die Leistungsfähigkeit gemindert.

Der Bundesgerichtshof folgt hier seiner früheren Rechtsprechung im Urteil vom 18.06.65 (7). Dort wurde der Krankenhausträger ebenfalls aus Organisationsverschulden in Anspruch genommen, weil er nicht für eine ausreichende Personalbesetzung in seiner Anästhesieabteilung gesorgt, bzw. eine personelle Unterbesetzung zugelassen hatte. Dieses Urteil hat auch bei der Deutschen Krankenhausgesellschaft (DKG) zu Überlegungen und Empfehlungen geführt (8).

3. Zugesicherte Patientenaufnahme muß das Krankenhaus einhalten.

Das Krankenhaus darf einen Patienten, dem die Aufnahme in Aussicht

gestellt wurde, nicht abweisen. Der Träger muß die Krankenhausorganisation so ausgestalten und die für die entsprechenden Entscheidungen notwendigen Informationen zugriffsbereit und verarbeitbar halten, um einsatzfähig und damit leistungsbereit zu sein. Das Krankenhaus muß ggf. unter Beweis stellen, daß es ihm faktisch unmöglich war, den Patienten aufzunehmen.

Das Landgericht Tübingen hat im Urteil vom 14.02.86 das Krankenhaus zum Ersatz eines Schadens verurteilt, weil organisatorische Mängel bei der Patientenaufnahme gegeben war. Dabei wurden folgende Regeln aufgestellt:

1. Bietet ein Krankenhaus einem Patienten die Aufnahme zur Behandlung an jedem beliebigen Tag in der Woche an, so muß es alles Zumutbare unternehmen, um für den Patienten ein Bett bereitzuhalten, da dieser sich auf die Aufnahme verlassen können muß.
2. Berufte sich das Krankenhaus auf fehlende freie Kapazitäten wegen einer extremen Belegung durch Notfälle, so trägt das Krankenhaus insoweit die Darlegungs- und Beweislast.

So hat auch in einem ähnlich gelagerten Fall das Sozialgericht Hannover mit Urteil vom 23.02.87 (9) entschieden.

#### 4. Termine müssen eingehalten werden

Auch Urteile aus dem Bereiche privatärztlicher Praxen haben für den Krankenhausbetrieb Bedeutung, soweit die Praxisorganisation für einen zugesprochenen Schadensersatz ursächlich war. Hier hat in der Öffentlichkeit Aufsehen erregt das Urteil des Amtsgerichtes Burgdorf (10), das dem Patienten einen Schadensersatz deshalb zubilligte, weil der Arzt den Vorbestelltermin nicht eingehalten und zeitlich erheblich überzogen hatte.

Dem Patienten war dadurch Verdienstausschlag entstanden, den er im Wege einer Schadensersatzklage geltend gemacht hatte.

Aus diesem Urteil folgt, daß angebotene und abgeforderte Leistung von der Organisation zur rechten Zeit am rechten Ort und in der rechten und zugesicherten Weise zu erbringen ist.

5. Die Praxisorganisation muß sicher sein

Das Landgericht Koblenz (11) hat im September 1987 entschieden, daß der Arzt seine Patienten vor vermeidbaren Gefahren und Schäden schützen muß, die sich im Zusammenhang mit der Behandlung ergeben. Daher muß der Betrieb so organisiert sein, daß unmittelbar vor, während und nach der Behandlung eine Gefährdung des Patienten ausgeschlossen ist. Auch hier ist die fehlerhafte Organisation maßgebend für das Zuerkennen eines Schadensersatzanspruches durch das Gericht.

Folgerungen:

Da die Schadensersatzleistungen wegen Organisationsmängel für den Krankenhaussträger sich als wirtschaftlich nachteilig erweisen, wird die Krankenhausorganisation in personeller, baulicher und technischer Hinsicht planmäßig Vorsorge treffen müssen, um die Leistungsfähigkeit und nachfolgend die Leistungsbereitschaft zu garantieren. Wenn der Bundesgerichtshof als höchstes deutsches Zivilgericht in Schadensersatzprozessen die Rechtslage untersucht, dann wird neben den Fragen zur Regelung finanzieller Probleme nicht nur das persönliche Einestehen müssen sondern auch zunehmend die Grundsatzfrage erörtert, wer ursächlich verantwortlich und damit schadensersatzpflichtig ist, mit der Folge, daß Risiko der Organisation und damit dem Träger aufzuerlegen.

Für den BGH sind daher die Fragen der Schadensverursachung, des Verschuldens sowie Art und Umfang des Schadensersatzes von vorrangiger Bedeutung (12).

Die notwendigerweise juristische Betrachtungsweise führt dazu, daß der Krankenhaussträger zunehmend in die Verantwortung genommen wird (13).

Das Organisationsverschulden wird dem verantwortlichen Organ als Organverschulden zugerechnet und dem Patienten haftungsbegründet zugute gehalten. Das Organ hat daher sicherzustellen, daß vorausschauend Engpässe oder besondere Umstände durch klare Anweisungen beherrscht werden können. Der Krankenhaussträger kann sich dann nicht auf den Entlastungsbeweis berufen; er kann auch nicht auf sein Recht zur Delegation verweisen. Die im Krankenhaus handelnden Personen wie auch der Krankenhaussträger als Organ haften in erster Linie für Mängel im Qualitätsstandard, die auch in mangelhafter Organisation begründet sein können (14).

Der Krankenhausträger wird daher für verpflichtet gehalten, durch organisatorische Maßnahmen seinem öffentlich-rechtlichen Auftrag zu genügen, das Krankenhaus permanent und qualifiziert verfügbar zu halten, ohne daß dadurch der Standard seine Klasse in irgend einer Weise beeinträchtigt wird. Leistet die Organisation die Sicherstellung nicht, kann sie Schadensersatzansprüche des Patienten begründen. Diese Organisation ist dann unwirtschaftlich.

Verfasser: Franz-Hermann Kuhl, Rechtsabteilung der Medizinischen Hochschule Hannover, Konstanty-Gutschow-Str. 8, 3000 Hannover 61

#### LITERATURVERZEICHNIS

- (1) MedR/Medizinrecht, Verlag C.H. Beck München und Frankfurt;  
Springer-Verlag Berlin, erscheint seit 1903 (1. Jahrgang)  
zweimal monatlich  
KRS-Krankenhausrechtsprechung, Loseblattsammlung, Erich-Schmidt-Verlag GmbH, Berlin, 1983.  
Krankentransport- und Rettungswesen, Loseblattsammlung, Erich-Schmidt-Verlag GmbH, Berlin 1978
- (2) Medizingeräteverordnung (MedGV) vom 14.01.1985, BGBl I S. 93  
Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoff V0) vom 26.08.86 - BGBl. I S. 1470  
Verordnung über den Schutz von Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung) vom 08.01.87 BGBl. I, S. 114  
Gewerbeordnung in der Fassung vom 01.01.78 - BGBl. I, 97
- (3) Hübner, Ulrich, Prof. Dr., Köln, in "Haftungsprobleme der technischen Kontrolle" in NJW 8/88 S. 441
- (4) Loos, Joachim, Detmold "Haftung und Versicherungsschutz für Organe, Ärzte und Mitarbeiter in Krankenhäusern in "Krankenhausumschau" 8/1986 S. 594 und  
ders.: "Haftung und Versicherung der Krankenhäuser und Ärzte" in Krankenhausumschau 7/1987, S. 577
- (5) Oberlandesgericht Düsseldorf - Urteil vom 02.10.85 - Az.: 8 U 100/83  
(3) O 27/79 - LG Duisburg



- (6) Bundesgerichtshof - Urteil vom 29.10.85 - VI ZR 85/84 in "das Krankenhaus" 5/1986, mit Anmerkungen von Siegfried Gaertner, Geschäftsführer der Deutschen Krankenhausgesellschaft (siehe auch Fußnote 8).
- (7) Bundesgerichtshof - Urteil vom 18.06.75 VI ZR 234/83
- (8) Gaertner, Siegfried, in "das Krankenhaus" 5/1986 in Anmerkungen zum Urteil des BGH vom 29.10.85 (s. Fußnote 6)
- (9) Landgericht Tübingen - Urteil vom 04.02.86 - Az.: 1 S 279/85 (AG Tübingen 8 C 1663/84 in "Krankenhausumschau" 3/1987 S. 290 und "das Krankenhaus" 10/1987  
Ebenso Sozialgericht Hannover - Urteil vom 23.03.87 - Az. S 11 Kr 4/85 (noch nicht veröffentlicht)
- (10) Amtsgericht Burgdorf - Urteil vom 15.10.84 in MedR 3/1985 S. 129
- (11) Landgericht Koblenz - Urteil vom 10.09.87 - Az.: 3 S 476/86 in NJW 24/1988 S. 1521
- (12) Loos, Joachim (s. Fußnote 4)
- (13) ders., ebd.
- (14) ders. ebd.

Technischer Betrieb und Überwachung in externer Hand -  
funktioniert und rechnet sich diese Alternative ?

W. Soest, Hamburg

---

Die Wahl dieses Themas setzt voraus, daß die Vergleichbarkeit nach dem Motto "vorher - nachher" gegeben ist. Anhand eines konkreten Beispiels im Krankenhausbereich können wir nach über einjähriger Erfahrung im Einsatz von nicht-hauseigenem Personal Kostenersparnisse registrieren, die dabei nicht zu Lasten der Sicherheit und der Funktionsfähigkeit der Anlagen geht. Im Gegenteil. Diese sehr entscheidenden Kriterien wurden noch zusätzlich verbessert, da eine quasi Online-Überwachung der unter Vertrag genommenen haustechnischen Anlagen rund um die Uhr erfolgt.

Es handelt sich hierbei um die Stiftsklinik des Kollegium Augustinum in München. Ein Krankenhaus mit ca. 400 Betten. Wenngleich es sich hier auch um ein Krankenhaus mittlerer Größe handelt, so ist dieses Krankenhaus als Fachklinik recht groß, mit hohem technischen Niveau. Um die wertvollen und mit unter komplizierten Anlagen langfristig zu erhalten und wirtschaftlich zu betreiben, bedarf es erfahrener Spezialisten. Das Kollegium Augustinum unterhält in München ein ausgedehntes Altenwohnheim, das eine größere Gruppe von Handwerkern beschäftigt. Warum hat man diese Praxis vor ca. einem Jahr geändert?

Durch Umbauten und Erweiterungen hat die Stiftsklinik ihre Nutzfläche in den letzten Jahren verdoppelt und Zug um Zug auch die technische Struktur völlig verändert.

Nach der bisherigen Methode hätte die Stiftsklinik mit diversen Fachfirmen individuelle Wartungsverträge abschließen müssen, wenn die Betriebstechnik weiterhin durch eigenes Personal betreut worden wäre. Der Verwaltungsaufwand, viele unterschiedliche Geschäftspartner in ihren Aktivitäten zu koordinieren und der entsprechende Ausbau des eigenen Personalstabes hätten zu immensen Kosten geführt. Die Alternative war somit ein umfassender Service-Vertrag mit nur einem Partner. Diese Entscheidung hat sich sowohl von der Kostenseite, als auch aus Sicht der Betriebssicherheit als richtig dargestellt.

Vor über einem Jahr wurde mit der Firma HERBST SERVICE GMBH ein Instandhaltungsvertrag abgeschlossen, der die Leistungen Wartung, Inspektion und den Anlagenbetrieb mit dem Ziel der Leistungsoptimierung beinhaltet.

Der Vertrag regelt die o.g. Tätigkeiten in folgenden gebäudetechnischen Anlagen des Vertragsobjektes:

- RLT-Anlagen mit allen dazugehörigen Komponenten
- Heizungs-Anlagen (ab Verbrauchszähler)
- Kälte-Anlagen (inkl. Prosektur)
- Sanitär-Anlagen (inkl. Wasseraufbereitung)

- Elektro-Anlagen inkl. folgender Anlagenteile:
  - a) Niederspannungsfelder / Hochspannungstrafo
  - b) Unterverteilungen Hausinstallation Röntgenverteilung  
(ohne Schwachstromanlage)
  - c) Schaltschränke (außer med. Einrichtungen)
  - d) Notstromversorgung

Im Rahmen dieses Vertrages haben wir uns zu folgenden Leistungen verpflichtet:

1.           Wartung und Inspektion  
Die Wartung und Inspektion wird gem. des vereinbarten Leistungsprogramms wie folgt durchgeführt:
  - 1.1           Erstellen eines Wartungshandbuches
  - 1.2           Tätigkeitsbeschreibung lt. VDMA 24 186
  - 1.3           Kostenloser Einbau von Verschleißteilen nach genauer Definition sowie Störungsbeseitigung.
  
2.           Störungsbeseitigung  
Im Rahmen des Vertrages ist ein kostenloser Störungsbeseitigungsdienst rund um die Uhr enthalten. Die Beseitigung von Störungen durch unsachgemäße Behandlungen oder sonstige außerhalb des Einflusses des Auftragnehmers liegenden Umstände, die nicht auf

natürliche Abnutzung und Verschleiß zurückzuführen sind, werden wie Instandsetzungen behandelt und separat berechnet.

Wir hatten uns verpflichtet, innerhalb von 2 Stunden nach Bestätigung der Störmeldung vor Ort zu sein. Diese Zeitspanne wurde individuell mit dem Kunden Stiftsklinik vereinbart. So manchem mag diese Zeitspanne für den Krankenhausbetrieb zu lang scheinen; in anderen Objekten, z.B. EDV-Bereichen in der Großindustrie, wird uns eine Reaktionszeit von maximal einer Stunde zugestanden, die wir häufig noch weit unterschreiten. Außerdem ist die vorgenannte Zeit von 2 Stunden auch hier als Maximalzeit anzusehen. Zur Überbrückung von Notsituationen wurde ein Katalog für den rund um die Uhr anwesenden Pförtner erarbeitet.

### 3. Anlagenbetrieb

#### 3.1 Leistungsumfang

Der Anlagenbetrieb wird ergänzt durch die systematische Überwachung der technischen Einrichtungen und die Programmierung der Regeleinrichtungen zur Verwirklichung des Nutzungsprogramms.

## HERBST SERVICE GMBH



### 1. DIE FIRMA

HERBST SERVICE ist ein Mitglied der DR. WALTER HERBST AG, die mit über 700 Mitarbeitern in den Bereichen Energie- und Umwelttechnik tätig ist.

HERBST SERVICE wurde 1946 in Berlin von Dr. Walter Herbst als Kundendienstabteilung des Anlagenbaus gegründet. Seit 1983 ist HERBST SERVICE ein selbständiges Unternehmen für den technischen Kundendienst.

Heute ist die Firma überregional mit Niederlassungen in Berlin, Hemsbach, Hamburg, Köln, Stuttgart, Frankfurt und München vertreten.

1983 hat HERBST SERVICE mit dem Ausbau von EWA begonnen, der elektronischen Fernleitwarte. Zur Überwachung und Ferndiagnose werden haustechnische Kundenanlagen über EWA mit der Tag und Nacht besetzten Leitzentrale von HERBST SERVICE verbunden.

HERBST SERVICE ist Mitbegründer und Partner der Omnitec GmbH, der europäischen Kooperative für das Betreiben haustechnischer Anlagen.

### 2. DAS PROGRAMM

HERBST SERVICE bietet die umfassende Problemlösung zur Leistungs- und Kostenoptimierung sowie zur Werterhaltung gebäudetechnischer Anlagen mit dem HERBST-Omnitec-Konzept.

Dieses Konzept beinhaltet neben der Wartung und Inspektion auch das Betreiben und die Instandsetzung als festen Vertragsbestandteil.

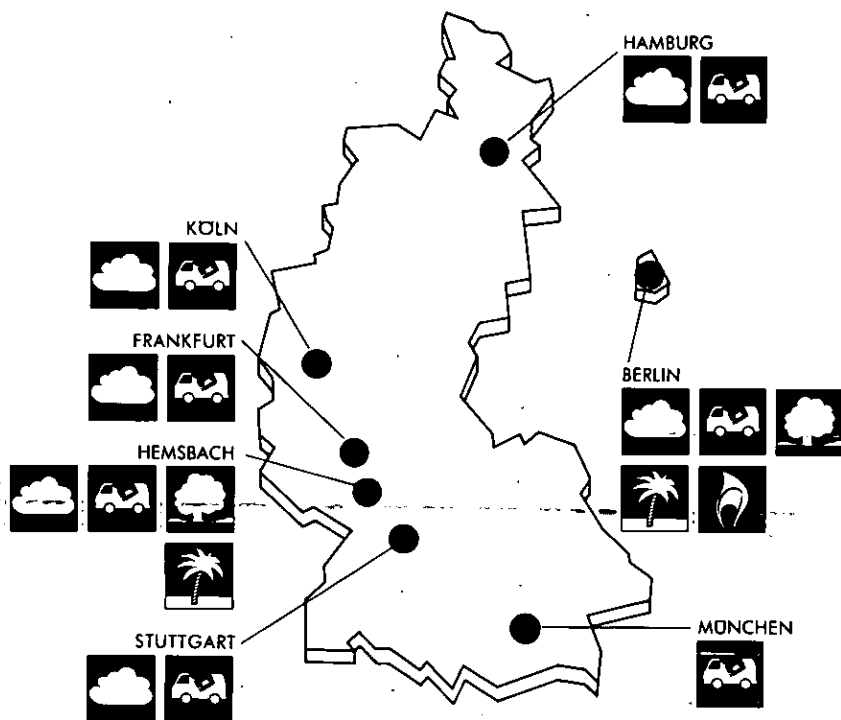
HERBST SERVICE betreut dabei alle haustechnischen Gewerke. Dazu gehören neben der Heizungs-, Klima-, Sanitär- und Elektrotechnik auch Aufzüge, Sicherheitsanlagen und Zentrale Leittechnik.

Das Omnitec-Konzept von HERBST SERVICE gewährleistet den Kunden eine sichere Funktion ihrer Gebäude und die Einhaltung des Budgets für Betriebsführung, Instandhaltung und Energiekosten.

HERBST SERVICE:

*Mit uns können Sie sich viel  
Energie sparen.*

# SIE HABEN VIELE MÖGLICHKEITEN, MIT UNS ZU SPRECHEN:



**HERBST SERVICE:**

**BERLIN**  
Haynauer Straße 47  
1000 Berlin 46  
Telefon: 030/77 96-200  
Telex: 1 84 569  
Telefax: 030/775 33 45  
Direktdurchwahl  
Einsatzzentrale:  
030/77 96-200  
Überregionale Leitstelle  
für Reparatur-Notdienst  
Vermittlung von  
Hilfeleistung in  
Notfällen:  
030/77 96-200

**HEMSBACH**  
Berliner Straße 5  
6944 Hemsbach  
Telefon: 0 62 01/7 09-141  
Telex: 4 65 527  
Telefax: 0 62 01/70 91 01  
Direktdurchwahl  
Einsatzzentrale:  
0 62 01/7 09 200

**HAMBURG**  
Alte Volksparkstraße 24  
2000 Hamburg 54  
Telefon: 040/54 60 26  
Telefax: 040/540 30 40  
Direktdurchwahl  
Einsatzzentrale:  
040/54 60 25

**KÖLN**  
Konrad-Adenauer-Straße 25  
5000 Köln 50  
Telefon: 02 21/35 10 78  
Telex: 8 881 026  
Telefax: 02 21/35 26 99  
Direktdurchwahl  
Einsatzzentrale:  
02 21/35 10 70

**MÜNCHEN**  
Bodenseestraße 137  
8000 München 60  
Telefon: 089/834 00 14  
Telefax: 089/834 63 44  
Einsatzzentrale:  
089/834 00 13

**FRANKFURT**  
Lyoner Straße 36  
6000 Frankfurt 71  
Telefon: 069/666 60 94/95  
Telefax: 069/666 50 99  
Einsatzzentrale:  
069/666 60 94

**STUTTGART**  
Rotebühlstraße 83  
7000 Stuttgart 1  
Telefon: 07 11/62 80 50  
Telex: 7 23 336  
Telefax: 07 11/61 29 16  
Einsatzzentrale:  
07 11/62 80 50

### 3.2 Energiebilanz

Als Auftragnehmer verpflichten wir uns, dem Auftraggeber 1/4-jährlich die genauen Verbrauchswerte, zusammengestellt für jede Woche des vorangegangenen Monats zuzusenden. Diese Bilanzen beinhalten

- den Energieverbrauch
- den Energieverbrauch pro Gradtag

Die Berechnung der Gradtage erfolgt nach VDI 2067; die hierzu erforderlichen Temperaturen werden bei der zuständigen Wetterstation erfragt und liegen der Bilanz bei.

Am Ende eines Kalenderjahres übergeben wir dem Auftraggeber einen Jahresabschlußbericht mit der Bilanz des jährlichen Energieverbrauches in Tabellen mit folgendem Inhalt:

- wöchentliche Zeitabschnitte
- mittlere Außentemperatur lt. Wetterstation
- Gradtage
- Energieverbrauch
- Heiz- / Kühltag
- Temperaturdifferenzen
- Energieverbrauch pro Gradtag

Wir erstellen für jedes Kalenderjahr des Betreibens:



- a) ein Diagramm mit dem Basisverbrauch und dem tatsächlichen Verbrauch,
- b) ein Diagramm mit dem Basisverbrauch und dem tatsächlichen Verbrauch pro Gradtag,
- c) ein Balkendiagramm, in dem die Gradtage, der Verbrauch pro Gradtag sowie die erreichten Energieeinsparungen dargestellt sind.

Die Tatsache, daß Dienstleistungsunternehmen auch heute noch sehr zögernd zum Betreiben von haustechnischen Anlagen zum Einsatz kommen, liegt u.a. sicherlich darin begründet, daß für den Auftraggeber die Leistungsbeurteilung häufig außerordentlich schwierig ist.

Zum einen ist die Leistung "Betreiben von haustechnischen Anlagen" in einer entsprechenden DIN nicht eindeutig geregelt und kann je nach Auffassung des Auftragnehmers entsprechend ausgelegt werden. Zum anderen müssen zumindest klare Leistungsziele definiert werden, um die Ergebnisse nachprüfbar zu machen. Im wirtschaftlichen Anlagenbetrieb liegt jedoch bei richtiger Handhabung ein großes Energie-Einsparpotential, das bei entsprechender Vorgehensweise erfolgreich ausgeschöpft werden kann. In unserer Auffassung ist das Betreiben durch klar definierte Aufgabenstellung mit zugeordneten Leistungszielen verbindlich definiert. (Overheadfolie 1 + 2).

Komfortprogramm

- Absprache mit Gebäude-  
nutzer
- Benutzungszeiten
- Temperaturen
- Feuchte
- Beleuchtung
- Maximaler Frischluftanteil
- Benutzungstage der Woche
- Abgesenkte minimale Tempe-  
ratur

Systematische Überwachung,  
Kontrolle, Optimierung

- Anlagenüberwachung
- Ständige Messungen
- Absenkung nach  
Zeitprogrammen
- Ausschalten bei Nichtbedarf
- Wöchentliche Verbrauchs-  
werte
- Programmieren von Reglern
- Optimierungsprogramme
- Berücksichtigung der Bau-  
physik

Energiebilanzen,  
Jahresabschluss

- Monatlicher Bericht
- Berechnung nach VDI 2067
- Energieverbrauch
- Anlagenzustand

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| Anlagenverbesserungen | - Zur Anlagenoptimierung                         |
|                       | - Finanziert durch erzielte<br>Energieeinsparung |
| Zentrale Leittechnik  | - Anlagenoptimierung                             |
|                       | - Fernbetreiben                                  |
|                       | - Energieeinsparung                              |

Kernstück der Betreibungstätigkeiten im anlagentechnischen Bereich ist das sog. Komfort- oder Nutzungsprogramm, welches in exakter Absprache mit dem Gebäudenutzer z.B. Heiz- und Kühlphasen sowie Absenkungsphasen im Bereich der Heizung und Klimatisierung festlegt. (Overheadfolie Nr. 3).

Mit einem solchen Nutzungsprogramm, welches von beiden Vertragspartnern verbindlich eingehalten wird, wird die Voraussetzung dafür geschaffen, daß der spezifische Energieverbrauch, gemessen an einem ermittelten Basisverbrauch (durchschnittlicher Verbrauch der vergangenen 3 Jahre vor Vertragsbeginn), sich nicht erhöht. Vielmehr ist es unser Bemühen, den spezifischen Verbrauch im Laufe der Vertragsdauer zu reduzieren, ohne daß eine Einbuße an Nutzungskomfort und Sicherheit entsteht.

Wenn vertraglich möglich, partizipieren wir an der jährlichen Energieersparnis, was wiederum einen besonderen Leistungsanreiz für uns darstellt. (Folie Nr. 4).

Aus einer derartigen Regelung entstehen jedoch nicht nur Rechte, sondern auch Pflichten. Bei Festlegung des spezifischen Verbrauchs sind wir im umgekehrten Falle, nämlich bei einem Mehrverbrauch verpflichtet, diesen finanziell zu übernehmen.

Es ist dadurch sicherlich leicht vorstellbar, daß die eingebrachte Leistung einer ständigen Eigenkontrolle unterliegen muß, damit das angestrebte wirtschaftliche Ziel eines optimalen Energieverbrauches im beiderseitigen Interesse erreicht wird.

Das Plädoyer für den Einsatz von externen Dienstleistungsunternehmen in der Instandhaltung haustechnischer Anlagen stützt sich jedoch nicht nur auf vertragsspezifische Leistungserbringung, sondern auch auf allgemein gültige Kriterien. Diese sind u.a.

- die steigenden Anlagenwerte,
- die steigenden Energiekosten,
- die Geschäftsziele der Gebäudenutzer,
- fehlende Fachkräfte der gesamten Gebäudetechnik,
- eine kontinuierliche Auslastung des Personals,
- die Überwachung der Arbeiten und Schulung des Personals,
- die vielseitige Leistungspalette der Dienstleistungsunternehmen.

(Overheadfolie Nr. 5)

Die Praxis hat jedoch oft gezeigt, daß auch eine "konzertierte Aktion", und zwar eine Zusammenarbeit zwischen kundeneigenem Personal und externen Dienstleistungsunternehmen sich als sehr ökonomisch darstellen kann. Mit den beiden folgenden Folien (Overheadfolien Nr. 6 + 7) haben wir für die Bereiche der Wartung, der Inspektion und des Anlagenbetriebes darzustellen versucht, wie eine sinnvolle Kooperation in der Verteilung von Aufgaben erfolgen kann.

Fazit:

Es muß somit nicht immer die "Entweder-Oder-Methode" sein, die ein Instandhaltungskonzept richtig oder falsch erscheinen läßt; vielmehr sind sinnvolle Kooperationsmodelle wie bereits erwähnt auch eine Möglichkeit, mit externem und hauseigenem Personal den gesamten Aufgabenkomplex hervorragend abzudecken. Die Verantwortung kann dabei jedoch nur in einer Hand liegen, da eine klare Konzeption verfolgt werden muß. In wiederholten Fällen hatten wir auch langfristig beim Kunden vorhandenes Personal mit übernehmen und in die anfallenden Arbeitsprozesse wirtschaftlich sinnvoll einbinden können.

Aus unserer Sicht liegt die eindeutige Stärke externer Dienstleistungsunternehmen darin, daß durch sinnvollen Einsatz entsprechender Technologien (Leitwarten, DDC-Regelung, etc.) viele Funktionen umfassender und kostengünstiger abgedeckt werden, als im manuellen Bereich vor Ort. Weiterhin verfügen

diese Unternehmen im allgemeinen durch eine Vielzahl von Mitarbeitern über sehr breit gefächerte Fachqualifikation, die letztendlich alle Belange der gesamten Gebäudetechnik abdeckt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

W. Soest  
Herbst Service GmbH  
Alte Volksparkstr. 24

2000 Hamburg 54

# Das Betreiben

<b>Komfortprogramm</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Abprache mit Gebäudenutzer</b></li><li>- <b>Benutzungszeiten</b></li><li>- <b>Temperaturen</b></li><li>- <b>Feuchte</b></li><li>- <b>Beleuchtung</b></li><li>- <b>Maximaler Frischluftanteil</b></li><li>- <b>Benutzungstage der Woche</b></li><li>- <b>Abgesenkte minimale Temperatur</b></li></ul>
<b>Systematische Überwachung, Kontrolle, Optimierung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Anlagenüberwachung</b></li><li>- <b>Ständige Messungen</b></li><li>- <b>Absenkung nach Zeitprogrammen</b></li><li>- <b>Ausschalten bei Nichtbedarf</b></li><li>- <b>Wöchentliche Verbrauchswerte</b></li><li>- <b>Programmieren von Reglern</b></li><li>- <b>Optimierungsprogramme</b></li><li>- <b>Berücksichtigung der Bauphysik</b></li></ul>

# Das Betreiben

<b>Energiebilanzen Jahresabschluss</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Monatlicher Bericht</b></li><li>- <b>Berechnung nach VDI 2067</b></li><li>- <b>Energieverbrauch</b></li><li>- <b>Anlagenzustand</b></li></ul>
<b>Anlagenverbesserungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Zur Anlagenoptimierung</b></li><li>- <b>Finanziert durch erzielte Energieeinsparung</b></li></ul>
<b>Zentrale Leittechnik</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Anlagenoptimierung</b></li><li>- <b>Fernbetreiben</b></li><li>- <b>Energieeinsparung</b></li></ul>



# Komfortprogramm

Heizung und Klimatisierung  
Gebäude:

Tag	Heiz- und Kühlphase						Absenkungs-Phase					
	Beginn	Ende	Winter		Sommer		Beginn	Ende	Winter		Sommer	
			Temp C	R.F.%	Temp C	R.F.%			Temp C	R.F.%	Temp C	R.F.%
Montag	8.30	18.30	21 C	50.%	26 C	55%	0.00 18.30	8.30 24.00	15 C			
Dienstag	8.30	18.30	21 C	50.%	26 C	55%	0.00 18.30	8.30 24.00	15 C			
Mittwoch	8.30	18.30	21 C	50.%	26 C	55%	0.00 18.30	8.30 24.00	15 C			
Donnerstag	8.30	18.30	21 C	50.%	26 C	55%	0.00 18.30	8.30 24.00	15 C			
Freitag	8.30	18.30	21 C	50.%	26 C	55%	0.00 18.30	8.30 24.00	15 C			
Samstag							0.00	24.00	15 C			
Sonntag							0.00	24.00	15 C			

Anmerkung : Jede Änderung des ug. Programms bedarf einer schriftlichen Anfrage durch eine verantwortliche Person des Gebäudeautzers.

Sie muss 1 Woche im voraus dem Anlagenbetreiber übergeben werden.

Aufgestellt am:

Folie 3

angenommener Mehrverbrauch 115  
15% geht alleine zu Lasten des Betreibers

Basisverbrauch  
mittlerer Verbrauch der  
letzten 3 Jahre  $\hat{=}$  100%

erreichter Verbrauch durch  
Anlagenbetreibung

50 %

Einsparung

50 %

Anlagenbetreiber

Kunde

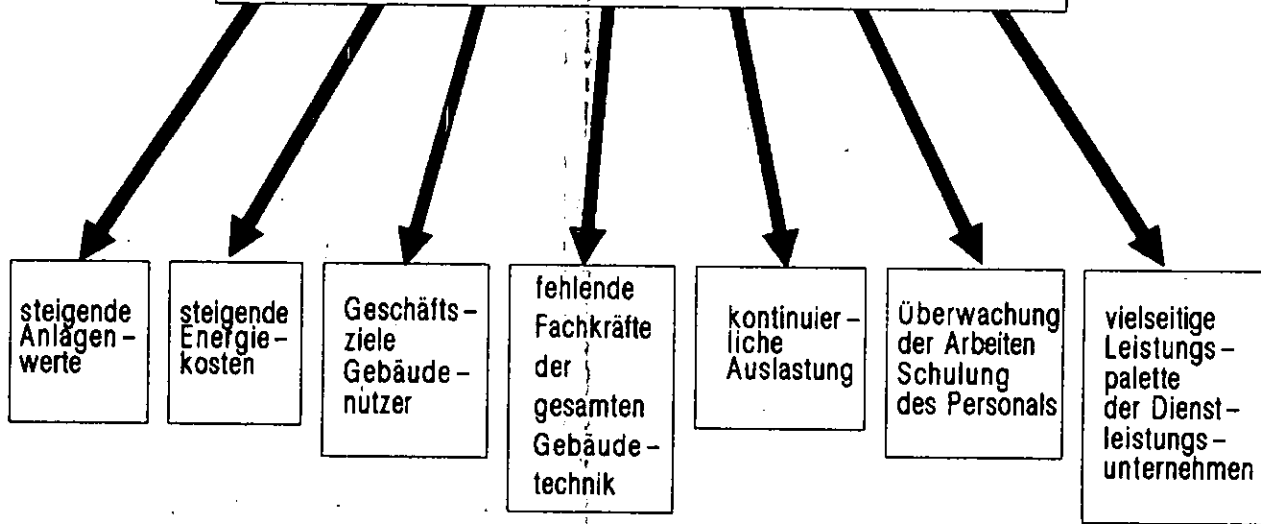
100%  
Reinvestition  
in Anlage

Ziel  
Erreichen einer noch  
grösseren Einsparung

Folie 4

# INSTANDHALTUNG

Wartung – Betreiben – Instandsetzung  
als Dienstleistungen

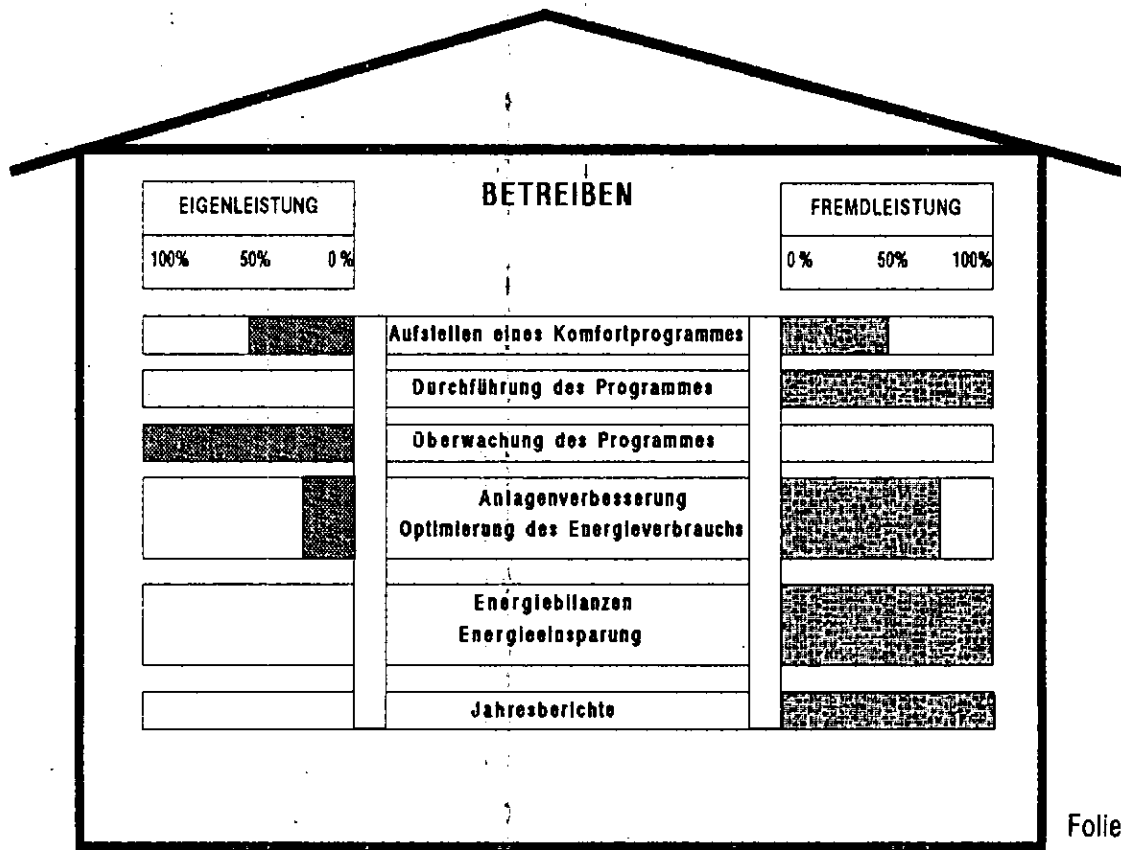


Folie 5

# GEBÄUDE - NUTZER LEISTUNGEN

EIGENLEISTUNG			Wartung Inspektion	FREMDLEISTUNG		
100%	50%	0%		0%	50%	100%
			Festlegung der Anlagen-Komponenten			
			Aufnahme der Anlagen-Komponenten			
			Erstellen eines Wartungshandbuchs			
			Steuerung und Einsatzplanung			
			Überwachung der Arbeiten			
			Durchführung der Wartung und Inspektion			
			Ersetzen von Verbrauchsgütern			
			Feststellung und Beurteilung Ist - Sollzustand			
			Vorlage der Ergebnisse Auswertung			
			Ableitung notwendiger Konsequenzen			
			Schwachstellenanalyse der Anlage			

Folie 6



## Fallbeispiel Medizintechnik

J.-V. Hanreich, Wien

### 1) EINLEITUNG

Anhand von Fallbeispielen wird die Tätigkeit des Medizintechnischen Servicezentrums im Allgemeinen Krankenhaus Wien - Univ.-Kliniken, das auch einige Privatkrankenanstellen betreut, dargestellt. Dies betrifft den Ablauf von Störfallerledigungen, sicherheitstechnischen Überprüfungen sowie die Materialwirtschaft und Fremdleistungsabwicklungen. Gleichzeitig wird damit ein Modell vorgestellt, bei dem ein bislang durch die öffentliche Hand getragenes Technisches Servicezentrum (TSZ) an ein privatwirtschaftliches Unternehmen übertragen wurde.

Die Phase der modellhaften Erprobung medizintechnischer Servicezentren kann als abgeschlossen betrachtet werden. Interessant ist, daß sich kein einheitliches Modell entwickelte und mehrere Servicephilosophien nebeneinander existieren.

Bevor ich auf das eigentliche Thema eingehe, darf ich Ihnen die Situation in Wien, speziell am Beispiel der Städtischen Krankenanstellen, vorstellen.

Die Stadt Wien unterhält 26 Krankenanstellen, Pflegeheime und Kliniken mit gesamt rd. 18.000 Betten, davon ca. 7.000 Pflegebetten.

Die Betreuung der Medizintechnik in diesen Anstalten erfolgt derzeit durch 5 Technische Servicezentren (TSZ), wovon 4 als Dienststellen der Stadt Wien geführt werden.

Neben der Medizintechnik-Industrie bieten auch kleinere Fachfirmen Reparaturleistungen auf Teilgebieten an.

Sicherheitstechnische Überprüfungen erfolgen in den städtischen Krankenanstellen ausschließlich durch die Servicezentren, in anderen Häusern durch autorisierte Prüfanstalten (z.B.TÜV) und vereinzelt durch befugte Medizintechnik-Firmen.

1986 übernahmen wir das damals seit ca. 2 Jahren bestehende Servicezentrum der Stadt Wien im Allgemeinen Krankenhaus-Universitätskliniken. Wir sind nicht nur für dieses 2400-Betten-Klinikum tätig, sondern auch für einige Privatkrankenanstellen, vornehmlich auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik.

2) DER AUFBAU UNSERER MEDIZINTECHNISCHEN SERVICEGESELLSCHAFT

In Abbildung 1 ist der Aufbau dargestellt:

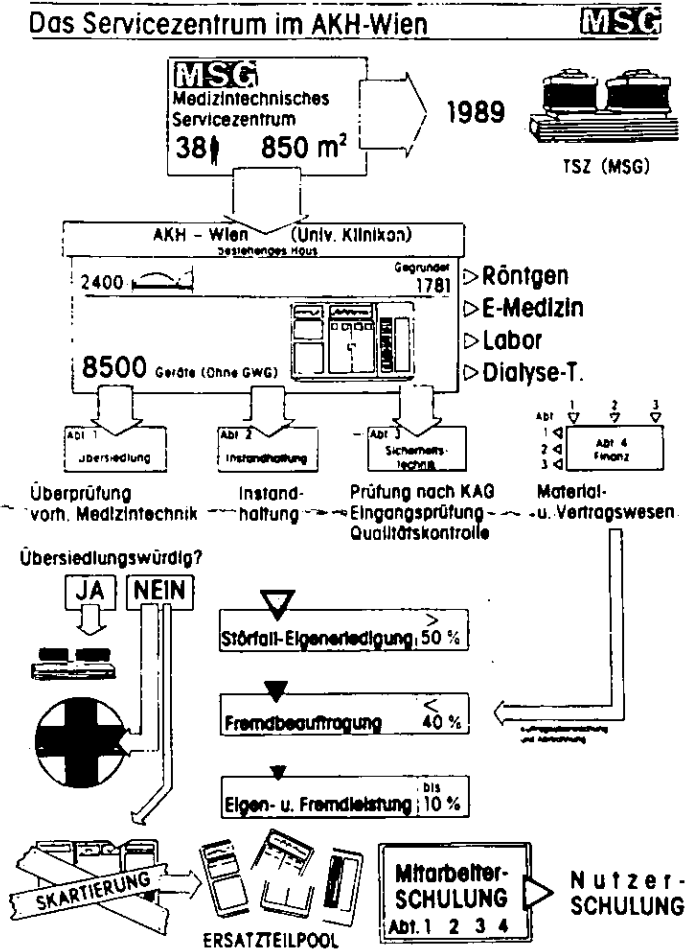
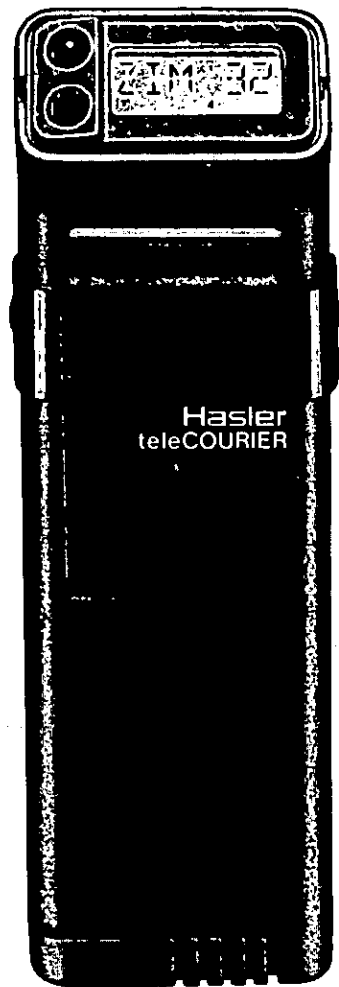


Abb. 1)

# Draht- los auf Draht.



**Hasler**

Hasler GmbH · Roggensteiner Str. 19,  
8037 Olching · Telefon: 0 81 42/1791  
Telex 5 27 955 hasd  
Teletex 8/42 83 00 haslerd

Damit etwas geschieht, bevor etwas passiert, informiert Sie die Hasler teleCOURIER Personensuchanlage sofort: alphanumerisch, mit 4 Speichern und 2-Ton-Alarmruf. Fordern Sie unseren Prospekt an! **Klare Information.**



Ergänzend dazu einige Daten: (Ø Monatsleistung)

* Gemeldete Störfälle und Wartungen	:	900
* Sicherheitstechnische Überprüfungen und qualitätssichernde Maßnahmen	:	500
* Eingangsprüfungen (Zulassungsprüfungen)	: bis	50
* Übersiedlungsüberprüfungen (nur AKH)	:	250

Die Geschäftsfallerledigung erfolgt unter voller Einbindung in ein EDV-IIS (Instandhaltungs- und Informationssystem) und ein Finanzbuchhaltungssystem. Die Software entwickelte unser Stammhaus VAMED-Wien.

### 3) FALLBEISPIEL STÖRFALLERLEDIGUNG

Unser Auftraggeber hat die Verantwortung für die Instandhaltung der im AKH installierten Medizintechnik auf uns übertragen. Dies bedeutet, daß sämtliche Fremdbeauftragungen durch uns erfolgen, ebenso die Kontrolle der Abrechnung und die Zahlungsabwicklung.

In die Neubeschaffung von Geräten sind wir nur insofern eingebunden, als wir bei budgetwirksamen Zugängen eine Stellungnahme abzugeben haben und beim Ausscheiden (Skartieren) von Geräten eine technische Beurteilung vorlegen. Die jeweilige Zuständigkeit (Verwaltungsdirektion, MT-Referat, Servicezentrum) ist in einer Kompetenzenliste niedergelegt.

#### 3.1) Störfallerledigung durch eigene Techniker

In Abbildung 2 ist der Ablauf einer Störfallerledigung dargestellt.

Sie ersehen daraus, daß wir auf eine schriftliche Reparaturanforderung verzichten. Das einzige Blatt Papier, das im Rahmen einer Störfallerledigung bei der Eigenleistung anfällt, ist der Arbeitsbericht. Die von der anfordernden Klinik genannten Daten werden am Bildschirm verifiziert, und nach Datenfreigabe der Kopf des Arbeitsberichtes ausgedruckt. Geschäftsfallnummer, Datum und Zeit werden fortgeschrieben ausgedruckt, Anforderer und Art der Störung über Bildschirm ergänzt.

Die Zuweisung an die betroffene technische Abteilung oder zumeist direkt an den fachlich zuständigen Medizintechniker erfolgt durch die Zentrale Störrannahme.

# Ablauf - Störfallerledigung

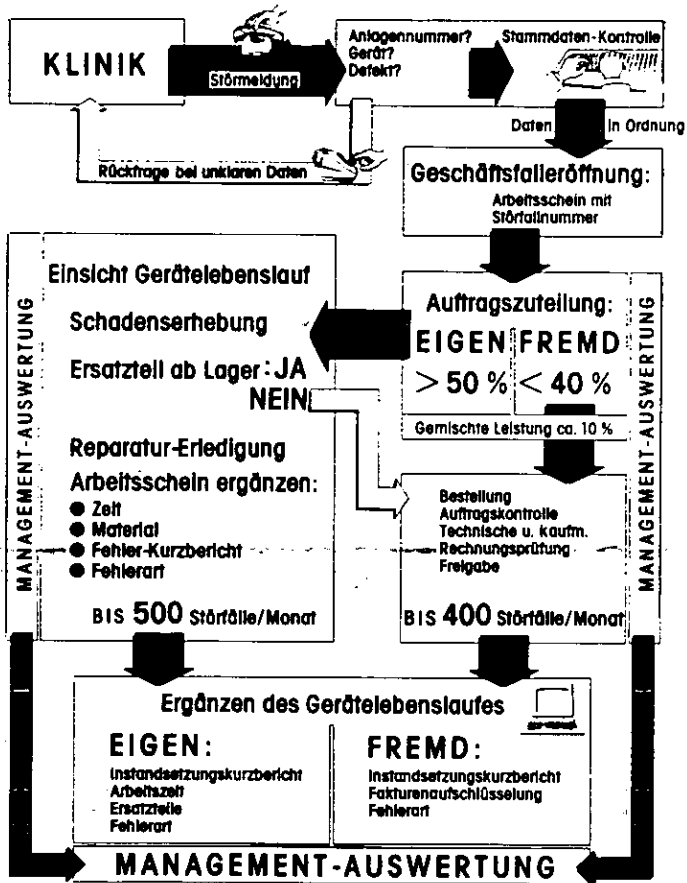


Abb. 2)

Geräte, die vor Ort nicht reparierbar sind, werden durch ein von uns beauftragtes Transportunternehmen abgeholt und nach Reparatur in unseren Fachwerkstätten wieder zuge- stellt. Auch dabei verzichten wir auf Abhol- oder Sende-

Scheine. Ein Evidenzbuch hat sich als vollauf genügend bewährt.

Benötigte Ersatzteile können durch die Techniker telefonisch bestellt werden. Mit den wichtigsten Ersatzteillieferanten wurden vorher entsprechende Rahmenverträge abgeschlossen. In diesem Fall wird der Störfallnummer eine Bestellnummer zugeordnet. Den Mitarbeitern stehen alle gerätebezogenen Daten, z.B. der Gerätelebenslauf, über Bildschirm zur Verfügung.

Die befaßten Techniker ergänzen handschriftlich den Arbeitsbericht, die wesentlichen Daten fließen in die EDV ein. Die Daten können über Managementauswertungen beurteilt werden.

### 3.2) Störfallerledigung durch Fremdfirmen

Der Störfallnummer wird eine fortgeschriebene Bestellnummer zugeordnet, die der Klinik bei der Störfallmeldung genannt wird. Mit einigen Kliniken wurde für definierte Geräte vereinbart, daß im Störfall eine telefonische Direktbeauftragung unter Nennung der Störfall- und Bestellnummer an die Fremdfirmen erfolgen kann.

Mit jeder unserer Partnerfirmen wurde über Gegenbrief folgende Vereinbarung geschlossen:

- \* Festlegung einer Reparatur-Wertgrenze, bis zu der eine telefonische Beauftragung durch uns oder eine Klinik erfolgen kann.
- \* Verpflichtung der Firma, bei vor auszusehender Überschreitung der Wertgrenze unsere Zustimmung einzuholen (Nachweis z.B. durch detaillierten Kostenvoranschlag);
- \* Übergabe ausgebauter Ersatzteile an uns, ausgenommen geringwertige Teile wie Schalter, Heizungen etc.

Nach anfänglichem Widerstand einer Reihe von Fremdleistungsfirmen hat man zwischenzeitlich die wesentlichen Vorteile erkannt und akzeptiert. Durch den Entfall der schriftlichen Beauftragung konnte die Durchlaufzeit der Geschäftsfälle reduziert werden.

#### 4) FALLBEISPIEL SICHERHEITSTECHNISCHE ÜBERPRÜFUNG MED. TECHN. GERÄTE UND ANLAGEN & EINGANGSPRÜFUNG

##### 4.1) Die Sicherheitstechnische Prüfung

In den von uns betreuten Anstalten prüfen wir rd. 8500 Geräte auf elektrotechnische Sicherheit. Unsere Abteilung "Prüfdienste" ist personell streng von den Reparaturabteilungen getrennt.

Die Festlegung der Prüfintervalle erfolgt in Übereinstimmung mit z.B. der MedGV (BRD), ebenso die Einteilung der Geräte in 4 Gerätegruppen.

Die Einsatzplanung über EDV ist hier das wichtigste Instrument, um entsprechende Vorausdispositionen treffen zu können. Dabei wird berücksichtigt, daß der Zutritt zu sogenannten kritischen Bereichen (OP-Säle, Intensivabteilungen, Forschungsbereiche etc..) oft nur während der Sommersperre oder an betriebsfreien Wochenenden möglich ist.

Derzeit stellen wir unser Prüfsystem auf PC-Prüfkoffer um. Die Gerätestammdaten einer Klinik oder Krankenanstalt werden vor Ort über die Inventarisierungsnummer aufgerufen und die Prüfung vorgenommen. Wenngleich die Zugriffszeit bzw. der über den PC vorgegebene Prüfablauf noch nicht unseren Wünschen entspricht, lassen erste Erfahrungen doch eine Reduktion des Personalaufwandes erkennen, da wir die Möglichkeit sehen, vom Prüfteam (=2 Sicherheitstechniker) abzugehen.

Die abgespeicherten Meßwerte fließen in unser Instandhaltungsinformationssystem ein.

Die Dokumentation der Prüfung erfolgt über signalfarbene Geräteaufkleber.

Weiters werden alle in unseren Fachwerkstätten reparierten Geräte nachfolgend sicherheitstechnisch geprüft.

#### 4.2) Die Eingangsprüfung

Die Abbildung 3 zeigt im Ablaufschema den Weg zum Genehmigungsausweis.

### Der Genehmigungsausweis – Ablaufschema **MSG**

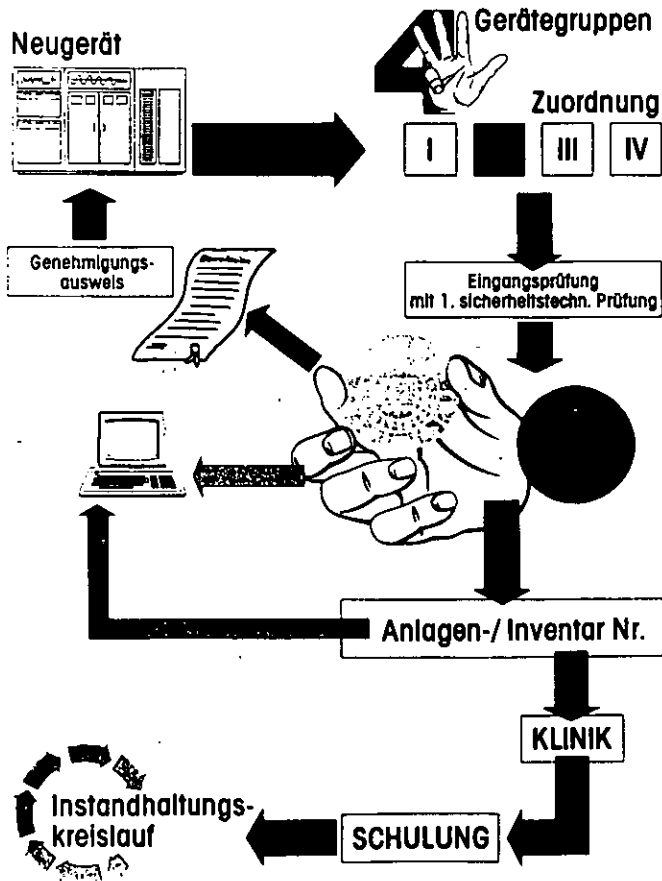


Abb. 3)

Grundsätzlich wird jedes neue medizintechnische Gerät einer Eingangsprüfung unterzogen. Erst nach erfolgter positiver Prüfung darf die Inbetriebnahme erfolgen. 1987 wurden 520 Geräte überprüft, rd. 30 Geräte (6%) erhielten den Genehmigungsausweis erst nach entsprechender Anpassung an die geltenden Vorschriften.

Im Anschluß an die Eingangsprüfung erfolgt die 1. sicherheitstechnische Beurteilung.

Gute Erfahrungen machten wir mit der EDV-Zuordnung der Prüfprotokollnummer (in Abb.3 der Aufkleber mit der Nummer 0623) zur Inventarnummer des Gerätes, die ebenfalls vom Sicherheitstechniker vergeben wird. Bei Beschädigung oder Verlust eines Aufklebers ist eine kostenstellenbezogene Identifikation ohne Probleme möglich.

Der Gerätelieferant ist verpflichtet, das geprüfte Gerät im Rahmen einer Schulung dem Betreiber zu übergeben. Er erhält dazu von uns ein entsprechendes Formblatt, das vom Gerätebetreiber gegengezeichnet und im Geräteakt archiviert wird.

Die Bezahlung des Gerätes durch die Stadt Wien erfolgt erst nach positiver Eingangsprüfung.

#### 5) FALLBEISPIEL MATERIALWIRTSCHAFT UND FREMDLEISTUNG

Wie eingangs angeführt, sind wir auch für die gesamte Fremdleistungsabwicklung zuständig und verantwortlich. Diese Konzentration entlastet einerseits unseren Auftraggeber, darf andererseits jedoch zu keinem Kostenzuwachs führen.

Über ein mit dem Auftraggeber vereinbartes Jahresbudget beauftragen und bezahlen wir "im Namen und für Rechnung" unseres Auftraggebers Fremdrepaturen, Ersatzteillieferungen und Wartungsverträge.

Für unseren Auftraggeber bestehen folgende Vorteile:

Kostenreduzierung durch

- \* Entlastung des Auftraggeberpersonals;
- \* Gezielte Ersatzteilbeauftragung durch den befaßten Techniker;
- \* Konzentration der Aufträge, damit größeres Auftragsvolumen und günstigere Einkaufspreise.

- \* Gezieltere Beauftragung einer Fremdreparatur möglich. (Beispiel: CT-Techniker wechselt nicht mehr Sicherungen);
- \* Vereinbarung von Mischstundensätzen und Entsendungspauschalen;
- \* Rechnungsprüfung auch nach technischen Grundsätzen.

Die Fremdleistungsrechnungen werden von uns gebucht, die Leistungen fließen nach "Arbeit" und "Material" getrennt in die Gerätelebensläufe ein und stehen für die Managementauswertung zur Verfügung.

#### 6) SCHLUSSBEMERKUNG

Mit der Kurzbeschreibung und einigen Fallbeispielen stellte ich Ihnen die Einbindung unserer Servicegesellschaft in ein Universitätsklinikum vor. Es würde diesen Rahmen sprengen, unsere Tätigkeit für wesentlich kleinere Privatkrankenanstalten im Detail darzulegen. Wenngleich Erfahrungen übertragbar erscheinen, ist die 1:1 Reflektion problematisch. Die Vorteile einer größeren Serviceeinrichtung lassen sich reproduzieren, das Abwicklungsmodell muß jedoch dem jeweiligen Haus angepaßt werden.

#### Anschrift des Verfassers:

Jürgen-Volker HANREICH

MSG - Medizintechnische Servicegesellschaft m.b.H.  
Technisches Servicezentrum (TSZ) im Allgemeinen Krankenhaus  
Wien - Universitätskliniken

Sensengasse 1-3  
A-1097 W i e n

Telefon: (0222)4800 / DW 5107

Fallbeispiel Haustechnik  
von N. Adler, München

---

1. Ausgangslage

Von der Aufgabenstellung her ist die Krankenhausbetriebstechnik aufgrund der immer komplizierteren und vielseitiger gewordenen Technik mit der Produktionstechnik in Industriebetrieben vergleichbar. 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" sicherzustellen ist. Durch eine gezielte und wirtschaftliche Instandhaltung ist eine optimale Anlagenverfügbarkeit zu gewährleisten.

Nachdem Sie nun in den vorangegangenen Referaten Beispiele für eine Instandhaltung aus externer Hand aufgezeigt bekommen, darf ich Ihnen im folgenden das Instandhaltungskonzept einer chirurgischen Fachklinik mit privater Trägerschaft vorstellen.

2. Organisation der Haus- und Betriebstechnik

2.1. Aufbauorganisation

Die Zuordnung bzw. Einordnung der Abteilungen in einen betrieblichen Organisationsplan ist das wichtigste Grundelement jeder Organisation. Abbildung 1 zeigt die betriebliche Einbindung der Haus- und Betriebstechnik (HT) als



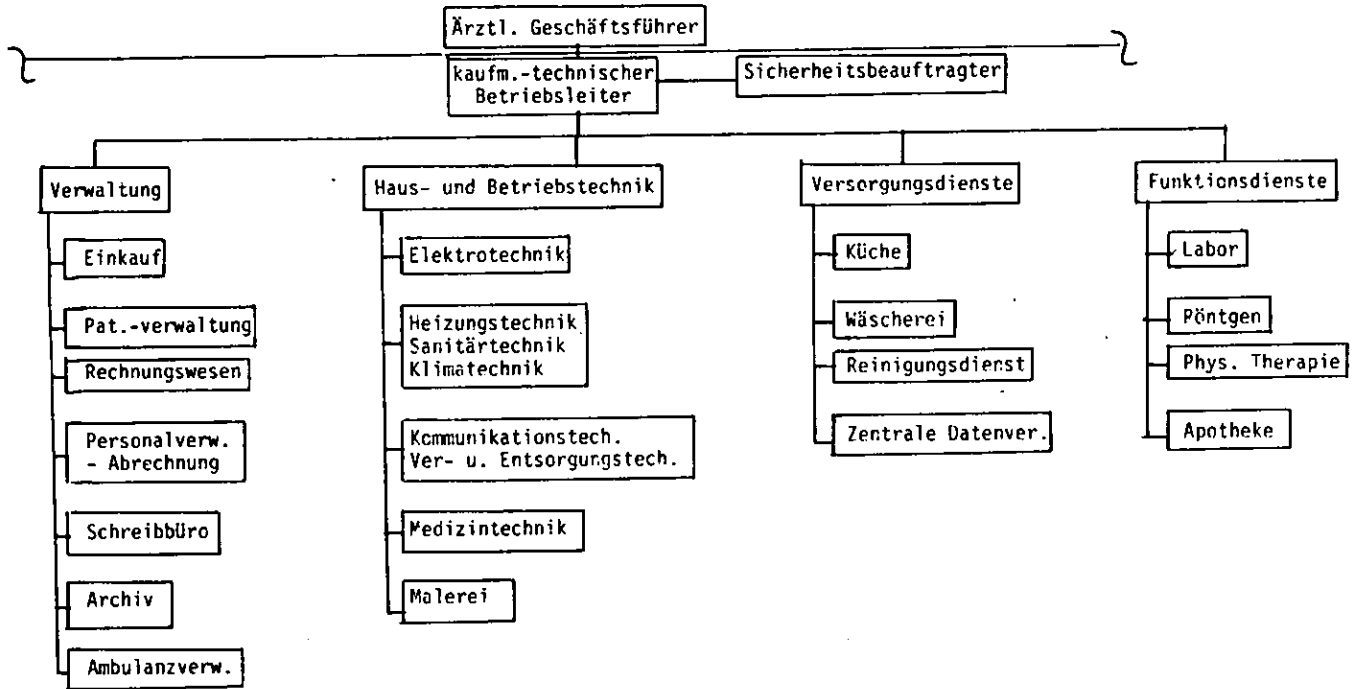


Abb. 1: Aufbauorganisation -  
Fingliederung der Haus- u. Betriebstechnik

festgelegter Instandhaltungsstrategie, die die Maßnahmen oder Arbeiten, die von eigenem Personal durchgeführt werden sollen, bzw. was man "nach außen" vergibt, also an Kundendienste, Spezialfirmen oder Handwerksbetriebe, festlegt. Durch die interdisziplinäre Verflechtung vielfältiger technischer Arbeitsgebiete - Maschinenbau, Elektrotechnik, Nachrichtentechnik, Klimatechnik, Heizungstechnik, Bautechnik, Verfahrenstechnik, Sanitärtechnik - wird heute vom betriebstechnischen Personal ein umfaßendes, breites fachliches Wissen verlangt. Aufgrund der Unfallverhütungsvorschriften, der verantwortungsrechtlichen Situation des Arbeitgebers, der Unfallgefahren technischer Anlagen und der Betriebsstörungen, die oft auf elektro-technischer Ursache beruhen, ist ein Übergewicht elektro-technischer Handwerksberufe in Kliniken bis zu 300 Betten anzuraten.

## 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.

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 Schadensbe-

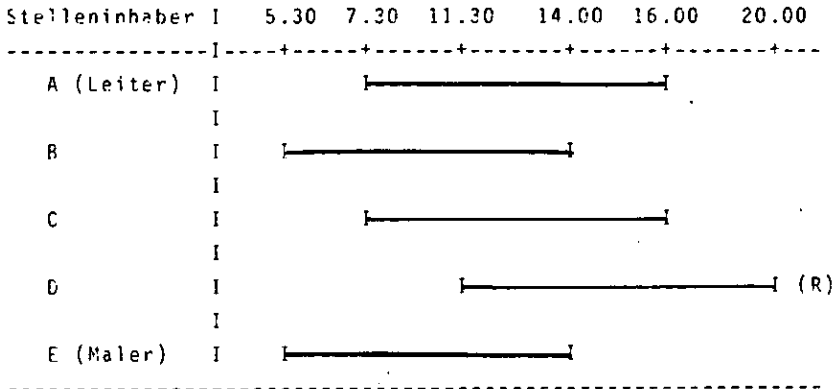
Teilplan des gesamten Geschäftsverteilungsplanes. Die PT ist dem kaufmännisch-technischen Betriebsleiter unmittelbar unterstellt. Durch die weitgehende Unterstellung der übrigen Funktionsbereiche (außer ärztlich-medizinische Abteilung) ist eine wirksame Durchsetzung betriebstechnischer Belange gewährleistet.

Zielsetzungen des ärztlichen Geschäftsführers können somit direkt mit den Abteilungsverantwortlichen besprochen und umgehend umgesetzt 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 Aufgliederung der Verwaltung und die jeweiligen Zuständigkeitsbereiche bekannt gemacht werden.

In unserem Fall ist die Einbindung jeder Abteilung und die daraus abgeleiteten Verantwortungs- und Zuständigkeitsbereiche eindeutig aus den Stellenbeschreibungen erkennbar. Durch die zusätzliche Koppelung kaufmännischer und technischer Belange in einer Verantwortungsperson ist eine Abwägung sämtlicher Teilziele im Rahmen einer Gesamtzielsetzung möglich. Dies ist umso notwendiger, wenn es gilt, konkurrende Teilziele verschiedener Abteilungen "unter einen Hut" zu bringen.

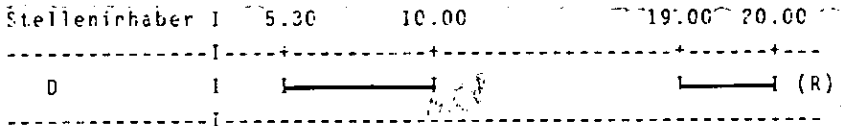
Die Haus- und Betriebstechnik wird durch einen sachkundigen und erfahrenen Elektroanlagenelektroniker geleitet. Ihm zur Seite stehen insgesamt 4 weitere Mitarbeiter, die sich aus den Berufsgruppen Fernmeldeelektroniker, Elektrogerätemechaniker, Heizungs- und Lüftungsbauer und einem Maler zusammensetzen. Diese Auswahl ist das Ergebnis einer

Arbeitszeitregelung - Haustechnik



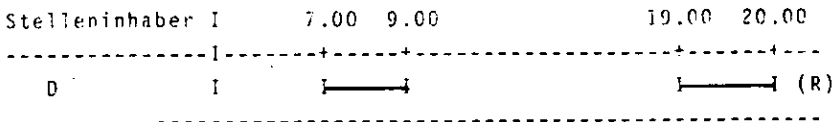
(R) = Rufbereitschaft

Dienstzeiten : Montag - Freitag



(R) = Rufbereitschaft

Dienstzeiten : Samstag



(R) = Rufbereitschaft

Dienstzeiten : Sonntag / Feiertag

schreibung, des Namens des Herstellers und des jeweiligen Tagesdatums zu unterrichten.

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 (Abb.2). Die Stelleninhaber arbeiten im Schichtdienst nach dem jeweils gültigen Dienstplan. Außerhalb der Dienstzeit ist immer einer der Stelleninhaber in telefonischer Rufbereitschaft, so daß er jederzeit in Notfällen telefonisch herbeigerufen werden kann.

Desweiteren ist jedem HT-Stelleninhaber ein umfaßender Verantwortungsbereich zugeordnet, der sich aus einer Zusammenfassung von geschloßbezogenen Funktionsabteilungen ergibt. Innerhalb dieser Verantwortungssachdarstellung 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 Stellenbeschreibungen sind die Anlagengruppen jeweils täglich, wöchentlich oder monatlich zu inspizieren bzw. zu warten. Am Erledigungstag sind Tagesdatum, HT-Name und der jeweilige Ordnungsmäßigkeitsvermerk in Form einer anhängigen Geräte-Anlagenkarteikarte zu vermerken.

Zusätzlich zu diesen Inspektions- und Wartungsarbeiten werden EDV-mäßige Ausdrücke erzeugt, die die Wartungstermine externer Firmen anmahnen. Bei Fristüberschreitungen sind die ausführenden Firmen schriftlich durch den Abtei-

lungsleiter der HT anzumahnen (z. B. Wartung der Klimaanlage, Heizungs Brenner, etc.).

Darüberhinaus werden durch den Betriebsleiter in wöchentlichen Abständen Inspektionen durchgeführt. Die entsprechenden Mängel werden in einem 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 Inspektionssystem (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. Hervorzu-

heben sind hierbei folgende Anlagengruppen:

- Klimaanlage
- Heizungsanlagen
- Wasseraufbereitungsanlagen
- Aufzugsanlagen
- 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 im 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 Schadenersatz 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 kann 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

Kostenart	DM je BT 1986	% - Anteil an PK, SK	% - jährliche Veränderung		
			1985	1986	
Bundesdurchschnitt:	TD	3,95	2,1	36,1	7,3
	JH	8,46	9,0	7,3	2,0
	GES	12,41			
Hamburg:	TD	5,26	2,3	36,5	3,4
	JH	13,36	11,0	24,8	1,2
	GES	18,62			
Baden-Württemberg:	TD	4,36	2,1	69,9	9,6
	JH	9,53	8,9	44,6	1,5
	GES	13,89			
Nordrhein-Westfalen:	TD	3,84	2,2	28,2	6,9
	JH	8,12	8,9	37,1	3,3
	GES	11,96			
Niedersachsen:	TD	3,45	1,8	50,4	5,9
	JH	7,81	8,9	26,0	- 2,4
	GES	11,26			
Schleswig-Holstein:	TD	3,82	2,2	30,3	5,6
	JH	6,86	7,8	33,4	- 2,9
	GES	10,68			
Saarland:	TD	3,91	2,2	35,5	8,5
	JH	6,18	7,8	19,2	- 0,8
	GES	10,09			
Rheinland-Pfalz	TD	3,32	2,0	8,3	8,7
	JH	6,73	8,7	15,2	3,2
	GES	10,05			

Abb. 3 : Kosten der Krankenhäuser 1986 je Berechnungstag



in Bezug auf das auftretende Sicherheitsrisiko der jeweiligen Anlagengruppe unabdingbar notwendig.

### 3. Finanzierung der Haustechnik

Die Kosten für den Personal- und Instandhaltungsaufwand werden gemäß Bundespflegegesetzverordnung über den Pflege-satz finanziert. Hervorzuheben ist hierbei, daß bei ordnungsgemäßer Anwendung ausschließlich Instandhaltungskosten als Betriebsaufwand eingerechnet werden dürfen, wenn durch diese Maßnahmen die Lebensdauer der Anlagen nicht wesentlich verlängert wird. Durch das im Jahre 1985 novel-lierte Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) werden die Modalitäten zur Investitionsfinanzierung festgelegt und zwar bei kurzfristigem Anlagevermögen mittels Pauschalför-derung, bei mittel- und langfristigen Investitionen mit-tels Einzelantragsverfahren.

Erfahrungen zeigen jedoch, daß der Mechanismus dieses dualen Finanzierungssystems aufgrund der Finanzmittelknapp-heit der Landesregierungen eine wirtschaftliche Erneue-rungspolitik nicht gewährleistet. Deshalb müssen die Kran-kenhausträger mit dem bei der Pflegegesetzverhandlung verab-schiedeten Budget für ein Jahr lang betriebswirtschaftlich handeln. Deshalb ist grundsätzlich die Frage zu stellen, in wie weit die für diesen Bereich verantwortlichen Stel-len ihre Ansprüche im Rahmen des Teilbudgets für Personal- und Instandhaltungskosten geltend machen können. Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse einer jüngst erschienenen AOK-Erhe-bung, die den Ansatz der Kosten für den Bereich der Haus- und Betriebstechnik widerspiegelt. Auf der Basis dieser Zahlen können Sie nun für Ihr Haus den jeweils maximalen Ansatz unter Zugrundelegung der jeweiligen Bettenzahl

### Teilbudgetierung der Haus- und Betriebstechnik

Anzahl Betten	BT p.a. 1)	Personalbudget	P-Stellen	JH-Budget 2)	Teilbudget - HT
100	31.025	122.549	2,3	262.472	385.021
200	62.050	245.098	4,6	524.943	770.041
300	93.075	367.646	6,9	787.415	1.155.061
400	124.100	490.195	9,3	1.049.886	1.540.081
500	155.125	612.744	11,6	1.312.358	1.925.102

Parameter:

- 1) Auslastung 85 %
- 2) ohne Energieaufwand
- 3) Personalkosten : 3,95 DM/BT  
JH-Kosten : 8,46 DM/BT
- 4) Personalkosten : 52.945 DM/p.a.

Abb. 4

bestimmen. Bezugsparameter ist hierbei der Pflegesatzanteil pro Berechnungstag. Beispielrechnungen können Sie der Abb. 4 entnehmen. Ein Bezug zum Anlagevermögen und der Altersstruktur wird hierbei im Gegensatz zur Ansicht vieler Techniker nicht vorgenommen.

Betrachtet man nun die bundesdurchschnittlichen Sachkosten der Krankenhäuser aus dem Jahre 1986, die sich auf einen durchschnittlichen Pflegesatzanteil von 94,18 DM je BT zusammensetzen, so ist erkennbar, daß die beiden Gruppen Wasser, Energie, Brennstoff und Instandhaltung insgesamt ca. 20 % der gesamten Sachkosten auf sich vereinigen. Unter dieser Prämisse kommt der Haus- und Betriebstechnik im Rahmen einer wirtschaftlichen Betriebsführung entscheidende Bedeutung zu. Neben dem Betreiben der Anlagen ist ein gezieltes Energiemanagement erforderlich. Dieses Energiemanagement ist jedoch nur dann möglich, wenn die entsprechenden Betriebsmittelressourcen vorhanden sind. Darunter fallen selbstverständlich auch entsprechend ausgebildete Facharbeiter, die unter der Anleitung entsprechend fachkundiger Ingenieure oder Fremdfirmen arbeiten. Hier gilt es, die Anforderungen anzunehmen und im Verhandlungsgespräch mit den Geschäftsführungen wirtschaftlich praktikable Lösungen zu erarbeiten, die letztendlich mit dazu beitragen, die verabschiedeten Teilbudgets einzuhalten. Nur so können die in deutschen Kliniken vorhandenen Energieeinsparungspotentiale genutzt werden.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Wirtschaftsingenieur N. Adler  
Kaufmännisch-technischer Betriebsleiter  
Chirurgische Klinik Dr. Rinecker  
Isartalstraße 82  
8000 München 70

## Wirtschaftlicher durch Regelung raumlufttechnischer Anlagen von S. Baumgarth, Braunschweig

### 1. Einleitung

Im Bereich der Krankenhausbetriebstechnik muß bedingt durch das Kostendämpfungsgesetz nach Möglichkeiten der Energieeinsparung gesucht werden. Analysen haben gezeigt, daß hier auch viel getan werden kann, wie der folgende Beitrag aufzeigen soll.

Es ist dabei zu unterscheiden zwischen einer Neubauplanung, in die alle energetisch günstigen Lösungen des heutigen Kenntnisstandes einfließen sollten und Möglichkeiten der Kostenreduzierung im Altbaubereich durch andere Betriebsweisen, geringfügige Investitionen für Betriebskostenreduzierung und Reduzierung des Anforderungsprofils für die Betriebszustände. Auf den ersten Punkt soll in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden, da dies Aufgabe der Planer sein wird und nicht der Krankenhausbetreiber.

Bevor auf Kostenreduzierungen eingegangen werden kann, soll im nächsten Abschnitt zunächst die Funktion einer RLT-Anlage kurz aufgezeigt werden.

### 2. Funktion der RLT-Anlage


Die Aufgabe einer raumlufttechnischen Anlage besteht zum einen in der Versorgung des Raumes mit Außenluft, um die verbrauchte Luft auszuwechseln. Zum anderen wird der Lufttransport gleichzeitig zum Energietransport mit genutzt, d.h. im Raum anfallende Kühl- und Heizlasten können über die zugeführte Luft mit gedeckt werden, indem die Zuluft wärmer oder kälter als die Raumlufte gehalten wird. Neben der Energiezu- oder Abfuhr übernimmt die Luft auch die Aufgabe, die Feuchte im Raum auf einen gewünschten Wert zu halten, indem zwecks Entfeuchtens die Zuluft trockener und umgekehrt feuchter als Raumlufte zugeführt wird.

Die Aufgabe der RLT-Anlage in der Zentrale besteht nun darin, die Luft auf einen vorgeschriebenen Feuchtegehalt zu be- oder entfeuchten und auf die geforderte Zulufttemperatur zu erwärmen oder abzukühlen. Das Befeuchten geschieht im wesentlichen mit Luftwäschern oder mit Dampfbefeuchtern. Beide Geräte erfordern einen unterschiedlichen generellen Aufbau der Anlage, um alle gewünschten Zuluftzustände auch erzielen zu können. Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Anlage mit Luftwäscher und Bild 2 eine mit Dampfbefeuchter, jeweils ohne Umluftbeimischung /1/.

# Dem Patienten zuliebe OP-Decken von



- Reinraum -  
jetzt auch im OP!
- wirtschaftlichste  
Lösung!
- sofort anfragen!  
ROM-Kassel  
☎ 0561/71208-22

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

**RUD. OTTO MEYER** Kölnische Straße 112 · 3500 Kassel  
Reinraum, Klima, Wärme, Kälte, Rohrleitungsbau, Medienversorgung,  
Umweltschutz, Eisspeicher, Fernwärme

Ein typisches Regelschema ist jeweils mit in das Bild eingetragen, wobei beim Luftwäscher die noch häufig anzutreffende Wäscheraustrittstemperatur-Regelung (früher auch unter dem Namen Taupunkttemperatur-Regelung bekannt) gewählt wurde. Im Bild 3 ist der Verlauf der Luftzustände für einen Winter- (A1) und einen Sommerfall (A2) für die Anlage mit Luftwäscher in einem h,x-Diagramm [2] dargestellt. Dieses Diagramm gibt den Zusammenhang zwischen der Lufttemperatur, der rel. Luftfeuchte, der abs. Luftfeuchte und der Enthalpie (Energieinhalt) an. Mit dessen Hilfe lassen sich die erforderlichen Veränderungen der Luftzustände berechnen und für den Fachmann leicht übersehen.

Besonders der Außenluftzustand A3, der gleich dem geforderten Zuluftzustand Z3 ist, zeigt (gestrichelt mit eingetragen) die hohe Energievergeudung bei der hier eingesetzten Wäscheraustrittstemperatur-Regelung. Die Luft wird zunächst gekühlt, um auf die Wäscherenthalpielinie zu kommen. Dabei wird sie entfeuchtet. Im Luftwäscher wird sie anschließend wieder befeuchtet auf den ursprünglichen Feuchtegehalt, aber noch weiter abgekühlt, so daß sie anschließend im Nacherhitzer wieder aufgewärmt werden muß. Dies alles ist nur notwendig wegen der hier eingesetzten Regelungsstrategie. Bei einer anderen Regelungsstrategie hätte man die Außenluft ohne weitere Behandlung direkt dem Raum zuführen können. Auf entsprechend günstigere Strategien soll nun im folgenden genauer eingegangen werden.

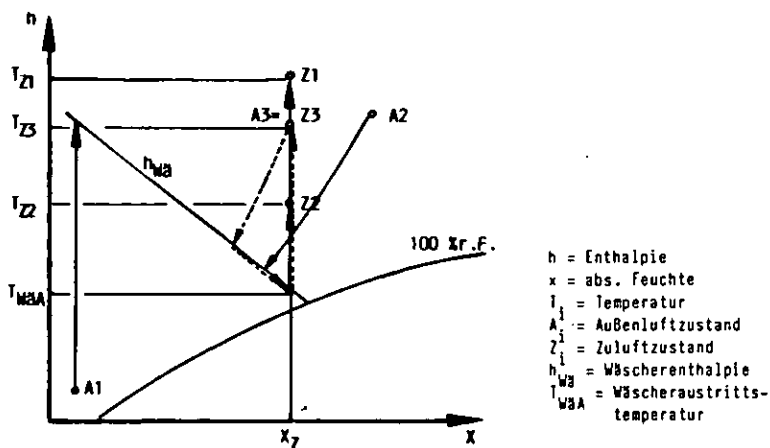
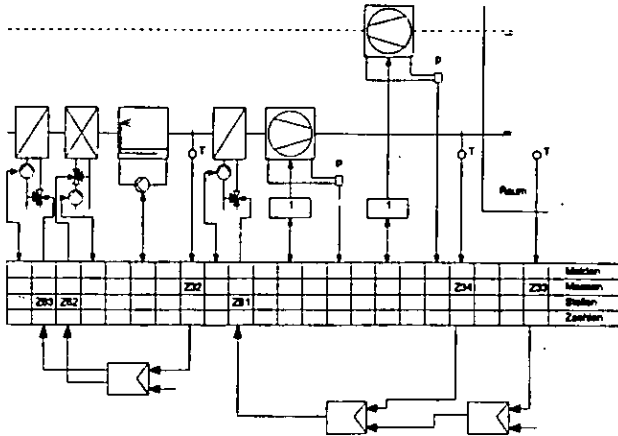
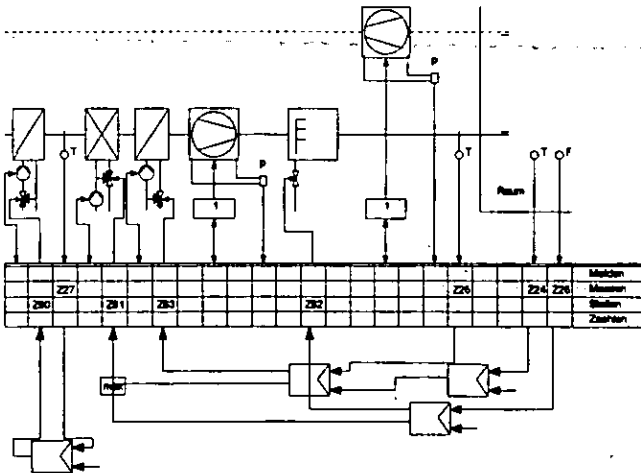


Bild 3: Verlauf der Luftzustände einer RLT-Anlage mit Luftwäscher



**Bild 1:** RLT-Anlage mit Luftwäscher mit Raumtemperatur-Regelung mit Zulufttemperatur in Kaskade und Feuchteregelung über die Wäscheraustrittstemperatur-Messung



**Bild 2:** RLT-Anlage mit Dampfhumidifier, Raumtemperaturregelung mit Zulufttemperatur in Kaskade, direkte Raumfeuchte-Regelung, Frostschutzregelung über Vorerhitzer

### 3. Energieeinsparungen durch verbesserte Regelung

Aus der Vielzahl von Möglichkeiten zum kostengünstigen Betrieb von RLT-Anlagen können hier nur einige herausgegriffen werden. So wird z.B. nicht eingegangen auf RLT-Anlagen mit Grundlastheizung, wo es oftmals zur Energiezufuhr über die Heizungsanlage bei gleichzeitigem Kühlbetrieb über die RLT-Anlage kommt.

#### 3.1 RLT-Anlagen mit Luftwäscher

Im Bild 1 ist die RLT-Anlage mit Luftwäscher und reinem Außenluftbetrieb dargestellt. Die Regelung der Zuluftfeuchte über die Taupunkttemperatur hat zur Folge, daß der Luftwäscher ganzjährig laufen muß, auch wenn im Sommer entfeuchtet werden muß, was zu hohen Betriebskosten führen kann.

Eine direkte Feuchteregelung würde die Möglichkeit bieten, den Luftwäscher dann abzuschalten, wenn Entfeuchtung vom Feuchteregler gefordert wird. Um Takten zu vermeiden, sollte der Luftwäscher auf geregelten Befeuchtungsgrad umgestellt werden, d.h. entweder die Wassermenge über ein Regelventil zu drosseln oder noch kostengünstiger die Wäscherpumpe drehzahl geregelt zu betreiben. In diesem Fall wirkt der Feuchteregler entsprechend dem Regelschema von Bild 4 in Sequenz auf den Kühler, die Wäscherpumpe und den Vorerhitzer. Dabei ist es gleich, ob die Regelung der Raumfeuchte oder der absoluten Zuluftfeuchte vorgesehen ist.

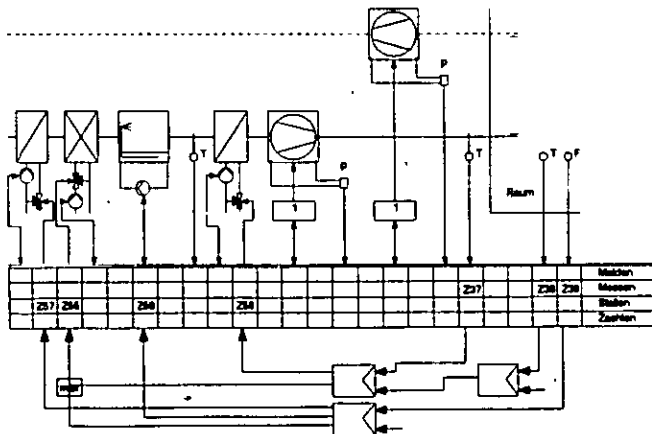


Bild 4: RLT-Anlage mit Luftwäscher und direkter Feuchteregelung



Um konkrete Zahlen vorlegen zu können, ist ein Beispiel ausgewählt, das für alle folgenden Betrachtungen zugrunde gelegt wird. Eine RLT-Anlage für 70.000 m<sup>3</sup>/h Volumenstrom wurde für den Raum Frankfurt (berechnet nach den meteorologischen Daten nach DIN 4710 /3/) bei 24 h Betrieb durchgerechnet auf Jahresbetriebskosten. Als Energiekosten wurden für das Heizen 0.08 DM/kWh und für das Kühlen 0.07 DM/kWh angesetzt. Elektrische Energie wurde mit 0.16 DM/kWh zugrunde gelegt.

Ein Vergleich zwischen der Wäscheraustrittstemperatur-Regelung (Bild 1) und der direkten Feuchterege lung (Bild 4) ergibt als Jahresenergiekosten:

	WÄA-Temp.-RE	dir.Feuchte-RE	Einsparung
für Kühlenergie:	53.000 DM	41.000 DM	12.000 DM
für Heizenergie:	320.000 DM	300.000 DM	20.000 DM
Summe:	373.000 DM	341.000 DM	32.000 DM

Die Einsparung liegt bei ca. 8,5% ohne die Kosteneinsparung der elektrischen Energie für die Wäscherpumpe. Wenn die Heizlast gegenüber der Kühllast vergrößert wird, erhöht sich die Einsparung noch stärker.

Als Regelgröße der Raumfeuchte sollte nach heutigem Erkenntnisstand auch nicht mehr die rel. Feuchte sondern die absolute Feuchte dienen. Das hat den Vorteil, daß bei Schwankungen der Raumtemperatur der Feuchteregler nicht mit eingreifen muß, wie es bei einer rel. Feuchterege lung der Fall wäre. Man erreicht damit eine Entkoppelung der beiden Regelkreise Temperatur und Feuchte, was bislang nicht der Fall war.

Bei Anlagen mit Umluftbetrieb (Bild 5) oder Enthalpie- bzw. Wärmerückgewinnung gibt es bei der konventionellen Regelung mit elektronischen Reglern einen Baustein mit Umschaltung des Regelsinns der Umluftklappen, wenn die Außenluftenthalpie höher ist als die Umluftenthalpie. Man nutzt dann die Kühlenergie der Umluft aus, indem auf maximalen Umluftbetrieb geschaltet wird. Dazu ist aber eine Wäscheraustrittstemperatur-Regelung Voraussetzung /4/.

Im Falle der direkten Feuchterege lung mit abschaltbarem bzw. regelbarem Wäscher versagt diese Regelsinnumschaltung, da eine ergetisch optimale Umluftklappenansteuerung nur über eine Feldeinteilung im h,x-Diagramm möglich ist. Näher soll darauf im nächsten Abschnitt eingegangen werden.

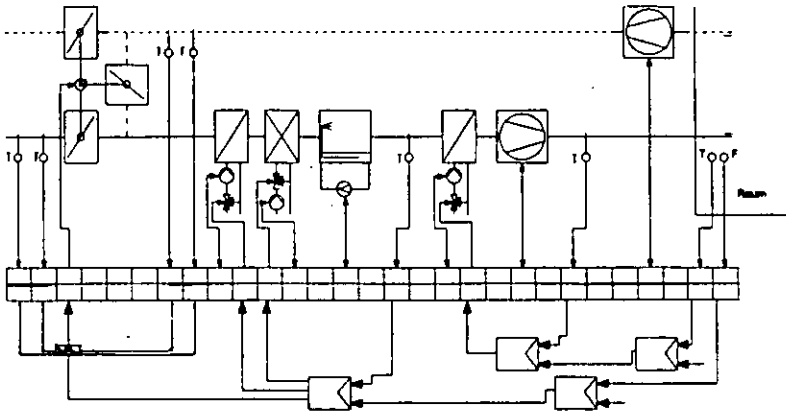


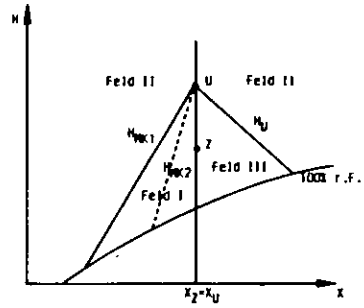
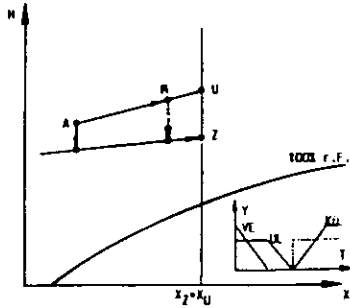
Bild 5: RLT-Anlage mit Luftwäscher und Umluftbeimischung

### 3.2 RLT-Anlagen mit Dampfbefeuchter

Bild 2 zeigte den prinzipiellen Aufbau einer RLT-Anlage mit Dampfbefeuchter und Regelung der Raumtemperatur mit Zulufttemperatur in Kaskade und Raumfeuchte. Auch hier sollte von einer absoluten Raumfeuchte-Regelung ausgegangen werden, d.h. ein geforderter Raumzustand von  $22^{\circ}\text{C}$  und 50 %r.F. entspricht einem absoluten Feuchtegehalt von ca. 8 g Wasser/kg Luft.

Die Jahresenergiekosten sind praktisch identisch mit denen der RLT-Anlage mit Luftwäscher bei direkter Feuchteregelung, wenn man für die Dampferzeugung den gleichen Energiepreis wie für die Heizung ansetzt. Da sich die Heizkosten zu ca. 1/3 aus den Verdampfungskosten und zu 2/3 aus den Kosten des Erhitzers zusammensetzen, steigen natürlich die Jahresbetriebskosten um ca. 100.000 DM, wenn der Dampf elektrisch erzeugt wird und die elektrische Energie nur um den Faktor 2 teurer angesetzt wird.

Wird bei diesen Anlagen Umluft mit beigemischt, so findet man häufig auch hier bei elektronischen Reglern die Regelsinnumschaltung bei höherer Außenluftenthalpie als Umluftenthalpie vor. Das ist aber falsch, wie das h,x-Diagramm in Bild 6 nachweist. Ausgehend vom Außenluftpunkt A würden vor Öffnen des Kühlers entsprechend der Sequenz des Temperaturreglers im unteren Teil des Bildes zunächst die Klappen auf reine Außenluft fahren,



$h$  = Enthalpie;  $x$  = abs. feuchte; Luftzustände für  $A$  = Außenluft,  $U$  = Umluft,  $Z$  = Zuluft und  $M$  = Mischluft;  $T$  = Temperatur;  $y$  = Stellgröße;  $VE$  = Vorerhitzer;  $UL$  = Umluftklappen;  $KU$  = Kühler;  $H_{MK1} = h/x = 5377 \text{ kJ/kg}$  (Kühlenthalpie = Dampfbefeuchterenthalpie),  $H_{MK2}$  = Linie für Kühlerkosten = Dampfbefeuchterkosten

Bild 6: Luftzustände im  $h,x$ -Diagramm bei Dampfzufuhr und Umluftbeimischung

Bild 7: Felddarstellung für den Außenluftzustand für optimale Umluftbeimischung nach  $h,x$ -Diagramm (Feld I = Umluft geregelt, Feld II = max. Umluft, Feld III = keine Umluft) /5/

so daß eine sehr große Dampfmenge zugeführt werden muß. Wesentlich kostengünstiger wäre in diesem Fall, mit maximaler Umluft zu fahren (Punkt  $M$ ), da dann etwa die gleiche Kühlenergie aufgebracht werden müßte, aber wesentlich weniger Dampfmenge zuzuführen wäre.

Die Entscheidung, für welche Außenluftzustände mit maximalem, minimalem oder geregelt Umluftanteil zu fahren ist, läßt sich nur über die jeweilige Lage des Außenluftzustandspunktes im  $h,x$ -Diagramm finden. Das jedoch ist mit einer konventionellen Regelung nicht möglich. Nur über einen Rechner, d.h. über die DDC-Technik läßt sich eine Anlage dieser Art energetisch richtig regeln. Als Beispiel sei hier im Bild 7 die Felddarstellung im  $h,x$ -Diagramm für den Fall Raum kühlen ohne Feuchtelasten wiedergegeben. Mit Feuchtelasten gibt es insgesamt 4 verschiedene Fälle, die hier aber nicht alle aufgeführt werden sollen /5/.

### 3.3 Einsatz von DDC-Technik

Durch den Einsatz der digitalen Regelungstechnik (DDC = direct digital control) ist es heute möglich, komplexe Regelungsstrategien zu verwirklichen, die bisher nicht oder nur mit großem Aufwand möglich waren.

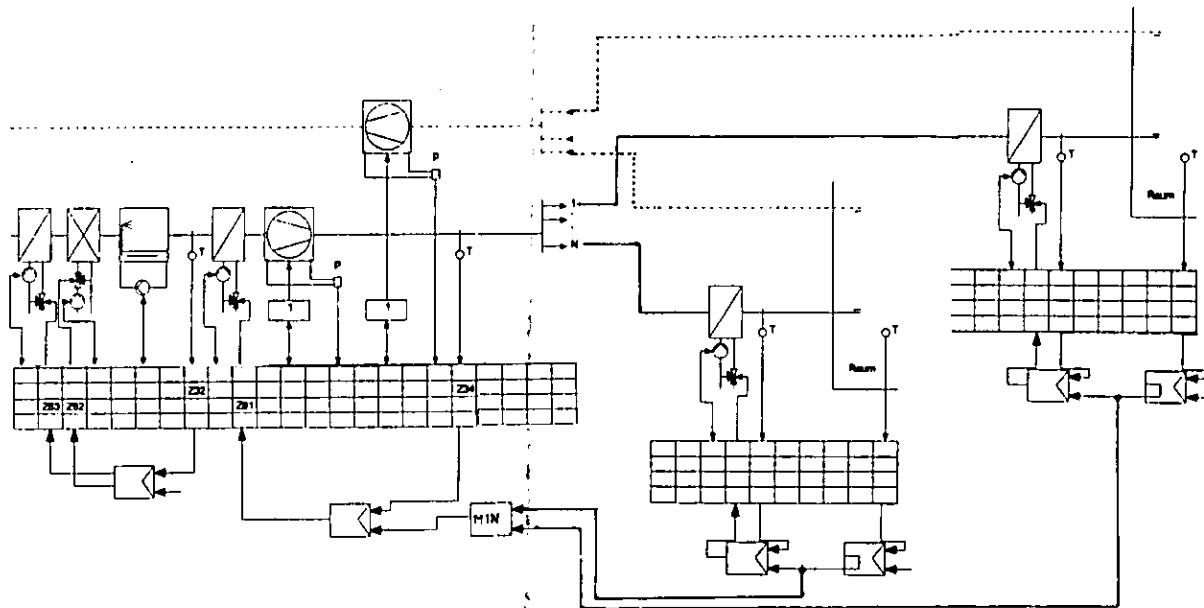
Sequenzen, wie sie in den vorangegangenen Bildern verwendet werden, sind sehr leicht zu verwirklichen. Die Maximal- oder Minimalauswahl von mehreren Werten ist im Programm des DDC-Gerätes oftmals durch nur eine Zeile oder einen Funktionsblock möglich, während in der konventionellen Technik teure Bausteine hinzugefügt werden mußten.

Meßwerte können mehrfach verwendet werden, auch wenn es sich um passive Fühler handelt. In konventioneller Technik ist hier zunächst ein teurer Meßumformer erforderlich. Da an den meisten DDC-Geräten beliebige Meßfühler angeschlossen werden können, braucht man bei Nachrüstung mit DDC-Technik in einer Anlage die Fühler oftmals nicht auszutauschen. Dasselbe gilt für die Stellglieder, die bei elektrischer Ansteuerung in den meisten Fällen auch beibehalten werden können.

Obleich die DDC-Systeme auf Mikroprozessorbasis beruhen, sind doch eine Reihe von Systemen nicht frei programmierbar, d.h. nur in einigen Geräten lassen sich auch mathematische Anweisungen verarbeiten, wie z.B. die Berechnung der absoluten Feuchte aus der Temperatur und der rel. Feuchte durch Eingabe der entsprechenden Formeln. Dasselbe gilt natürlich auch für die Enthalpie. Damit lassen sich aber auch h,x-geführte Regelungsstrategien nicht mit jedem DDC-System durchführen.

Neben den bisher aufgeführten Vorteilen der Regelung im Bereich der Einzelanlagen lassen sich durch die Verarbeitung einer Vielzahl von Regelkreisen in einem DDC-System auch Einsparungen erzielen, indem die Kombination von Teilanlagen gemeinsam betrachtet wird. Ein Beispiel zeigt Bild 8 mit mehreren Zonen.

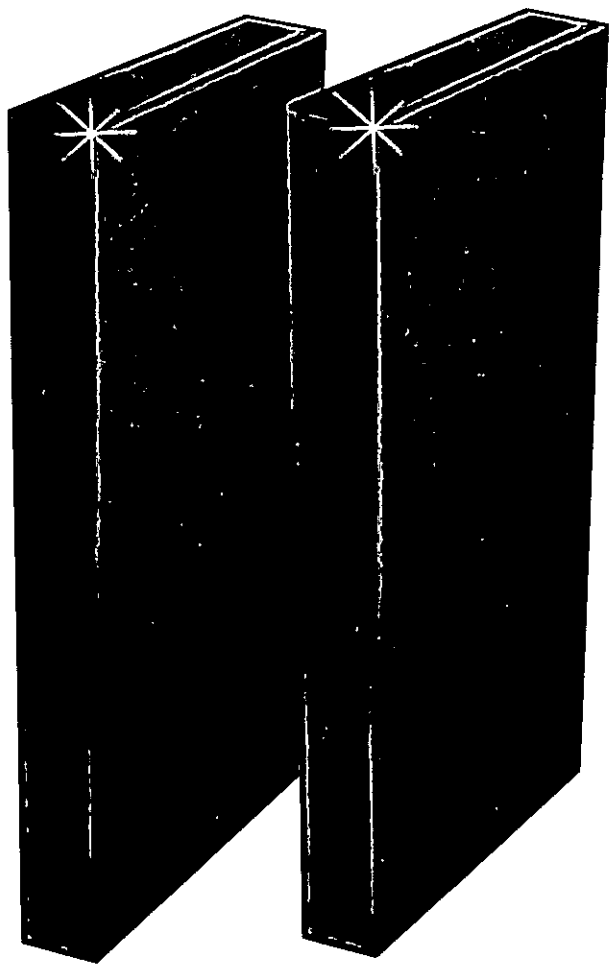
Sehr häufig findet man in den Nachbehandlungszonen jeweils nur einen Erhitzer. In der Zentrale wird die Luft auf einen Zuluftzustand aufbereitet, der in allen Zonen eine Nacherhitzung erforderlich macht. In der Übergangszeit bzw. im Sommer wird hier die Luft evtl. viel zu weit heruntergekühlt. Mit Hilfe der DDC-Technik kann man sich aus den einzelnen Zonen die niedrigste Sollwerttemperatur heraussuchen durch eine Minimalauswahl und gibt diesen Wert als Sollwert für die Zentrale auf. Hier muß man die jeweilige Anlagenkonzeption genau erfassen und kann häufig energetisch günstigere Lösungen vorschlagen.



**Bild 8:** Mehrzonen-RLT-Anlage mit Sollwertvorgabe für zentrale Zulufttemperatur aus Minimalauswahl der Zonenzulufttemperaturen

# Membran Absorber

Neu



**Die neue  
Kulissengeneration  
mit völlig glatten  
Oberflächen**

\*Eine Gemeinschafts-  
entwicklung mit dem  
Fraunhofer Institut  
für Bautechnik



# SCHAKO

## Absorber für den Technischen Schallschutz, die

- ③ hohen Hygiene-Anforderungen genügen (z.B. in Lüftungs- und Klimaanlage, Großküchen, Reinen Räumen),
- ④ leichte Reinigung durch Bürsten oder Waschen ermöglichen (z.B. in Abluft-Reinigungsanlagen, Kaminen),
- ⑤ gute Resistenz gegenüber chemischer und mechanischer Beanspruchung aufweisen (z.B. in Strömungskanälen, bei abrasiver Beanspruchung)

### Aufbau

- ① Absorptionselement mit vollständig glatter Oberfläche in Ganzmetall-Bauweise
- ② Loch- und Deck-Membranen großflächig auf Waben-Struktur geklebt
- ③ Selbsttragende steife Konstruktion, der Leichtbauweise von Fluggerät entsprechend

**Kulissen-Schalldämpfer aus Membran-Absorbern vermeiden nicht nur die bekannten Nachteile poröser Absorber; sie bieten zusätzlich noch einige Vorteile:**

- ① den Lärm im dominierenden Frequenzbereich zwischen 200 und 300 Hz gezielt zu bekämpfen
- ② die Schalldämpfer auf engem Raum zu konzentrieren
- ③ ihr Brandverhalten in staubhaltigen Medien zu verbessern
- ④ Gewicht zu sparen durch Leichtbauweise
- ⑤ Schalldämpfer als selbsttragende Bauteile auszubilden
- ⑥ durch völlig glatte Oberflächen einen minimalen Strömungs-widerstand zu gewährleisten

\* Ein Resonanz-Absorber, der zusammen mit dem Fraunhofer Institut entwickelt wurde.

# SCHAKO

### 3.4 Einführung nicht zu regelnder Bereiche

Oftmals werden aus Unkenntnis der Randbedingungen heraus Forderungen gestellt, die schon von der Meßtechnik gar nicht eingehalten werden können. Ein charakteristisches Beispiel ist die Feuchteregelung. Hier wird eine rel. Feuchte von z.B. 50 %r.F.  $\pm 1$  %r.F. gefordert. Kontrolliert man dagegen einmal die Meßfühler, so zeigen sie häufig Abweichungen von mehr als 10%, ohne daß Hinweise seitens des Anwenders auf eine falsch arbeitende Regelung gegeben wurden. Daraus und aus der Tatsache, daß der Mensch gar nicht exakt eine Feuchte von 50 %r.F. empfindet, sondern nur einen gewissen Behaglichkeitsbereich bezogen auf die Feuchte erkennt, läßt sich folgern, daß man die rel. Feuchte im Raum nicht auf einen Punkt exakt regeln muß (z.B. 50 %r.F.) sondern nur dann eingzugreifen hat, wenn die rel. Raumfeuchte außerhalb z.B. 40 %r.F. bis 60 %r.F. liegt. Nur bei Überschreiten des oberen Grenzwertes sollte eine Entfeuchtung und bei Unterschreiten des unteren Grenzwertes eine Befeuchtung einsetzen. Im Bild 9 ist das Regelschema für die RLT-Anlage mit Luftwäscher dargestellt. Entsprechendes Schema gilt auch für die RLT-Anlage mit Dampfefeuchter. Es werden jeweils zwei Regler eingesetzt, einmal zum Be- und einmal zum Entfeuchten.

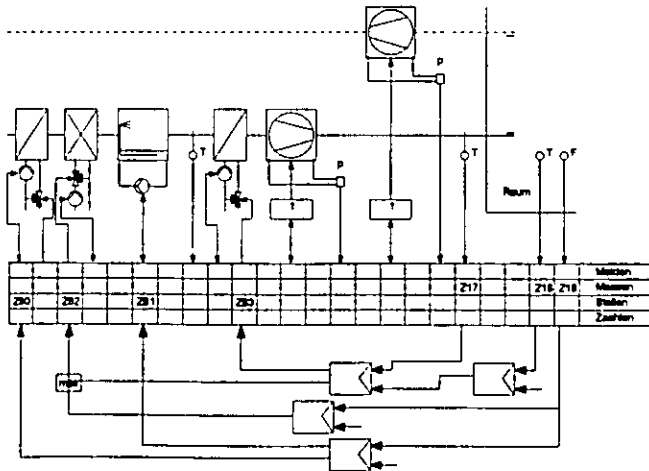


Bild 9: RLT-Anlage mit Luftwäscher und Feuchteregelung nur außerhalb eines Bereiches, z.B. 40 %r.F. und 60 %r.F.



Für diesen Fall ergibt sich natürlich eine weitere Energieeinsparung, wie die Gegenüberstellung in der folgenden Tabelle zeigt.

	RLT-Anlage mit Luftwäscher			RLT-Anlage mit Dampfbefeuchter		
	50 %r.F.	40...60 %	Einsparg.	50 %r.F.	40...60 %	Einsparg.
Heiz-	300.000	261.000	39.000	309.000	256.000	53.000
Kühl-	41.000	21.500	19.500	44.000	23.000	21.000
Kosten (DM)	341.000	282.500	58.500	353.000	279.000	74.000

Eine Einsparung von ca. 20 % der Energiekosten ist durch diese Maßnahme möglich. Die Differenz zwischen den Energiekosten der RLT-Anlage mit Luftwäscher bzw. mit Dampfbefeuchter liegt in der Tatsache, daß zur Berechnung eine relativ hohe Kühllast zugrunde gelegt wurde. Bei Reduzierung der Kühllast unter sonst gleichen Bedingungen steigt die Heizenergie stark an. Daraus läßt sich auch folgern, daß abhängig vom Verhältnis der Kühl- zu den Heizlasten die Entscheidung getroffen werden muß, ob ein Luftwäscher- oder ein Dampfbefeuchterbetrieb kostengünstiger ist.

Nicht berücksichtigt sind in diesen Betrachtungen die Energiekosten für den Lufttransport, d.h. die Ventilatorkosten. Das erfolgt im nächsten Punkt.

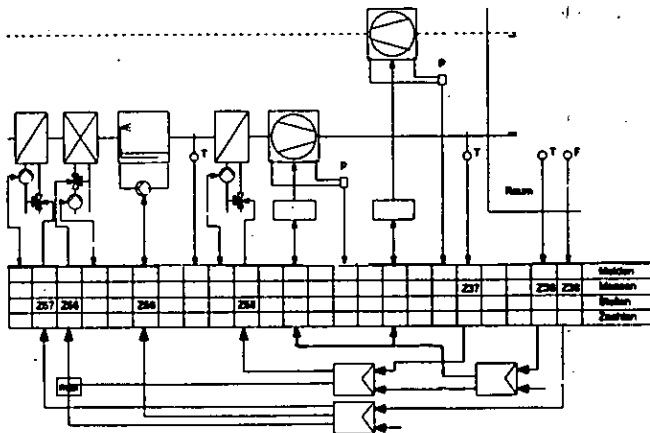
### 3.5 Reduzierung des Volumenstromes (VVS-Anlagen)

Eine entscheidende Energieeinsparmöglichkeit ist mit den VVS-Anlagen (volumen-variable Systeme) gegeben. Die RLT-Anlagen werden i. a. für den extremen Zustand ausgelegt, d.h. der erforderliche Volumenstrom berechnet sich aus der maximalen Heiz- bzw. Kühlleistung des Gebäudes und der maximalen Zulufttemperaturdifferenz gegenüber der Raumtemperatur. Dieser Extremzustand tritt im Jahr jedoch nur wenige Stunden auf. In der übrigen Zeit wird entschieden zu viel Luft dem Raum zugeführt. Da die Lufttransportkosten ca. 40 % der gesamten Verbrauchskosten betragen können, wäre hier sehr viel einzusparen, wenn man die Luftmenge an die erforderliche Heiz- bzw. Kühlleistung anpassen würde. Eine Volumenstromänderung auf 1/2 bedeutet allein in der Ventilatorleistung eine Reduzierung auf 1/8, da die Leistung mit der 3. Potenz eingeht.

Bevor zu diesen Maßnahmen gegriffen wird, muß jedoch abgeklärt werden, ob die Luftauslässe an den geringeren Volumenstrom angepaßt sind, d.h. daß auch bei kleinerem Volumenstrom noch eine raumerfüllende Strömung gewähr-

leistet ist. Evtl. kann zumindest in der Nebenbetriebszeit auf geringeren Volumenstrom geschaltet werden.

Die Realisierung ist entweder über einen mehrstufigen Ventilator in schaltender Form oder über einen Frequenzumrichter in stetiger Anpassung durchzuführen. Das zugehörige Regelschema für die stetige Ansteuerung zeigt das Bild 10. Bei schaltendem Ventilator muß der Sollwert für die Zulufttemperatur im Umschaltpunkt gegenüber Raumtemperatur verdoppelt bzw. halbiert werden. Das verhindert einen unnötigen Anstieg oder Abfall der Raumtemperatur bei Umschaltung der Ventilatordrehzahl. Auch dieses Verfahren ist optimal nur mit Hilfe der DDC-Technik zu realisieren  $\frac{1}{6}$ .



**Bild 10:** Volumenvariable RLT-Anlage mit stetiger Drehzahländerung

Die Energieeinsparung für diesen Fall zeigt die folgende Tabelle, in der eine RLT-Anlage mit  $70.000 \text{ m}^3/\text{h}$  konstantem Volumenstrom einer Anlage mit variablem Volumenstrom zwischen  $35.000 \dots 70.000 \text{ m}^3/\text{h}$  gegenübergestellt ist:

	konst. Vol.	var. Vol.	Einsparung
Heizenergiekosten	305.000 DM	163.000 DM	142.000 DM
Kühlerenergiekosten	41.000 DM	24.000 DM	17.000 DM
Ventilatorenergiekosten	131.000 DM	35.500 DM	95.500 DM
Summe:	477.000 DM	222.500 DM	254.500 DM

Eine Energieeinsparung von über 50% ist bei einer Reduzierung des Volumenstroms möglich, wenn man Bereiche wie OP etc. von dieser Maßnahme ausklammert. Allerdings sind die oben genannten Voraussetzungen unbedingt zu erfüllen.

#### 4. Kostenreduzierung durch Fernüberwachung

Die Varianten der Einsparung von Energieverbrauchskosten lassen erkennen, daß ein hoher Sachkenntnisstand vorausgesetzt werden muß. Da kleinere Krankenhäuser oftmals kein entsprechendes Personal einstellen können, bleibt hier nur das Verfahren der Überwachung und Wartung über eine technische Zentrale außerhalb des Krankenhauses, die mit Hilfe der Modem-Technik direkt mit den Anlagen in Verbindung steht //.

Die DDC-Geräte werden häufig über einen PC programmiert über eine V24-Schnittstelle. Es ist heute kein Problem mehr, zwischen den PC (Überwachungszentrale) und der DDC-Anlage (Krankenhaus) eine Telefonleitung mit Postmodem zu setzen, so daß automatisch bei Störmeldung ein Anruf in der Überwachungszentrale erfolgen kann oder umgekehrt der Überwacher Daten aus der Anlage abfragen oder gar Programme ändern kann. Diese Technik ist bei Einsatz von DDC-Technik heute Stand der Technik und erlaubt es, nicht nur Anlagen energetisch günstig zu betreiben, sondern auch einen wesentlich höheren Zuverlässigkeitsgrad zu erzielen, da die Ausfallzeiten reduziert werden können. Über das System kann auch ein Wartungsdienst installiert werden, der von der Überwachungszentrale organisiert werden kann.

Auf diesem Gebiet werden sich in der nahen Zukunft entscheidende Änderungen in der Technik ergeben, was bereits heute abzusehen ist.

#### 5. Zusammenfassung

Die Beispiele sollten aufzeigen, daß man mit Hilfe einer modernen Regelungsstrategie Betriebskosten im Bereich der RLT-Anlagen einsparen kann, auch ohne entscheidende Investitionen zu tätigen.

Mit Hilfe der DDC-Technik sind Strategien zu verwirklichen, die konventionell überhaupt nicht möglich sind. Außerdem eröffnen sich über die Fernübertragungstechnik ganz neue Perspektiven, wie im letzten Abschnitt gezeigt wurde.

## 6. Literatur

- /1/ Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik, Handbuch der Klimatechnik, Bd. 2, Berechnung und Regelung, 2. Auflage, C.F. Müller-Verlag, Karlsruhe, 1988
- /2/ Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik, Handbuch der Klimatechnik, Bd. 1 bis 3, C.F. Müller-Verlag, Karlsruhe 1988
- /3/ DIN 4710, Metereologische Daten zur Berechnung des Energieverbrauchs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen, Nov. 1982
- /4/ Arbeitskreis der Dozenten für Regelungstechnik, Regelungstechnik in der Versorgungstechnik, 2. Auflage, C.F. Müller-Verlag, Karlsruhe 1988
- /5/ S. Baumgarth, Strategien zur Feuchteregeung, GMA-Bericht 12, VDI/VDE-Gesellschaft Meß- und Autoamtsierungstechnik, VDI-Verlag, Düsseldorf, Okt. 1987
- /6/ S. Baumgarth, DDC-Regelungen in der Raumluftechnik, VDI-Berichte Nr. 569, Mikroelektronik und EDV in der technischen Gebäudeausrüstung, VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 1985
- /7/ S. Baumgarth, DDC-Regelungen in der Raumluftechnik, Kompatibilität und Datenfernübertragung, Ergänzungen zum VDI-Bericht Nr. 569, VDI-Verlag, Okt. 19186

### Verfasser:

Baumgarth, Siegfried, Prof. Dr.-Ing.,  
Institut für Raumluftechnik und Gebäudeautomation  
Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, Salzdahlumer Str. 46/48,  
3340 Wolfenbüttel, Tel.: 05331-301252

**Raumluftechnische Anlagen - Instandhaltung -  
von K-D. Fey, Butzbach**

---

**1. Einleitung**

Wie bei jeder technischen Einrichtung kommt es auch bei RLT-(raumluftechnischen) Anlagen während des Betriebs zu Funktionsstörungen und Leistungsminderungen.

Eine rationelle Instandhaltung ist deshalb Voraussetzung für einen sicheren, werterhaltenden und wirtschaftlichen Betrieb raumluftechnischer Anlagen. Die rationelle Instandhaltung raumluftechnischer Anlagen besteht aus vorbeugenden und schadensbedingten Maßnahmen.

Diese Binsenweisheiten werden leider nur allzu oft aus den verschiedensten Gründen ignoriert. Die Instandhaltung kommt normalerweise nur bei Funktionsstörungen oder im Zusammenhang mit den stets zu hohen Installationskosten ins Gespräch. Die Organisation einer rationellen Instandhaltung für RLT-Anlagen ist deshalb für jeden Betreiber unerlässlich.

Die Mehrzahl der im Zusammenhang mit dem Betrieb von RLT-Anlagen entstandenen Probleme hätten durch eine qualifizierte Instandhaltung vermieden werden können.

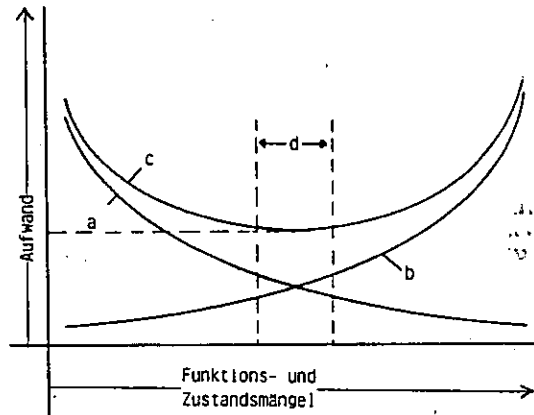
**1.1 Begriffe und Definitionen**

Für die Instandhaltung werden die Begriffe und Definitionen der DIN 31.051 angewendet.

<b>Instandhaltung</b>		
<b>Gruppierung der Maßnahmen</b>		
Wartung	Inspektion	Instandsetzung
<b>Ziele der Maßnahmen = Definition nach DIN 31 051</b>		
Bewahrung des Sollzustandes	Feststellung und Beurteilung des Istzustandes	Wiederherstellung des Sollzustandes
<b>Einzelmaßnahmen</b>		
Prüfen Nachstellen Auswechseln Ergänzen Schmieren Konservieren Reinigen	Prüfen Messen Beurteilen	Ausbessern Austauschen

## 2. Wirtschaftliche Aspekte

Der alte Streit, ob die Strategie einer schadensbedingten (Feuerwehr-Methode) oder die einer vorbeugenden Instandhaltung oder ein Mix aus beiden die wirtschaftlichste Problemlösung darstellt, ist immer noch nicht klar entschieden. Es gibt keine entsprechenden schlüssigen Untersuchungen.



- a) vorbeugende Instandhaltung
- b) schadensbedingte Instandhaltung
- c) Gesamt-Instandhaltung
- d) wirtschaftlicher Bereich

Die Erfahrung zeigt jedoch, daß der Anwendung eines Strategie-Mix Präferenzen einzuräumen sind. Inwieweit die eine oder die andere Strategie in dem Mix zu berücksichtigen ist, hängt weitgehend von den Anforderungen an die Funktionssicherheit der RLT-Anlage ab. Steigende Anforderungen an die Funktionssicherheit bedingen einen steigenden Anteil vorbeugender Instandhaltungen.

So wird man für die Instandhaltung einer RLT-Anlage für einen OP einen höheren Aufwand für vorbeugende Instandhaltung treiben, als für die eines weniger genutzten Besprechungsraums.

RLT-Anlagen sind nur wirtschaftlich instandzuhalten, wenn die erforderlichen Finanzmittel zur Verfügung gestellt werden und die Mindestanforderungen an die Organisation erfüllt sind. Dazu gehören insbesondere, daß die ausreichende Personalkapazität sowohl quantitativ als auch qualitativ zur Verfügung steht. Viele der in der Praxis aufgetretenen Probleme entstehen, weil gerade diese Bedingung nicht erfüllt ist.

Nur allzu oft bleiben bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen im Rahmen der Planung neuer Anlagen die für eine rationelle Instandhaltung erforderlichen Anforderungen unberücksichtigt oder sie werden zu gering angesetzt. Das dürfte ein wesentlicher Grund dafür sein, daß die Finanzmittel oft nicht in erforderlichem Umfang zur Verfügung stehen.

Die in den letzten Jahren installierten RLT-Anlagen sind technisch sehr komplex. Sie bedürfen Instandhaltungsleistungen, die Kenntnisse in mehreren Fachbereichen voraussetzen. Der ideale Instandhalter für die RLT-Anlagen müßte neben den einschlägigen handwerklichen Fähigkeiten über theoretische und praktische Kenntnisse in den Fachbereichen Luft-, Elektro-, MSR- (Meß-, Steuerungs-, Regelungs-) und Kältetechnik verfügen. Darüber hinaus müssen diese Instandhalter unter Umständen auch noch andere Bedingungen und Auflagen, z.B. den des WHG (Wasserhaushaltsgesetz) entsprechen. Solche Fachleute findet man nur sehr selten.

Abgesehen davon, daß die erforderlichen Fachleute nicht in ausreichendem Umfang zur Verfügung stehen und auch in Zukunft nicht zur Verfügung stehen werden, ergeben sich für die meisten Betreiber raumlufttechnischer Anlagen Probleme hinsichtlich deren Auslastung. Die Beschäftigung solcher nicht ausgelasteter hochspezialisierter und damit auch teureren Fachkräfte mit anderen Tätigkeiten dürfte kaum möglich, aber in jedem Fall unwirtschaftlich sein.

Es gilt aus den genannten Gründen, einen rationellen Ausweg zu finden. Dieser Ausweg besteht aus einer Kombination von eigenen Leistungen durch den Anlagenbetreiber einerseits und durch externe Dienstleister oder die Kundendienstabteilung der Anlagenersteller andererseits. Überall dort, wo der Betreiber über Personal mit ausreichender Qualifikation verfügt und dieses auch auslasten kann, kann er die Instandhaltungsleistungen mittels eigenem Personal erbringen. In allen anderen Fällen sollte er sich eines qualifizierten Dienstleisters bedienen.

Qualifizierte externe Dienstleister und Kundendienstabteilungen oder Anlagenersteller haben sich Fachverbänden, z.B. VDMA und BHKS angeschlossen. Über diese Verbände sind Anschriftenverzeichnisse externer Instandhalter erhältlich.

Eine Anzahl von Betreibern von RLT-Anlagen hat diesen Ausweg mit Erfolg beschritten. Leider stehen der Realisierung dieser wirtschaftlichen Alternative oft Gründe entgegen, auf die der Betreiber nur bedingt Einfluß hat. So stehen häufig personalpolitische Gründe oder Stellendenken solchen rationellen Lösungen entgegen.

Ähnliche Lösungen bieten sich auch bei der Einrichtung eines Bereitschaftsdienstes zur Beseitigung von Störungen außerhalb der normalen Arbeitszeit an. Die Unterhaltung eines Rund-um-die-Uhr-Dienstes ausschließlich mit eigenem Personal ist meist eine sehr teure Einrichtung. Wichtige Hinweise für die methodische Berechnung von Instandhaltungskosten und Modelle für Vergleichsrechnungen für Eigen- oder Fremdleistungen sind den DKIN-Empfehlungen Nr. 12 zu entnehmen.

### 3. Technische Aspekte

#### 3.1 Instandhaltung während der Gewährleistung

Für neu erstellte und erneuerte Anlagen leistet der Anlagenersteller Gewähr gemäß den im Auftrag vereinbarten Bedingungen.

Daraus darf aber keinesfalls abgeleitet werden, daß während der Gewährleistungszeit jede vorbeugende Maßnahme entfallen kann und alle schadensbedingten Maßnahmen vom Anlagenersteller kostenfrei zu erbringen sind, d.h. auch während der Gewährleistungszeit muß eine Instandhaltungsfunktion präsent sein.

#### 3.2 Unterlagen für die Instandhaltung

Die Fachverbände der Anlagenersteller und Dienstleister haben Leistungsprogramme für die Tätigkeiten im Rahmen der vorbeugenden Instandhaltung erstellt. Die Anwendung dieser Planungs- und Arbeitsunterlagen, z.B. des VDMA Einheitsblattes 24186, wird dringend empfohlen. Sie berücksichtigen weitgehend die einschlägigen technischen Regeln und Vorschriften.

#### 3.3 Zustandsabhängige Instandhaltung

Die Wartung und die vorbeugende Instandsetzung von RLT-Anlagen erfolgt zur Zeit überwiegend noch in regelmäßigen, vorher definierten Intervallen.

Moderne Computer und Kommunikationstechnik werden in naher Zukunft aufgrund permanenter Überwachungsmöglichkeiten sowie der automatischen Erstellung von Ereignis- und Zustandsstatistiken eine zustandsabhängige Wartung und vorbeugende Instandsetzung erlauben, d.h. die Funktionssicherheit wird bei niedrigeren Kosten erhöht.

#### 3.4 Schadens- und Mängelstatistik

Zur Beurteilung der Funktionssicherheit von RLT-Anlagen, aber auch als Entscheidungshilfe für Ersatzinvestitionen haben sich Betriebsbücher oder Schadens- und Mängelstatistiken bestens bewährt. Es wird deshalb jedem Betreiber empfohlen, entsprechende Unterlagen zu führen oder sie führen zu lassen.



#### 4. Personelle Aspekte

Die Instandhaltung für RLT-Anlagen bedingt Fachpersonal. Für die Ausführung der Instandhaltungstätigkeiten hat sich, wie mehrjährige Erfahrungen zeigen, Personal mit einer elektronischen Grundausbildung am besten bewährt. Es verfügt neben der handwerklichen Fähigkeiten im Bereich der Metallarbeiten über Grundkenntnisse der Elektrotechnik. Da Störungen oder Defekte an RLT-Anlagen meistens mehrere technische Bereiche, aber fast immer auch den Bereich der Elektrotechnik berühren, ist dieses Personal insbesondere für einen Bereitschaftsdienst geeignet.

Instandhaltung einer RLT-Anlage ist immer auch mit Reinigungstätigkeiten verbunden. Es ist selbstverständlich, daß Reinigungsarbeiten geringeren Umfangs von den Instandhaltungsfachkräften mit erledigt werden müssen.

Die schnelle technische Entwicklung bedingt eine permanente Aus- und Weiterbildung des Instandhaltungspersonals.

**Literaturhinweise:**

- VDI-Richtlinien 3801 - Betreiben von raumlufttechnischen Anlagen  
zu beziehen über: Beuth Verlag GmbH, Berlin 30 und Köln 1
- VDMA Einheitsblatt 24176 - Lufttechnische Geräte und Anlagen,  
Leistungsprogramm für die Inspektion  
zu beziehen über: Beuth Verlag GmbH, Berlin 30 und Köln 1
- VDMA Einheitsblatt 24186, Teile 0-3, Leistungsprogramme für die  
Wartung von lufttechnischen und anderen technischen Ausrüstungen in  
Gebäuden  
zu beziehen über: Beuth Verlag GmbH, Berlin 30 und Köln 1
- DKIN-Empfehlung Nr. 12 - Instandhaltungskosten, Teil 4, Hinweise für  
Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen  
herausgegeben vom Deutschen Komitee Instandhaltung e.V., Postfach 140149  
4000 Düsseldorf 14
- DIN 31051 - Instandhaltung, Begriffe  
zu beziehen über: Beuth Verlag GmbH, Berlin 30 und Köln 1

**Anschriften der Verbände:**

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.  
VDMA, Arbeitsgemeinschaft Instandhaltung Gebäudetechnik (AIG)  
Postfach 71 08 64  
Lyoner Str. 18  
6000 Frankfurt 71

Bundesverband Heizung Klima Sanitär e.V.  
BHKS  
Geschäftsstelle: Weberstr. 33  
5300 Bonn 1  
Telefon: 0228/21 90 43-44

**Anschrift des Verfassers:**

Klaus-Dieter Fey  
PohlGönsenstr. 20  
6308 Butzbach  
Tel.: 06033/18 02-11 (geschäftlich)  
06033/64 261 (privat)

## Ausfall der OP-Klimaanlage - was tun?

von Dr.-Ing. Peter Schmidt, Reiskirchen

---

### Einleitung

Der Betrieb von Operationsräumen ohne raumluftechnische Anlagen ist heute insbesondere aus hygienischen Gründen unvorstellbar. Wenngleich bei technischen Anlagen prinzipiell keine 100 %ige Verfügbarkeit über die Betriebszeit erwartet werden kann, sind Untersuchungen oder Maßnahmen für den Fall eines Ausfalls der Klimaanlage während der Operation nicht bekannt. Die lufthygienischen Auswirkungen eines solchen Ausfalls und die daraus zu ziehenden Konsequenzen können von Ingenieuren allein nicht beurteilt werden. Diese sind nur in der Lage, die physikalischen Auswirkungen eines solchen Störfalles zu beschreiben oder zu untersuchen.

Mit einer Erhöhung der Luftkeimkonzentration in der Umgebung des Operationsgebietes nimmt unzweifelhaft die Gefahr von Luftkeiminfektionen zu, wenngleich dieser Zusammenhang nur durch sehr aufwendige Untersuchungen und nur bei orthopädischen Operationen nachgewiesen werden kann, siehe zum Beispiel LIDWELL et al /1/ oder SALVATI et al /2/. Grenzwerte für die maximalen tolerablen Luftkeimkonzentrationen sind nicht bekannt.

Dem Ingenieur ist es gleichfalls unmöglich, eine Abschätzung zwischen dem Risiko einer erhöhten Infektionsgefahr und dem Abbruch der Operation vorzunehmen. Im allgemeinen wird wohl davon auszugehen sein, daß die Operation zu Ende geführt werden muß.

Es zeigt sich, daß die vorliegende Problematik nur teilweise eine technische Fragestellung hat, so daß die nachfolgenden Überlegungen als Diskussionsgrundlage für eine Behandlung dieses Themas mit Hygienikern und Klinikern verstanden werden muß.

### Aufgaben der RLT-Anlagen

Die raumluftechnischen Anlagen in Operationsräumen haben im wesentlichen folgende Aufgaben:

- Verdünnen und gegebenenfalls Verdrängen der im Operationsraum freigesetzten Luftkeime,
- Abführen von Wärme- und Feuchtebelasten,

# Weiss Klimatechnik. Die Perspektive für die Zukunft.



Weiss Klimatechnik -  
Ihr erfahrener Partner  
für Problemlösungen in  
allen Bereichen der  
Klimatechnik.  
Mit Kompetenz und Idee.

Weiss Klimatechnik  
fertigt und installiert  
Geräte, Komponenten und Anlagen  
zur Versorgung von Einzelräumen  
und Großobjekten mit Behaglichkeitsklima,  
zur Klimatisierung von EDV-, Produktions- und Lagerräumen,  
Systeme für die Reinraumtechnik,  
Hygieneklima-Systeme für alle Anwendungsbereiche  
im Krankenhaus  
sowie Systeme zur Energieeinsparung  
durch Wärmerückgewinnung.

Systemberatung,  
Entwicklung, Projektierung,  
Fertigung, Montage,  
Inbetriebnahme und Service  
komplett aus einer Hand.

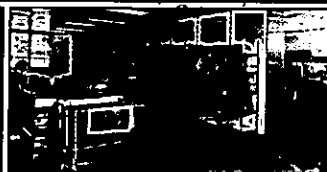
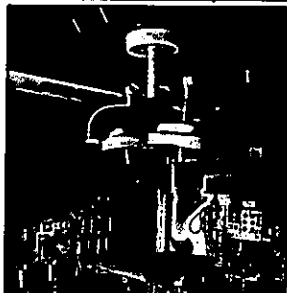
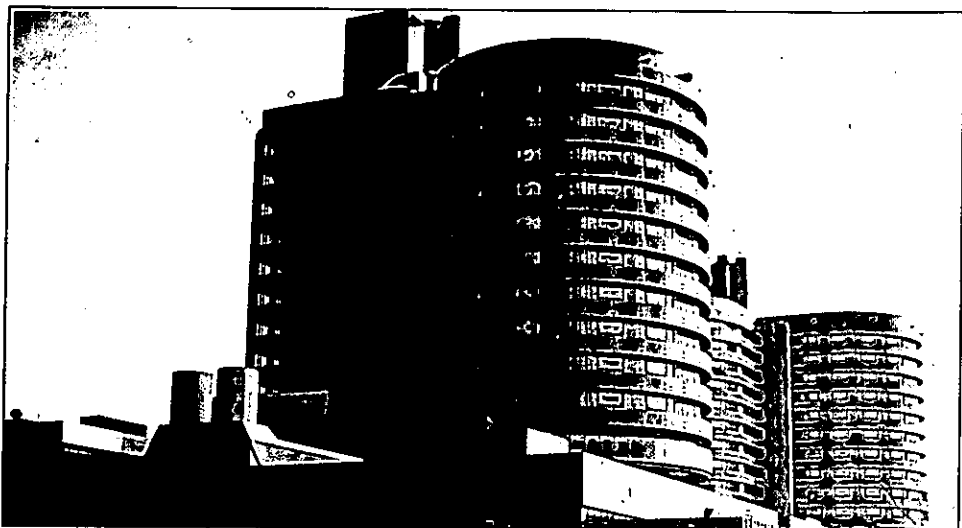
**Vorsprung durch höchste Technologie**

D-6301 Reiskirchen 3  
(Lindenstruth)  
Telefon: (0 64 08) 84-71  
Telefax: (0 64 08) 84-3 41  
Telex: 4 821 015 wrd

**Weiss Klimatechnik GmbH**  
**Geräte- und Anlagenbau**

Ein  Unternehmen





Für alle Bereiche im Krankenhaus,  
für alle Anforderungen,  
für alle Größenordnungen:  
Z. B. Klimatechnik nach DIN 1946 Teil 4 für  
den OP-Bereich, für die Intensiv-Pflege,  
für medizinische Untersuchungsräume  
und den Pflegebereich, für die Anatomie,  
die Computer- und Kernspin-Tomografie,  
für Labors, Röntgenräume, Apotheken...

# HygieneKlima SYSTEM WEISS

Systemberatung, Entwicklung, Projektierung,  
Fertigung, Montage, Inbetriebnahme,  
Service und Schulung - alles aus einer Hand.  
WEISS KLIMATECHNIK -  
Ihr erfahrener Partner für Problemlösungen  
in allen Bereichen der Klimatechnik.  
Mit Kompetenz und Idee.

Das Klimasystem fürs Krankenhaus



D-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

- Abführen von Schadgasen, z.B. Narkosegasen,
- Sicherstellen der hygienisch geforderten Überströmung zu den Nachbarräumen (Druckhaltung) und
- Verhindern von Rückströmungen in den Zuluftkanälen, vor allem hinter der 3. Filterstufe

Diese Aufgaben werden im Zusammenwirken folgender Komponenten einer Klimaanlage erfüllt:

- Heizung,
- Befeuchtung,
- Kühlung und Entfeuchtung,
- Regelung sowie
- Ventilator,

deren Ausfall prinzipiell befürchtet werden muß. Allerdings sind die Auswirkungen eines Ausfalls von Heizung, Befeuchtung, Kühlung und Entfeuchtung im allgemeinen weniger kritisch, da sie nur Einfluß auf die Temperatur- und Feuchte-Istwerte haben. Der Ausfall von Heizung oder Befeuchtung ist im allgemeinen bei reinem Außenluftbetrieb schwerwiegender als bei der Mitverwendung von Umluft. Dem Ausfall der Regelung kann im allgemeinen durch Übergang auf Handbetrieb entgegengewirkt werden.

Die vorgenannten Aufgaben der RLT-Anlagen werden allerdings, insbesondere soweit hygienische Aspekte betroffen sind, wesentlich von einem Ausfall des Zuluftventilators betroffen. Im allgemeinen ist es notwendig, bei Ausfall des Zuluftventilators auch den Abluftventilator abzuschalten, während ein fortgesetzter Betrieb des Zuluftventilators bei Störung des Abluftventilators sinnvoll erscheint.

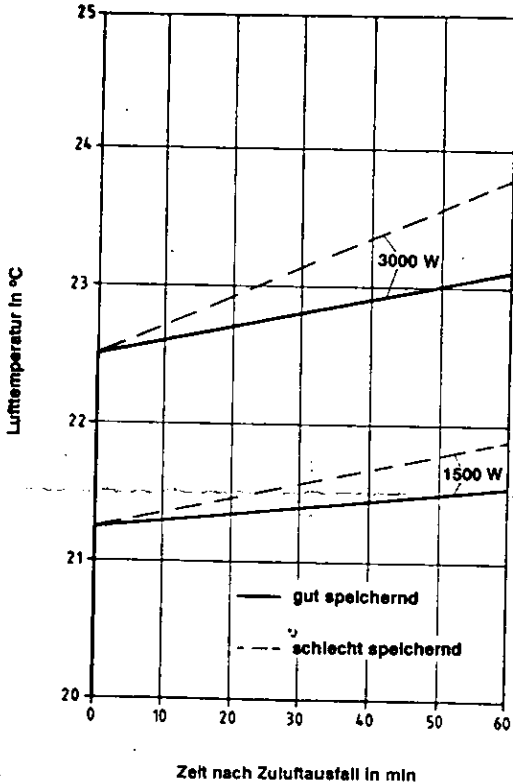
Insgesamt ist daher der Ausfall des Zuluftventilators der kritischste Störfall im Hinblick auf den Operationsbetrieb. Dieses ist möglich infolge:

- Ausfall der elektrischen Spannung,
- Ausfall des Antriebsmotors,
- Ausfall der Laufradlager und
- Ausfall des Keilriemens.

DIN 1948 Teil 4 /3/ schreibt vor, daß der Betrieb der RLT-Anlagen auch bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung sichergestellt sein muß, so daß die Ventilatoren an ein Notstromaggregat angeschlossen sein müssen. Der Ausfall der elektrischen Spannung ist daher eine sehr unwahrscheinliche Störung. Den übrigen Ausfallursachen kann nur durch regelmäßige Inspektion, Wartung und Erneuerung der Keilriemen, Lager und gegebenenfalls der Motorbürsten vorgebeugt werden. Untersuchungen über die Häufigkeit des Ausfalls von Ventilatoren während des Operationsbetriebes sind nicht bekannt, solche Ausfälle scheinen jedoch vergleichsweise selten zu sein.

## Wirkungen bei Ausfall der Zuluftförderung

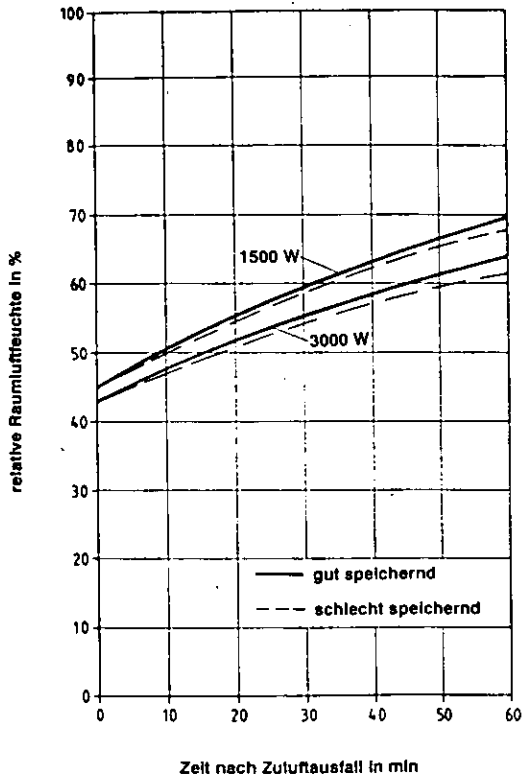
Experimentelle Untersuchungen über die Auswirkungen des Ausfalls der Zuluftförderung in Operationsräumen sind nicht bekannt, die physikalischen Auswirkungen lassen sich jedoch vergleichsweise einfach abschätzen.



**Bild 1:** Anstieg der Raumlufttemperatur in Operationsräumen nach Ausfall der Zuluft

**Bild 1** zeigt den Temperaturanstieg der Raumluft, der von der Kühllast des OP-Raumes, der Oberfläche und der Speicherfähigkeit der Umschließungsflächen abhängt. **Bild 1** liegt ein OP-Raum mit üblichem Raumvolumen von  $120 \text{ m}^3$  und einer Grundfläche von  $40 \text{ m}^2$  zugrunde. Man erkennt, daß die Speicherfähigkeit der Raumum-

schließungsflächen nur einen geringen Einfluß hat und daß nach einem schnellen Temperaturanstieg unmittelbar bei Ausfall der Zuluftförderung, der von der Höhe der Kühllast abhängt, doch nur ein vergleichsweise geringer kontinuierlicher Temperaturanstieg zu erwarten ist. Die Temperaturverhältnisse dürften in keinem Fall Anlaß dazu geben, daß die Fortsetzung einer Operation in Frage gestellt wird.

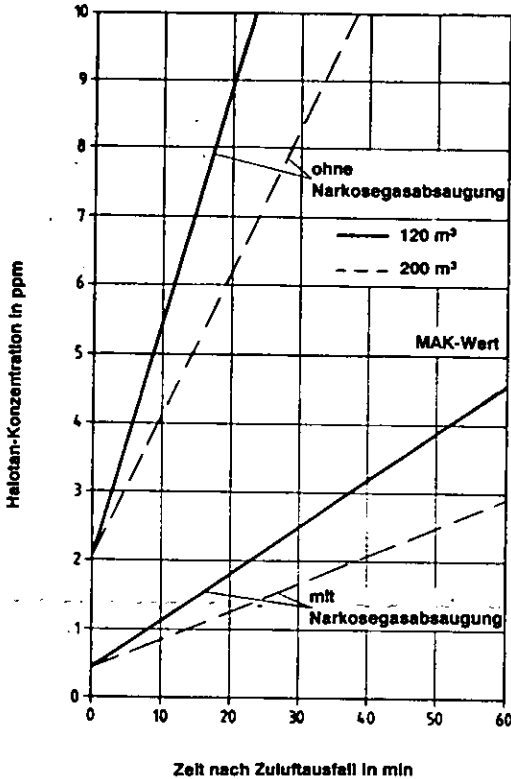


**Bild 2:** Anstieg der relativen Raumluftfeuchte in Operationsräumen nach Ausfall der Zuluft

In Bild 2 ist der Anstieg der relativen Raumluftfeuchte für den gleichen OP und ein 6köpfiges OP-Team abgeschätzt, wobei vor dem Ausfall des Zuluftventilators eine relative Luftfeuchte von 50 % angenommen ist. Man erkennt auch anhand dieser



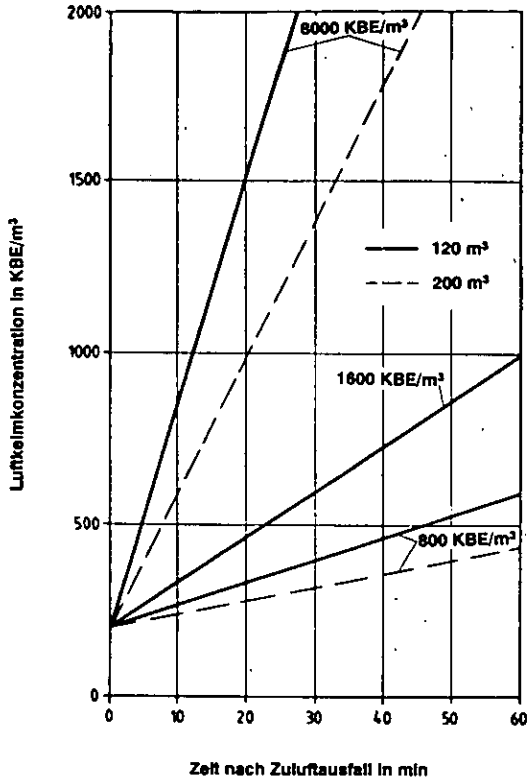
Darstellung, daß der Anstieg der relativen Luftfeuchte für eine Fortsetzung der Operation sicher unproblematisch ist.



**Bild 3:** Anstieg der Narkosegaskonzentration in Operationsräumen nach Ausfall der Zuluft

Bei der Angabe des Anstieges der Narkosegaskonzentration in Bild 3 besteht die Schwierigkeit, daß nahezu keine Untersuchungen über die Narkosegaskonzentrationen vorliegen, die in OP-Räumen auftreten. Bei der kürzlich abgeschlossenen Neubearbeitung der DIN 1948 Teil 4 /3/ wurde für die Festlegung des Mindest-Außenluftvolumenstromes von 1.200 m<sup>3</sup>/h festgestellt, daß bei der Verwendung von Narkosegasabsauganlagen 500 ml/h Halotan freigesetzt werden, was zu dem dargestellten Konzentrationsanstieg führt. Selbstverständlich hat in diesem Fall das Luftvolumen

des Operationsraumes einen deutlichen Einfluß auf die Verhältnisse. Die Narkosegasmengen, die ohne Narkosegasabsaugung freigesetzt werden, liegen um den Faktor 5 höher. Bei der Beurteilung dieser Anstiege ist einerseits zu berücksichtigen, daß die Gaskonzentrationen örtlich, z.B. im Arbeitsbereich des Anästhesisten, deutlich höher liegen können. Andererseits handelt es sich bei dem MAK-Wert um eine Konzentration, die ohne gesundheitliche Beeinträchtigung über lange Zeit toleriert werden kann.



**Bild 4:** Anstieg der Luftkeimkonzentration in Operationsräumen nach Ausfall der Zuluft

Der Anstieg der Luftkeimkonzentration kann naturgemäß nur sehr grob abgeschätzt werden, weil Luftkeime mit Sicherheit nicht mit einer konstanten Quellstärke freige-

setzt werden, wie es der Darstellung in Bild 4 zugrundeliegt. Hygieniker gehen üblicherweise davon aus, daß in einem OP-Raum mit Mischlüftung bei einem 20fachen Luftwechsel eine Luftkeimkonzentration von ca. 200 KBE/m<sup>3</sup> erwartet werden muß. Bei der üblichen OP-Raumgröße von 120 m<sup>3</sup> muß daher von einer Luftkeimfreisetzung von 8.000 KBE/min ausgegangen werden. Man erkennt an Bild 4, daß die Luftkeimkonzentration in einem Operationsraumes bei Ausfall der Zuluftförderung sehr schnell ansteigt. Das Luftvolumen des OP-Raumes hat natürlich auch hierauf einen Einfluß.

Wenngleich obere Grenzwerte für die zulässige Luftkeimkonzentration nicht bekannt sind, erscheint es dennoch dringend notwendig, bei einem Ausfall der Zuluftförderung die Freisetzung von Luftkeimen drastisch zu reduzieren. Eine Verringerung um den Faktor 10 sollte hierbei vor allem durch strikteste Disziplin und Verhinderung aller vermeidbarer Keimfreisetzungen möglich sein.

Die hier in Bild 4 dargestellten Verhältnisse gelten zunächst nur für reine Mischlüftungssysteme. Für die heute üblicherweise eingesetzten Luftführungssysteme mit Verdrängungscharakter ist allerdings zu berücksichtigen, daß die damit im Normalbetrieb erzielbaren günstigen Luftkeimverhältnisse bei Ausfall der Zuluftförderung sofort die hier dargestellten Werte annehmen, da keinerlei Verdrängungswirkung der Luftführung mehr vorhanden ist. Alle Luftführungssysteme verhalten sich in dieser Hinsicht völlig gleich.

### Maßnahmen während der Operation

Der Einfluß der zuvor dargestellten Auswirkungen eines Ausfalls der Zuluftförderung ist sicherlich stark von der Art und dem Infektionsrisiko der jeweiligen Operation abhängig. So werden gegebenenfalls die notwendigen Maßnahmen bei besonders infektionskritischen Eingriffen, wie orthopädischen Operationen u.ä., andere sein müssen als bei normalen chirurgischen Eingriffen. Dieses und wie weit der Gefahr von Luftkeiminfektionen durch medikamentöse Möglichkeiten vorgebeugt werden kann, muß der medizinischen Beurteilung überlassen bleiben.

In jedem Fall erscheint es aus der Sicht des Ingenieurs notwendig, folgende Maßnahmen im Falle eines Ausfalls der Zuluftförderung zu empfehlen:

- Einhalten der striktesten Operationsdisziplin, möglichst Verwendung der Atemluftabsaugung,
- alle unnötigen Personen verlassen den Operationsraum,
- die Türen werden danach strikt geschlossen gehalten,
- alle Bewegungen werden auf das Notwendigste reduziert und
- alle elektrischen Geräte werden, wenn möglich, abgeschaltet, gegebenenfalls auch Teile der Beleuchtung.

### Wiederinbetriebnahme der Anlage

Die Frage, wann die Anlage wieder in Betrieb genommen werden sollte, hängt sowohl von der Dauer der Betriebsunterbrechung wie von der absehbaren weiteren Operationsdauer ab. Das wesentlichste Problem bei der Inbetriebnahme ist ein unvermeidbarer, vorübergehender, erheblich verstärkter Partikelaustritt der Schwebstofffilter, der von einem Keimaustritt begleitet sein kann und dessen Dauer etwas von der Dauer der Betriebsunterbrechung abhängt. Inwieweit dieser Partikelaustritt gefährlich ist, bedarf jeweils einer Abwägung mit den Infektionsrisiken, die mit einem weiteren Anlagenstillstand beim Fortgang der Operation verbunden sind. In Tabelle 1 ist ein Vorschlag von RENGGER & SCHMIDT /4/ angegeben.

Dauer des Anlagenstillstandes [min]	verbleibende Operationsdauer [min]	Wiederinbetriebnahme der RLT-Anlagen	Desinfektionsmaßnahmen nach der Operation
< 30	-	sofort	normal
> 30	< 60	nach der Operation, nächste Operation 30 min nach Inbetriebnahme	
	> 60	sofort	
> 60	< 120	nach der Operation	Naßwisch- und Raumdesinfektion 30 min nach Inbetriebnahme der Anlage
	> 120	sofort	

**Tabelle 1:** Wiederinbetriebnahme der RLT-Anlagen und Desinfektion des Operationsraumes nach störungsbedingtem Anlagenstillstand

### Zusammenfassung

Der Ausfall der OP-Klimaanlage während einer Operation ist ein scheinbar seltener, wenngleich nicht völlig auszuschließender Störfall. Für den Betrieb des Operationsraumes besonders kritisch ist der Ausfall des Zuluventilators, vor allem weil dann die Luftkeimkonzentrationen in der Umgebung des Operationsgebietes sehr schnell ansteigen können. Der Anstieg der Raumlufttemperatur oder -feuchte ist hingegen unkritisch.

Dem Anstieg der Luftkeimkonzentration kann in innenliegenden Operationsräumen, die aus vielerlei Gründen heute gefordert werden müssen, nur durch eine Verminderung der Luftkeimfreisetzung begegnet werden, wozu vor allem eine strikte Arbeitsdisziplin des OP-Personals, möglichst die Verwendung von Atemluftabsauganlagen und das strikte Geschlossenhalten der OP-Raumtüren zu zählen sind. Dieses ist

umso notwendiger, als im allgemeinen ein Abbruch oder eine vorzeitige Beendigung der Operation nicht möglich sein dürfte. Die Verhältnisse können weiter dadurch entlastet werden, daß elektrische Geräte abgeschaltet werden, die nicht benötigt werden, gegebenenfalls auch Teile der Beleuchtung.

Bei der Wiederinbetriebnahme der Anlage noch während der Operation ist vor allem zu berücksichtigen, daß dieses stets mit einem vermehrten Partikel- und gegebenenfalls auch Keimauswurf der Schwebstofffilter einhergeht, so daß hierbei eine Abwägung der noch verbleibenden Operationsdauer sinnvoll erscheint.

Die Gesamtproblematik kann nur zum kleineren Teil durch einen Ingenieur behandelt werden, sie ist im übrigen eine Frage an die Mediziner und der vorliegende Beitrag soll als Anregung für eine solche Diskussion verstanden werden.

### Literatur

- 11/ O. M. LIDWELL, E. J. L. LOWBURY, W. WHYTE, R. BLOWWERS, S. J. STANLEY & D. LOWE: Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement: a randomized study, Brit. Med. J. (1982), Nr. 285, Seite 10/14
- 12/ E. A. SALVATI, R. P. ROBINSON, S. M. ZENO, B. L. KOSLIN, B. D. BRAUSE & P. D. WILSON: Infection rates after 3179 total hip and total knee replacements performed with and without a horizontal unidirectional filtered air-flow system, Journ. Bone + Joint Surg. 64 (1982), Nr. 4, Seite 525/35
- 13/ DIN 1946 Teil 4: Raumlufttechnik - Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern, Ausg. 1988
- 14/ P. RENGER & P. SCHMIDT: Raumlufttechnische Anlagen im OP-Bereich, in E. BECK & P. SCHMIDT: Hygiene in Krankenhaus und Praxis, Springer-Verlag (1988), Seite 415/30

Dr.-Ing. Peter Schmidt  
c/o WEISS KLIMATECHNIK GmbH  
Gretzer Straße 41-49  
6301 Peitschen 3

## Netzprobleme ?

U. Spindler, Bonn

Die gewünschte Energieversorgung soll möglichst preiswert sein. Geschicktes Projektieren hilft, Fehlinvestitionen zu vermeiden. Zuerst sind Netzformen und Versorgungsspannung auszuwählen, sowie Schalt- und Überstromschutz-Einrichtungen richtig zu dimensionieren. Weiterhin stellt sich die Frage nach dem geeigneten Verteilersystem. Werden alle Gesichtspunkte berücksichtigt, gewährleisten die Netze einen höchstmöglichen Nutzungsgrad.

### Zentrale oder dezentrale Versorgung ?

Zunächst ist die Frage zu stellen, wie weit die Hochspannung geführt werden soll. Andersherum gesehen: Ist ein zentrales oder dezentrales Niederspannungsnetz vorteilhafter? Die Bedeutung dieser Frage wächst naturgemäß mit der Größe des Krankenhauses.

Eine zentrale Transformatorstation für den gesamten Krankenhauskomplex hat auf den ersten Blick den Vorteil, das der Transformator und der Hauptverteiler zusammengefaßt sind und so eine übersichtliche Wartungsmöglichkeit bieten.

Eine nähere Betrachtung zeigt jedoch, daß die Nachteile einer zentralen Anordnung überwiegen. Bei einer dezentralen Projektierung entfällt nicht nur der Hauptverteiler, sondern es ersetzen Hochspannungskabel die erheblich teureren, weil querschnittsgrößerem Niederspannungskabel. Für die dezentral aufgestellten Transformatoren genügen unter Umständen Gehäuse, statt eines ganzen Transformatorhäuschens, die vorteilhaft an den Gebäuden in der Nähe der jeweiligen Niederspannungsverteilung aufgestellt werden, was die Baukosten auf ein Minimum reduziert.

In jedem Fall sollte bereits bei der Bauplanung gemeinsam mit dem Architekten Platzbedarf und räumliche Anordnung der elektrotechnischen Einrichtungen festgelegt werden. Nur die frühzeitige Zusammenarbeit mit allen am Bauvorhaben beteiligten Planern gibt die Gewähr für eine optimale Lösung der vom Bauherrn gestellten Aufgabe. Neben den allgemeinen Forderungen des Bauherrn, des Nutzers und des krankenhaustechnischen Beraters sind die DIN VDE Bestimmungen 0100, 0101, 0107 und 0141, sowie die Auflagen der Feuerwehr zu berücksichtigen.

Grundvoraussetzung für die Planungsarbeiten der elektrotechnischen Anlagen und somit auch der Niederspannungsverteilungen ist die Ermittlung des gesamten Energiebedarfes. Die im vergangenen Jahr von Professor Dr. Anna dargestellten Ergebnisse einer Studie der "Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik" zeigten, daß wir einen Wert von durchschnittlich etwa 4 kVA Anschlußleistung/Bett haben. Läßt man die Großverbraucher Universitätskliniken unberücksichtigt, so verringert sich der Wert etwa auf die Hälfte, als 2 kVA. Dem entspricht bei der vorherrschenden Belegungszahl unter 500 Betten eine Gesamtanschlußleistung von 1 bis 2 MVA.

In der genannten WGKT-Studie wird festgestellt, daß - nicht anders als in einem hochautomatisierten Industriebetrieb - die heutige Situation der Medizin aus ethischen und wirtschaftlichen Gründen eine hohe Verfügbarkeit medizintechnischer Geräte und technischer Anlagen im Krankenhaus erfordert. Die Bedeutung der Betriebssicherheit steigt immer mehr. Die Stromversorgung sollte möglichst unterbrechungslos sein. Diesem Ziel dient nicht nur die Sicherheitsstromversorgung der AEV und BEV; dies gilt es auch in der generellen Projektierung bei eventuellen Mehrkosten von mehreren gegenüber einem einzigen Transformator zu berücksichtigen.

Bei dezentraler Anordnung unterbricht der Ausfall eines Transformators nur die Stromversorgung des jeweiligen Gebäudes, nicht des gesamten Hospital-Komplexes. Zusätzlich projektierte Kabelverbindungen zwischen den Gebäuden erhöhen die Versorgungssicherheit beträchtlich. Dieser Aufwand ist mit Hochspannungskabeln vergleichsweise erheblich niedriger als mit den teureren Niederspannungskabeln.

Bei der Betrachtung der laufenden Kosten ist auch interessant, wie sich die unterschiedlichen Projektierungen auf die Leitungsverluste auswirken. Da sich die Verluste mit dem Quadrat der Ströme ändern, führt eine dezentrale Hochspannungsversorgung zu vernachlässigbar kleinen Verlusten. Zusätzlich sei darauf hingewiesen, daß der für die anzuschließenden Betriebsmittel zulässige Spannungsfall nicht überschritten werden darf. Auch hier ist eine dezentrale Stromversorgung günstiger. Die in der Regel größeren Spannungsfälle zentraler Niederspannungsversorgungen bedeuten nicht nur die erwähnten Verluste, sondern auch unsichere Energieversorgung für alle Geräte und Kombinationen, die spannungsabhängig sind: Die richtige Spannung am Einsatzort zu haben, ist notwendig für das zuverlässige Arbeiten elektrischer Betriebsmittel. DIN VDE 0100, Teil 520 legt daher im Abschnitt 9 fest, daß der Spannungsfall von der Schnittstelle zwischen dem Energieverteilungsnetz und der Verbrauchsanlage bis zum Anschlußpunkt eines Verbrauchsmittels nicht größer als 4 % der Nennspannung des Netzes sein soll.

Nicht zuletzt erleichtert eine dezentrale Energieverteilung durch vorteilhafte dezentrale Blindstrom-Kompensationsanlagen Energiekosten zu sparen. Überall dort, wo Blindstromverbraucher im Einsatz sind, wird nutzlose Energie produziert. Blindstromverbraucher sind diejenigen, welche Induktivitäten aufbauen oder magnetisch wirken. Darunter fallen z.B. Elektromotoren und Entladungslampen. Durch die technische Weiterentwicklung von Kleinstkompensationsanlagen ist die optimal wirkende dezentrale Kompensation leicht möglich geworden. Auch für Blindströme gilt, daß ein Übel möglichst an der Wurzel zu packen ist, d.h. Blindströme sind dort zu kompensieren, wo sie entstehen, also direkt, oder so dicht wie möglich am Verbraucher.

### Netzformen

Die Netzformen sind in DIN VDE 0100, Teil 300 dargestellt. Zur Auswahl stehen drei verschiedene sicherheitstechnische Konzeptionen.

Im in Deutschland meistverwendeten TN-Netz (Folie 1) ist ein Punkt, im allgemeinen der Sternpunkt, der speisenden Stromquelle direkt geerdet (T). Die Körper der elektrischen Anlage sind mit dieser Betriebserde (N) entweder über den Schutzleiter PE (TN-S) oder den kombinierten Neutral- und Schutzleiter PEN (TN-C) verbunden.

Im TT-Netz (Folie 2) haben die Körper der elektrischen Anlage separate, vom Betriebserder getrennte Erder.

Im mindestens für die wichtigsten Teilbereiche des Krankenhauses empfehlenswerten IT-Netz (Folie 3) ist kein Punkt der Stromversorgung, wohl aber die Körper der elektrischen Anlage geerdet. Der Vorteil des IT-Netzes - früher Schutzleitersystem - liegt darin, daß ein einzelner, erster Fehler keine Betriebsstörung ergibt. Der Fehler muß jedoch bemerkt und gefunden, sowie baldmöglichst beseitigt werden. Hierfür ist geeignetes Personal erforderlich.

In Bezug auf die Geometrie werden Strahlen-, Ring- und Maschennetze unterschieden. Strahlennetze sind besonders übersichtlich und leicht zu warten (Folie 4); die Anforderungen an das Personal sind daher am geringsten. Bei einem Fehler in der Zuleitung zu einem Verteiler wird jedoch dieser ganze Verteiler mit allen angeschlossenen Betriebsmitteln ausfallen, bis der Fehler behoben ist. Sind - wie bei einer dezentralen Energieversorgung - mehrere Umspann-Stationen vorhanden, so wird man zweckmäßigerweise eine Kuppelmöglichkeit zwischen den verschiedenen Transformatoren vorsehen, um bei einem Ausfall eines Strahles eine Umschaltung vornehmen zu können und damit mindestens einen Teil der angeschlossenen Betriebsmittel von einem anderen Transformator aus versorgen zu können.

Ringnetze sind geschlossene Netze, in denen jeder Stromverbraucher von wenigstens zwei Seiten aus mit elektrischer Energie versorgt werden kann (Folie 5). Sie ermöglichen, trotz des Herausschaltens fehlerhafter Zuleitungskabel den angeschlossenen Energieverteiler in Betrieb zu lassen. Der

Ring muß nicht immer geschlossen betrieben werden. Um die Übersichtlichkeit zu wahren, empfiehlt es sich häufig, ihn offen zu fahren. Lediglich im Störfall wird der Ring dann geschlossen. Der Vorteil des dauernd geschlossenen Ringes ist die bessere Spannungs-Konstanthaltung. In diesem Fall ist es zweckmäßig, in der Lastmitte eine Überstrom-Schutzzeineinrichtung mit niedrigem Ansprechstrom bzw. bei Leistungsschaltern solche mit unverzögerten Überstromschnellauslösern einzusetzen. Ansonsten sind Leistungsschalter mit kurzen Verzögerungszeiten sinnvoll. Bei einem Fehler in den Zuleitungen wird dann zunächst der unverzögerte Schalter in der Lastmitte ansprechen. Versorgungsmäßig ist der Komplex damit in zwei Teile geteilt. Lediglich in der fehlerhaften Hälfte wird jetzt entsprechend dem Fehlerort abgeschaltet. Damit wird die Störung auf ein Minimum begrenzt. Nach Beseitigen des Fehlers kann der Schalter in der Lastmitte wieder eingeschaltet werden.

Darüber hinaus gestattet das Ringnetz zum Lastenausgleich Speisestränge zusammenzuschließen. Besonders bei von vornherein nicht zu übersehenden Erweiterungen der Anlage kann damit eine bessere Ausnutzung der verlegten Speiseleitungen erreicht werden.

Beim Maschennetz, das eine ununterbrochene Versorgung jedes angeschlossenen Verbrauchers gewährleistet, werden einzelne Netzknotenpunkte nach mehreren Seiten hin maschenartig miteinander verbunden. Nach wie vor sind jedoch Strahlennetze für die Energieversorgung kleiner und mittlerer Krankenhäuser vorherrschend.

#### Safety first !

Eine besondere Stellung nehmen die Schutzmaßnahmen ein, bei denen hier zwischen solchen für das Netz selbst, d.h. für die angeschlossenen elektrischen Betriebsmittel, und zum Schutz gegen für Menschen gefährliche Körperströme unterschieden wird. Im Bereich der Europäischen Gemeinschaft müssen für den Personenschutz:

- Stromkreise, in denen Betriebsmittel großflächig in die Hand genommen werden können, im Fehlerfall innerhalb von 0,2 s abgeschaltet werden.
- Stromkreise, in denen die Betriebsmittel fest abgeschlossen sind, im Fehlerfall innerhalb von 5 s abgeschaltet werden.

Diese Abschaltzeiten setzen voraus, daß gewisse Mindestströme im Fehlerfall zum Fließen kommen, damit die Schutzzeineinrichtungen rechtzeitig auslösen. Dies zwingt unter Umständen zum Reduzieren von Schleifenwiderständen, damit zu kürzeren Leitungslängen oder größeren Querschnitten. Das im März dieses Jahres erschienene Beiblatt 5 zu DIN VDE 0100 gibt als Projektierungshilfe die maximal zulässigen Längen von Kabeln und Leitungen unter Berücksichtigung des Schutzes bei indirektem Berühren, des Schutzes bei Kurzschluß und des Spannungsfalles für die verschiedenen Schutzzeineinrichtungen. Hier zeigen sich bereits deutliche Vorteile von einstellbaren Leistungsschaltern, indem sie bei maximalen Längen leicht die genannten Abschaltzeiten erfüllen.

Verstärkt eingesetzt werden FI-Schutzzeineinrichtungen im TN-Netz. Es stehen Schutzschalter zur Verfügung, die als Überstromschutzzeineinrichtungen gleichzeitig den genannten Schutz bei indirektem Berühren, wie gefordert, sicherstellen. FI-Schutzschalter werden von Nennfehlerströmen  $I_{An} = 10 \text{ mA}$  bis 1 A angeboten. Bei einer richtigen Auswahl der Schutzzeineinrichtungen bis hin zum FI-Schutzschalter kann ein optimaler Schutz von Personen und Sachen, bis hin zum Brandschutz, aufgrund der genannten kurzen Abschaltzeiten erreicht werden.

Im allgemeinen liegt für ein Netz in einem Krankenhaus die Schutzmaßnahme bereits fest, und sie sollte, da dies eine zu große Gefahr für die dort Beschäftigten bedeuten würde, auch in einem neuen Gebäudeteil nicht mehr verändert werden. Die Frage ist also lediglich bei völlig neuen Netzen zu untersuchen. Dann sollte daran gedacht werden, die "Schutzisolierung" überall dort einzusetzen, wo sie technisch realisierbar ist, da sie schon das Auftreten, nicht nur das Bestehenbleiben von Berührungsspannungen ver-



hindert.

### Schutz von Leitungen

Zusätzlich zum Personenschutz sollte der Schutz von Kabeln und Leitungen gegen zu hohe Erwärmung nicht vergessen werden. Hier handelt es sich um die Erwärmung durch Überstrom, die durch betriebliche Überlast oder durch Kurzschluß verursacht werden kann. Auch bei diesen Schutzmaßnahmen für Sachen werden Abschaltzeiten zugrunde gelegt, die darauf basieren, daß maximale Leitertemperaturen nicht überschritten werden dürfen. Die Betriebstemperatur der weitverbreiteten PVC-isolierten Leiter ist beispielsweise auf 70 ° C begrenzt. Für den Kurzschluß - der in spätestens 5 s abgeschaltet sein muß - gilt hier eine maximale Temperatur von 160° C; dies sind Forderungen, die sich bei der Projektierung in Mindest-Querschnitten oder maximalen Leitungslängen niederschlagen. Vereinfacht wird die Projektierung dadurch, daß immer, wenn der Schutz für betriebliche Überlast sichergestellt ist, auch der Schutz bei Belastung im Kurzschlußfall gegeben ist.

### Überlastschutz

Nach DIN VDE 0100, Teil 430 muß der Auslösestrom der Schutzeinrichtung kleiner oder gleich dem 1,45fachen der Strombelastbarkeit  $I_{\Sigma}$  der zu schützenden Leitung sein. Zusätzlich bildet  $I_{\Sigma}$  eine obere Grenze für den Nennstrom  $I_n$  der Schutzeinrichtung,  $I_n$  ist seinerseits der Maximalwert des Betriebsstromes  $I_B$ . Diese von der Errichtungsbestimmung vorgeschriebenen Auswahlkriterien für den Schutz von Leitungen nehmen zunächst die Hersteller von Schutzeinrichtungen in die Pflicht. Schutzschalter nach DIN VDE 0660, Teil 101 erfüllen leicht den geforderten Auslösestrom. Bei Leitungsschutzschaltern, den sogenannten Automaten, wurde aus diesem Grund international die B- und C-Charakteristik geschaffen, die die genannte Forderung erfüllt. Bisher war ihr großer Prüfstrom dem der Schmelzsicherungen angepaßt. Jetzt hat man sich entschlossen, das bessere Niveau festzuschreiben, da es technisch ohne weiteres zu verwirklichen ist. Das Komitee für Schmelzsicherungen berät noch, wie die Forderung der DIN VDE 0100, Teil 430 in einem - auch international - koordinierten Vorgehen in den jeweiligen Gerätebestimmungen erfüllt wird.

Für Schmelzsicherungen sind z.Z. die gestaffelten hohen Auslöseströme charakteristisch. In DIN VDE 0636 ist für Nennströme über 25 A vorgeschrieben, daß sie spätestens beim 1,6 fachen Nennstrom geschmolzen werden müssen. Bei Schmelzsicherungen kleiner oder gleich 4 A steigt dieser Wert sogar auf das 2,1fache des Nennstromes - weit entfernt von der maßgebenden Forderung  $I_{\Sigma} < 1,45 I_{\Sigma}$  des Errichtungskomitees.

Würde dieser Toleranzwert einer 45prozentigen Überlastung bis zur Auslösung noch weiter überschritten, so wäre an der Leitung schon nach kurzer Zeit eine für die Kunststoffisolation schädliche Übertemperatur zu verzeichnen. Demzufolge muß bei Schutzeinrichtungen, welche die genannten Bedingungen nicht erfüllen, in der Regel ein höherer Leiterquerschnitt projektiert werden.

Hierzu ein Beispiel:

Nach dem Entwurf zum Beiblatt 1 zu DIN VDE 0100, Teil 430 vom Mai dieses Jahres ergibt sich bei einem Betriebsstrom  $I_B = 110$  A ein Leiterquerschnitt von 25 mm<sup>2</sup>, dessen maximale Belastbarkeit bei  $I_{\Sigma} = 119$  A liegt. Für den Auslösestrom der Schutzeinrichtung ergibt sich ein maximaler Überlastwert von  $I_{\Sigma} = 1,45 \times 119$  A = 173 A. Gemäß DIN VDE 0636 dürfte also wegen deren Faktor 1,6 höchstens eine 100 A-Sicherung ausgewählt werden. Dieser Wert liegt jedoch unterhalb des Betriebsstromes und verbietet sich daher. Wählt man als Ausweg den nächstgrößeren Querschnitt von 35 mm<sup>2</sup>, so beträgt die entsprechende Belastbarkeit  $I_{\Sigma} = 146$  A, womit der maximal erlaubte Auslösestrom auf  $I_{\Sigma} = 1,45 \times 146 = 212$  A steigt. Daher kann eine 125 A-Sicherung gewählt werden, die spätestens bei  $1,6 \times 125 = 200$  A auslöst.

In diesem typischen Beispiel könnte der Querschnitt 25 mm<sup>2</sup>, dessen Strombelastbarkeit 119 A beträgt, beim Projektieren mit Schmelzsicherungen nur bis 100A, also zu etwa 84 % ausgenutzt werden. D.h. Schmelzsicherungen bieten vorschriftsmäßigen Schutz gegen Überlast nur bei einem Verzicht auf die volle Ausnutzung der installierten Querschnitte. Schmelzsicherungen sind daher keine für den Überlastschutz geeignete Schutzeinrichtungen. Leistungsschalter bieten dagegen einen zuverlässigen Überlastschutz bei voller Ausnutzung der verlegten Leitungen. Sie lösen bestimmungsgemäß weit unterhalb der erlaubten 45prozentigen Überlast aus und erhöhen so die Lebensdauer der Installation. Ihre Bimetallauslöser können auf jeden Betriebsstrom eingestellt werden. Besonders gute Leistungsschalter nutzen die nach DIN VDE 0660, Teil 101, Tabelle VIII erlaubten Toleranzen nur zu einem Bruchteil aus und bieten so noch besseren Schutz bei vollem Nutzungsgrad.

### Schutz bei Kurzschluß

In modernen Netzen werden die auftretenden und von modernen Leistungsschaltern beherrschten Kurzschlußströme immer größer. Ideale Abgangsschalter in Energie-Verteileranlagen für den Anschluß von Endverbrauchern sind Leistungsschalter mit strombegrenzenden Eigenschaften. Ihr Schaltvermögen ist so hoch, daß sich ein Nachrechnen der Kurzschlußströme erübrigt. Zur Kontrolle genügt eine Überschlagsrechnung; bei welcher der Nennstrom des Transformators mit "100: Kurzschlußspannung" multipliziert wird. Auch hierzu ein Beispiel: Vorhanden sei ein 315-kVA-Transformator mit einer Kurzschlußspannung von 6 % bei 380 V Nennspannung. Der Nennstrom beträgt überschlägig 315 kVA x 1,5 A/kVA = 475 A. Dann beträgt der maximal mögliche Kurzschlußstrom an den Sekundärklemmen des Transformators (bei starrem Überspannungsnetz):  $I_k \approx 475 \text{ A} \times 100/6 \approx 7.900 \text{ A}$ .

Sollte eine exaktere Kurzschlußstrombestimmung notwendig sein, gibt es hierfür eine Reihe von Hilfsmitteln. Beispielsweise bietet Klöckner-Moeller vom einfachen Formblatt über das Netzmodell bis zum Rechnerprogramm gestaffelte Möglichkeiten an.

Mit Recht wird heute dem Schutz von Kabeln und Leitungen bei Kurzschluß ein besonderer Rang eingeräumt, nachdem man sich früher auf den Schutz bei Überlast konzentriert hat. Aufgetretene Schäden an den Leitern bei Kurzschlüssen haben dazu geführt, daß dem entsprechenden Schutz wachsende Bedeutung eingeräumt wird. Im Zuge der internationalen Harmonisierung ist ein Konzept für den Schutz bei Kurzschluß aufgestellt worden, das - ebenso wie ein Überlastfall - einzuhaltende Bedingungen unabhängig von der Art der Schutzeinrichtungen vorschreibt. Jeder Strom, der durch einen an einer beliebigen Stelle des Stromkreises stattfindenden Kurzschluß verursacht wird, muß in einer Zeit unterbrochen werden, die diejenige nicht überschreitet, die den Leiter auf die zulässige Grenztemperatur bringt. Es wird davon ausgegangen, daß an der Fehlerstelle  $R_F = 0$  beträgt. Nach spätestens 5 s muß abgeschaltet werden. Diese Abschaltzeit ist - wie bereits erwähnt - auch beim "Schutz gegen gefährliche Körperströme" wiederzufinden. Für Kurzschlüsse unter 5 s Dauer kann die Zeit  $t$ , in der ein Kurzschluß die Leiter von der höchstzulässigen Betriebstemperatur auf die Grenztemperatur erhöht, näherungsweise nach Gl. (1) berechnet werden:

$$t \leq k^2 S^2 / I_k^2.$$

Dabei sind  $k$  leitungsspezifischer Faktor gemäß DIN VDE 0100, Teil 540,  $S$  Leiterquerschnitt und  $I_k$  Kurzschlußstrom. Die zulässigen  $I^2t$ -Werte verschiedener Leitungen können so leicht berechnet werden, während die maximalen Stromwärmepulse der Schutzrichtungen auf Herstellerangaben beruhen.

Es soll jedoch unterstrichen werden, daß der Schutz bei Kurzschluß - bei ausreichendem Schaltvermögen - sichergestellt ist, wenn der Schutz für die betriebliche Überlast gewährleistet ist. Hierdurch wird die Projektierung erheblich vereinfacht.

Die geforderten maximalen Abschaltzeiten setzen einen jeweils aus der Kennlinie der Schutzeinrichtung ersichtlichen maximalen Kurzschlußstrom voraus. Dies begrenzt bei der Projektierung die Impedanz des Stromkreises und führt so zu einer jeweils maximalen Leitungslänge. Querschnitt und Länge müssen so ausgewählt werden, daß der Widerstand im Fehlerfall klein genug ist, um den notwendigen Abschaltstrom fließen zu lassen. Zur Kontrolle u.a. dieser Punkte schreibt die neue DIN VDE 0100, Teil 600 Erstprüfungen vor. Im Anhang werden die maximalen Schleifenwiderstände zur Dimensionierung von Stromkreisen angegeben. Zur Bestimmung von Querschnitt und Leitungslänge sind die genannten Tabellen im Beiblatt 5 zu DIN VDE 0100 zu empfehlen.

Dort werden für alle möglichen Impedanzwerte und Querschnitte bis 150 mm<sup>2</sup> in 23 Tabellen maximale Leitungslängen für verschiedene Schutzeinrichtungen angegeben.

Bei Kurzschlußabschaltströmen von etwa 5 I<sub>n</sub>, wie sie sich durch Leitungsschutzschalter und Leistungsschalter verwirklichen lassen, zeigt sich ihr Vorteil gegenüber Schmelzsicherungen in erheblich größeren erlaubten Leitungslängen. Dies gilt besonders für die in vielen Stromkreisen erforderliche Abschaltzeit von 0,2 s, die bei Schmelzsicherungen einen bedeutend höheren Auslösestrom voraussetzt.

Mit DIN VDE 0100, Teil 410 wurde die vorherige Diskriminierung der Leistungsschalter gegenüber Schmelzsicherungen beseitigt. Als Basis für das Ansprechen werden jetzt Abschaltzeiten gefordert, unabhängig von der Art der Überstromschutzeinrichtung. Für Schmelzsicherungen bedeutet dies eine beträchtliche Erhöhung des Mindestkurzschlußstromes - mithin größerer Querschnitt oder kürzere Längen. Leistungsschalter erfüllen die Abschaltbedingungen ohne weiteres.

#### Schaltgeräte in modernen Krankenhäusern

Auswahl und Einsatz von Schaltgeräten sind von vielen Faktoren abhängig, die sorgfältig geprüft werden müssen:

Die Frage der Schaltleistung ist vor allem im Hinblick auf die möglicherweise auftretenden Kurzschlußbeanspruchungen zu beachten.

Für das direkte Schalten von Motoren sind leistungsstarke Motorschutzschalter, die ein entsprechend höheres Schaltvermögen haben, vorgesehen. Diese Schutzschalter sind für hohe Schalhäufigkeit gebaut.

Leistungsschalter für Energieverteilungsnetze haben ein Kurzschlußschaltvermögen, das ein Nachrechnen praktisch immer erübrigt. Sie sind so konstruiert, daß sie nicht verschweißen, und erhöhen im Vergleich zu Lastschaltern und Schmelzsicherungen beträchtlich die Arbeits- und Betriebssicherheit.

Im Energieverteilungsnetz des Krankenhauses muß in jedem Fall dafür gesorgt werden, daß Geräte verwendet werden, die Trenneigenschaften haben. Aus Sicherheitsgründen haben derartige Schalter in der "Offen"-Stellung Trennstrecken, wie sie in DIN VDE 0660, Teil 107 vorgeschrieben sind. Bei zuverlässiger Schaltstellungsanzeige des geöffneten Schalters müssen die notwendigen Abstände zwischen den Elektroden der Trennstelle gewährleistet sein.

Es wurde bisher hauptsächlich von Leistungsschaltern auf der einen Seite und Schmelzsicherungen auf der anderen Seite gesprochen. Leistungsschalter (Folie 6) haben für moderne Krankenhausnetze folgende Vorteile:

- minimale Abschaltzeiten im praktisch bedeutendsten Bereich niedriger und mittlerer Kurzschlußströme;
- unmittelbare Wiedereinschaltbereitschaft nach Beheben der Störung;
- gefahrloses Ein- und Ausschalten auch im Fehlerfall;

- einfachstes Projektieren durch fabrikmäßig richtige Zuordnung von Überlast- und Kurzschlußcharakteristik;
- auch nach längerer Betriebszeit keine ungewollten Abschaltungen durch Alterung, also Änderung der Auslöse-Charakteristik;
- einfache Signalisierung an die Zentrale und Verriegelung durch Hilfsschalter;
- keine - eventuell leeren - Sicherungslager und vor allem
- optimale Betriebssicherheit durch Selektivität mit minimalen Staffelzeiten der Kurzschlußauslöser.

Alle diese Eigenschaften sichern maximale Arbeits- und Betriebssicherheit.

### Schaltanlagen in modernen Krankenhäusern

Typgeprüfte Schaltgeräte-Kombinationen TSK (Bild 7) gemäß DIN VDE 0660, Teil 500 setzen sich wegen ihrer leichten Projektierung immer mehr durch. Diese Bestimmung bezieht sich ebenfalls auf Verteiler, die beim Installateur oder beim Endabnehmer aus den vorgefertigten Bausteinen, nach den Richtlinien des Herstellers zusammengebaut werden (PTSK). Hierin werden u.a. Bauanforderungen festgelegt, die einen einwandfreien Betrieb unter bestimmten Klimabedingungen gewährleisten.

Eine Umhüllung muß so widerstandsfähig sein, daß sie die im Betrieb vorkommenden mechanischen Beanspruchungen aushält, und ebenso wie alle Teile des Aufbaus korrosionsbeständig sein. Außer durch geeignete Oberflächenbehandlung kann dieser Korrosionsschutz auch durch geeignete Kunststoffmaterialien erreicht werden. Dadurch ergeben sich niedrige Unterhaltskosten und Einsatzmöglichkeiten unter allen Umgebungsbedingungen.

Weitere Bauanforderungen gelten den Anschlüssen von Leitern, dem Berührungsschutz und der Kurzschlußfestigkeit. Hier werden Stück- und Typenprüfungen vorgeschrieben, die neben der Einhaltung der einschlägigen VDE-Bestimmungen auch die zuverlässige Ausführung und betriebsbereite Auslieferung der Verteiler garantiert. Vor allem sind in der Unfallverhütungsvorschrift VBG 4 bzw. DIN VDE 0106, Teil 100 strenge Auflagen zum Schutz des Bedienungspersonals festgelegt, die bei der Projektierung, z.B. durch geeignete Anordnung im Verteiler, zu beachten sind. Das Arbeiten an und in der Nähe von aktiven Teilen wird nur in bestimmten Ausnahmefällen erlaubt. Geeignete Schutzmaßnahme ist die "Schutzisolierung". Derartige Verteiler gibt es sowohl als Kleinstverteiler, als auch als Energieverteiler im kA-Bereich; als "totalisolierte" Verteiler gewährleisten sie ein Höchstmaß an Arbeits- und Betriebssicherheit, indem sie durch den isolierenden Kunststoff das Auftreten jeder Berührungsspannung verhindern.

### Raumarten

Bei der Auswahl von Verteilern ist die Raumart zu beachten. Wenn es sich um einen abgeschlossenen elektrischen Betriebsraum handelt, werden in DIN VDE 0100, Teil 410 gewisse Erleichterungen gewährt, die sonst zum Schutz gegen direktes Berühren spannungsführender (aktiver) Teile notwendig sind. Dort könnte beispielsweise ein offenes Gerüst aufgestellt werden, während in einem allgemein zugänglichen Raum nur ein geschlossener Verteiler verwendet werden sollte, muß aber darauf geachtet werden, daß dann selbstverständlich aufwendigere Sicherheitsmaßnahmen für den Raum getroffen werden müssen, da dieser nun die Kapselung darstellt, welche die Schaltgeräte vor ungünstigen Umweltbedingungen schützen soll. So ist ein gekapselter Verteiler in der Regel wirtschaftlicher.

Selbstverständlich ist es notwendig, die Kapselung des Verteilers auf die Umgebungsbedingungen abzustimmen, auch müssen die eingebauten Schaltgeräte vor Staub und Feuchtigkeit geschützt werden. Dies ist mit modernen ID-Ver-

teilern , die den Vorteil der gekapselten Verteiler - Schutz der eingebauten Schaltgeräte - mit demjenigen der offenen - jederzeitige Sichtkontrolle - aufgrund der durchsichtigen Abdeckung, verbinden, problemlos möglich. Dadurch wird vermieden, daß durch Öffnungen Staub oder Wasser in die Anlage eindringen kann. Beginnende Fehler (z.B. lockere Klemmenanschlüsse) können so von außen erkannt werden, bevor eine Betriebsstörung eintritt.

Moderne Verteiler erlauben es selbstverständlich - seien es Energie- oder Installationsverteiler - auch die Integration elektronischer Komponenten, wie sie zunehmend im Bereich der Haustechnik benötigt werden.

Die sichere Energieversorgung durch elektrischen Strom wird an Bedeutung im Krankenhaus in dem Maße zunehmen, in dem der Einsatz moderner technischer Mittel in der Medizin zunimmt. Hier ist noch kein Ende abzusehen.

Schon bei der Planung für Erweiterungen oder gar Neubauten müssen daher geeignete Projektierungsmaßnahmen ergriffen werden. Diesem Zweck dient mein Beitrag.

Dr.Ulrich Spindler, Klöckner-Moeller Elektrizitäts GmbH, Postfach 18 80,  
5300 Bonn 1

## **Klöckner-Moeller beherrscht den Strom – weltweit**

Elektrizität und Zuverlässigkeit – Zwei, die zusammengehören.

Deshalb: Wenn es um elektrische und elektronische Anlagen geht, um Systeme und Geräte zur Automatisierung und Energieverteilung: Klöckner-Moeller – Ihr Partner weltweit.

24 Werke und über 350 Vertriebsbüros im In- und Ausland bieten unseren Kunden Produkte und Service in Klöckner-Moeller-Qualität: leistungsfähig und zuverlässig.

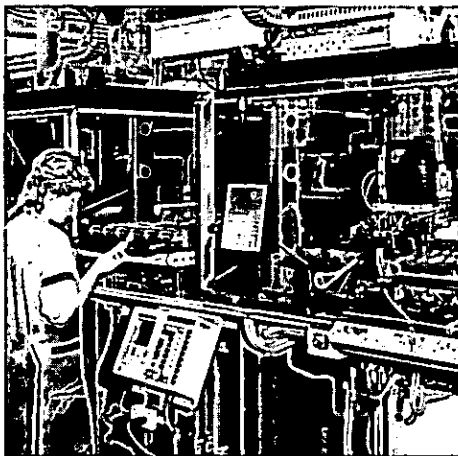
Von der Projektierung bis zur Lieferung, vom handbetätigten Drucktaster bis zur vollautomatischen Steuerungsanlage.

Sie bestellen – wir liefern. So einfach ist das. Internationale Normen? Approbationen? – Kein Problem!

Klöckner-Moeller-Geräte sind in allen Ländern zugelassen. Selbstverständlich auch in den USA – als Sondertypen.

Denn: Flexibilität und Know-how, das sind die Stärken, die Klöckner-Moeller auszeichnen. Als kompetenten Partner für die Märkte der Welt.

*Klöckner-Moeller –  
Zuverlässigkeit im Umgang mit Elektrizität.*



Geräteprüfung im Werk

## **Verteilen, Schalten, Steuern und Automatisieren**

Klöckner-Moeller – das heißt Qualität. Garantiert!

Denn Klöckner-Moeller setzt auf sicheres Beherrschen aktueller, zukunftsweisender Verfahrenstechnik. – In jeder Phase.

Von der Forschung und Planung bis zur Herstellung und Inbetriebnahme. Ob bei der Weiterentwicklung bewährter Produkte oder bei der Verwirklichung neuer Konzeptionen.

Hochqualifizierte Fachleute + modernste Technologie + vorbildliche Produktionsstätten: Das ist unser Konzept.

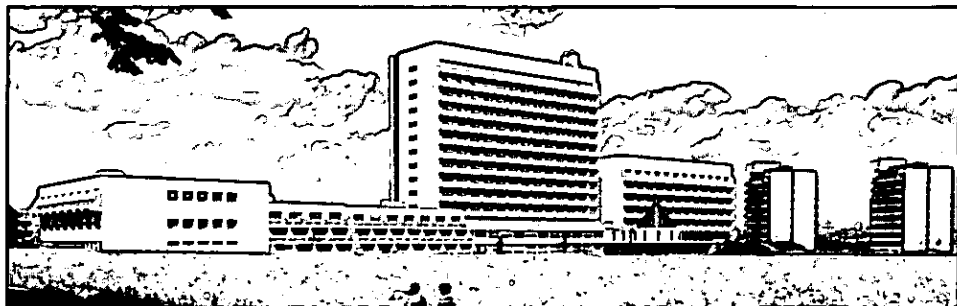
Für den Fortschritt ohne Risiko.

Das Ergebnis sind Produkte, die mehr leisten, einfacher zu handhaben und trotzdem preisgünstig sind. Mit der Garantie für „eingebaute“ Zukunftssicherheit.

Denn: Fortschritt hat bei Klöckner-Moeller Tradition. Seit mehr als 80 Jahren.

Unsere Verpflichtung – Ihre Garantie.

*Klöckner-Moeller –  
Strom sicher beherrschen,  
schalten, steuern.*



St. Katharinen-Hospital in Frechen bei Köln

## Wir forschen, planen, bauen und leisten Kundendienst weltweit

Das St. Katharinen-Hospital in Frechen bei Köln, das ICC in Berlin, die Siliziumfabrik in USA, der Gotthard-Tunnel, die Aluminiumhütte in Australien...

Sie alle haben eines gemeinsam:  
Klößner-Moeller steuert den Strom.

Denn Klößner-Moeller bietet ein komplettes Programm moderner Problemlösungen für Energieverteilung und Automatisierung.

Für jede Branche. Für Projekte jeder Größenordnung.

Von der Tankstelle bis zum Container-Bahnhof.

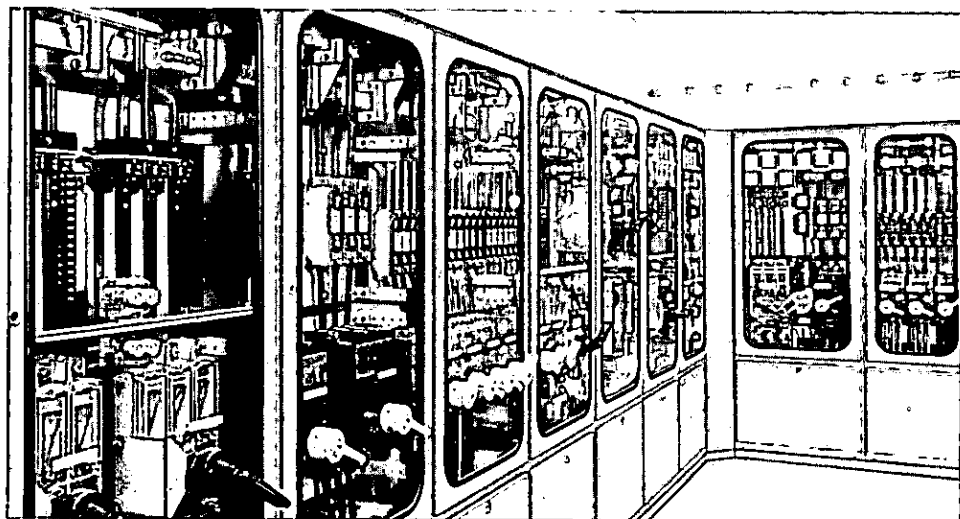
In Bergwerken ebenso wie bei der Ölverarbeitung oder Papierherstellung.

Auf Klößner-Moeller baut, wem es auf Zuverlässigkeit ankommt.

In Deutschland, in Europa, in der ganzen Welt.

Damit die Räder der Wirtschaft nicht stillstehen.

*Klößner-Moeller –  
Ihr Partner für Automatisierung und  
Energieverteilung.*



Niederspannungs-Zentralverteiler NZV  
am Energieübergabebäude

Klößner-Moeller, Postfach 1880, D-5300 Bonn 1  
Telefon 0228/602-0.

## SICHERHEITSSTROMVERSORGUNG von E. Pointner, München

### 1. Begriff

Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Starkstromanlagen in Krankenhäusern waren die Leitmotive des Komitees 227 der Deutschen Elektrotechnischen Kommission bei Beratung des Entwurfes der Norm DIN VDE 0107.

Ein sicherer Betrieb und ausreichende Verfügbarkeit wichtiger technischer Einrichtungen im Krankenhaus können jedoch nur dann gewährleistet werden, wenn neben der allgemeinen Stromversorgung eine den Bedürfnissen entsprechende Sicherheitsstromversorgung vorhanden ist. Den Festlegungen über die Sicherheitsstromversorgung kommt deshalb in der Neufassung der Norm besondere Bedeutung zu.

Die Sicherheitsstromversorgung ist, nach dem Wortlaut des in die Norm neu aufgenommenen Begriffes, eine Anlage, die aus Gründen der Sicherheit von Personen und der Aufrechterhaltung des Krankenhausbetriebes zur Verfügung gehalten wird, für den Fall, daß die allgemeine Stromversorgung ausfällt. Der Begriff "Sicherheitsstromversorgung" ist aus dem Entwurf DIN VDE 0108 übernommen worden. Er soll anstelle des bisher verwendeten Begriffes "Ersatzstromversorgung" verwendet werden. Maßgebend für die Verwendung des Begriffes "Sicherheitsstromversorgung" in DIN VDE 0107 war der Wunsch, für gleichartige technische Einrichtungen möglichst gleichlautende Begriffe in verschiedenen Normen zu verwenden.

### 2. Grundlegende Bestimmungen

Bei Beratung der Festlegungen für die Sicherheitsstromversorgung war es erforderlich, geltende Verordnungen und Bestimmungen zu berücksichtigen, die unabhängig von DIN VDE 0107 rechtsverbindlich sind oder im Rahmen der DIN VDE Normen Leitfunktion besitzen. Insbesondere mußten die nach Landesrecht geltenden baurechtlichen Vorschriften beachtet werden. Dies war besonders schwierig weil in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedliche, oft konträre oder häufig keine Vorschriften über die Sicherheitsstromversorgung von Krankenhäusern existieren. Die Situation wird durch Baubehörden von Bundesländern noch erschwert, die unter Hinweis auf die Zuständigkeit des Baurechtes dem DKE-Komitee das Recht absprechen, Festlegungen über die Notwendigkeit einer Sicherheitsstromversorgung zu treffen, selbst aber von ihrer Kompetenz keinen Gebrauch machen. Dem K 227 kam deshalb die undankbare Aufgabe zu, den kleinsten gemeinsamen Nenner der Sicherheitsstromversorgung zu finden und im übrigen auf die von einzelnen Bundesländern erlassenen Verordnungen und bauaufsichtlichen Richtlinien zu verweisen. Folgende Bestimmungen dienen als Grundlage für die im Entwurf von DIN VDE 0107 enthaltenen Festlegungen über die Sicherheitsstromversorgung:

- Der Musterentwurf der Krankenhausbauverordnung, die z. Zt. nur in Nordrhein-Westfalen in Kraft gesetzt ist.
- Die Festlegungen der Norm DIN 57 100 Teil 560/VDE 0100 Teil 560,



Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke, die als CENELEC Harmonisierungsdokument verbindlich sind.

- Die Festlegungen der geltenden Normen DIN 57 107/VDE 0107/06.81 und DIN 57 108/VDE 0108/12.79.

### 3. Grundsätzliche Anforderung

Eine Sicherheitsstromversorgung ist in allen Krankenhäusern, Polikliniken und anderen baulichen Anlagen mit entsprechender Zweckbestimmung erforderlich. Sie muß bei Störung der allgemeinen Stromversorgung folgende Einrichtungen nach einer zulässigen Einschaltverzögerung über eine bestimmte Zeit mit elektrischer Energie versorgen:

- Die Sicherheitsbeleuchtung
- Die notwendigen Sicherheitseinrichtungen
- Medizinisch-technische Einrichtungen, die stets verfügbar sein müssen
- Einrichtungen, die zur Aufrechterhaltung des Krankenhausbetriebes unerlässlich sind.

Die Sicherheitsbeleuchtung, die notwendigen Sicherheitseinrichtungen und wichtige medizinisch-technische Einrichtungen müssen innerhalb von 15 s aus mindestens einer Ersatzstromquelle für die Dauer von mindestens 24 Stunden weiterbetrieben werden können, wenn die Spannung eines oder mehrerer Außenleiter am Gebäudehauptverteiler um mehr als 10 % abgesunken ist.

Nach gesichertem Betrieb dieser Einrichtungen müssen die zur Aufrechterhaltung des Krankenhausbetriebes unerlässlichen Einrichtungen selbsttätig oder von Hand dem Ersatzstromaggregat zugeschaltet werden können.

Operationsleuchten und vergleichbare Leuchten müssen aus einer zusätzlichen Ersatzstromquelle, die wie bisher "Besondere Ersatzstromversorgung (BEV)" heißen soll, selbsttätig innerhalb von 0,5 s für die Dauer von mindestens drei Stunden versorgt werden können.

### 4 Sicherheitsbeleuchtung

Sowohl die Krankenhausbauverordnung als auch DIN 57 108/VDE 0108/12.79 fordern, daß bestimmte Teile der Beleuchtung im Krankenhaus bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung über eine sich selbsttätig einschaltende Ersatzstromversorgung innerhalb von 15 s weiterbetrieben werden müssen. DIN 57 108/VDE 0108/12.79 unterscheidet zwischen der "Sicherheitsbeleuchtung", die grundsätzlich aus einer Batterie gespeist wird, und der "Ersatzstromversorgung" von Anlagen, die bei Netzausfall aus einem Stromerzeugungsaggregat erfolgt. Im Entwurf DIN VDE 0108 ist der Begriff "Sicherheitsbeleuchtung" in Angleichung an den entsprechenden Begriff in der Arbeitsstättenverordnung auch auf den Teil der Beleuchtung angewendet worden, der bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung aus einem Ersatzstromaggregat gespeist wird. DIN VDE 0107 hat deshalb den Begriff "Sicherheitsbeleuchtung" ebenfalls in die Entwurfsfassung übernommen. Das hat verschiedentlich zu dem Mißverständnis geführt, im Kranken-

SIEMENS

# Kein Blackout im O

Die Folgen eines Ausfalls der Stromerzeugung wären fatal. Besonders die neuesten Geräte für Diagnose und Therapie sind auf die immer sensiblere Elektronik angewiesen.

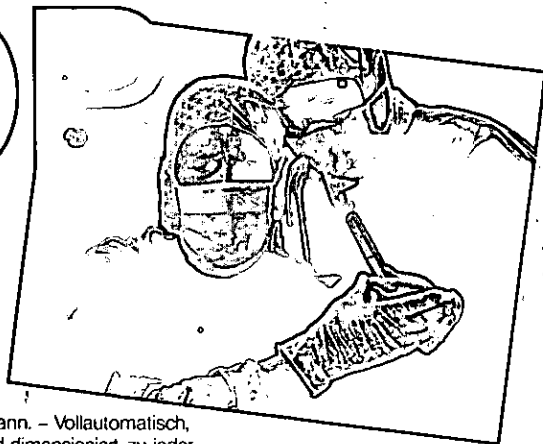
Die Qualität der Stromversorgung ist hier entscheidend: Absolut konstante Spannung, ohne Störungen aus der Steckdose – auch wenn mal irgendwo ein Kabel beschädigt wird oder die Netzeinspeisung kurzzeitig ausfällt.

Hier sind auch die Notstromaggregate machtlos – hier hilft nur ein Stromlieferant, der möglichst kurze und eigene Wege geht und absolut zuverlässig immer zur Verfügung steht: die „Besondere Ersatzstromversorgung“ (BEV).

Eine Anlage, die nicht erst im Notfall Strom erzeugen muß, sondern bereits gespeicherte Energie sofort

abgeben kann. – Vollautomatisch, ausreichend dimensioniert, zu jeder Zeit. Das ist optimale Vorsorge für Behandlungsablauf und maximaler Schutz vor lebensbedrohenden Störungen.

Das klinikeigene Notstromaggregat schützt die ganze Klinik bei längeren Ausfällen des externen Stromnetzes. Die BEV schützt die lebenserhaltenden Bereiche bei kurzen Netzausfällen und internen, hausgemachten Störungen.



Nähere Informationen?  
Gem. Bitte wenden Sie sich an:

Siemens AG, Abt. E483  
Postfach 3240,  
D-8520 Erlangen  
Tel. (09131) 7-27318  
Fernschr. 62921-512 si d  
itx 9131812 sieerl

**Sichere und konstante  
Stromversorgung  
durch BEV-Anlagen  
von Siemens.**

## Sichere und konstante Stromversorgung durch BEV-Anlagen von Siemens.

Siemens-BEV-Anlagen sind mit statischen Geräten bestückt und haben deshalb ein hohes Maß an Wartungsfreiheit, arbeiten umweltfreundlich und sicher, erzeugen keine Erschütterungen, sind geräuscharm und benötigen keine Fundamente.



Der Betriebszustand der BEV-Anlage wird auf einem Blindschaltbild angezeigt.

Diese umweltfreundlichen Eigenschaften ermöglichen eine Aufstellung der Anlagen in der Nähe des Verbrauchers, z.B. in Räumen, welche auf dem gleichen Flur des OP bzw. der Intensivstation liegen. Siemens-BEV-Anlagen halten die Leistung ständig abrufbereit zur Verfügung. Sie werden nach den neuesten VDE-Bestimmungen gebaut, entsprechen den Bestimmungen und Verordnungen der Funkenstörung nach Funkenstörgrad "N" gem. VDE 0875.

Der Stromrichter ist in moderner Schaltung aufgebaut und arbeitet mit Pulsbreitenmodulation. Für den Leistungsteil werden Hochleistungstransistoren verwendet. Die Taktfrequenz liegt um ein Vielfaches über der Grundfrequenz (Netzfrequenz). Damit ist der Eingriff der Regelung innerhalb einer Halbwelle mehrfach möglich.

Besondere Merkmale dieser Schaltungstechnik sind:

- Hohe Regeldynamik.
- Hoher Wirkungsgrad auch bei Teillast.
- Geringe Abmessungen.
- Geringes Gewicht.
- Niedriger Geräuschpegel.

Durch besondere Schaltungsauslegung liefert der Stromrichter bei Wechselrichterbetrieb den geforderten hohen Kurzschlußstrom.

Im Stromrichter sind alle Hilfseinrichtungen, die für den automatischen Betrieb der BEV-Anlage notwendig sind, eingebaut.

Für die Meßwertanzeige ist ein Digitalsystem mit Mikroprozessor eingesetzt. Die gewünschten Meßwerte können über Drucktasten im Blindschaltbild abgerufen werden. Die Anzeige erfolgt digital auf einem Display.

haus sei künftig eine batteriegestützte Sicherheitsbeleuchtung erforderlich. Eine solche Interpretation ist jedoch, wie aus dem entsprechenden Text des Entwurfes ersichtlich ist, nicht richtig. Die "Sicherheitsbeleuchtung" eines Krankenhauses wird also bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung wie bisher aus dem Ersatzstromaggregat (AEV) versorgt werden.

Die Sicherheitsbeleuchtung ist mindestens der Teil der allgemeinen Beleuchtung, deren Betrieb die erforderliche Mindestbeleuchtungsstärke sicherstellt und der bei Störung der allgemeinen Stromversorgung aus einer Ersatzstromquelle versorgt wird. Sie ist erforderlich für

- Die Rettungswege mit einer Mindestbeleuchtungsstärke von 1 lx auf der Mittellinie in 0,2 m über dem Fußboden und über Stufen
  - Die Beleuchtung der Rettungszeichen
  - Die Beleuchtung aller für die Aufrechterhaltung des Krankenhausbetriebes notwendigen Räume für die Unterbringung, Pflege, Untersuchung und Behandlung von Kranken.
- In medizinisch genutzten Räumen der Anwendungsgruppe 1 muß mindestens eine Leuchte und in Räumen der Anwendungsgruppe 2 die gesamte Raumbelichtung weiterbetrieben werden können.
- Die Beleuchtung von Räumen, z. B. technischen Betriebsräumen, die zur Aufrechterhaltung des Krankenhausbetriebes notwendig sind.

#### 5. Notwendige Sicherheitseinrichtungen

Zu den notwendigen Sicherheitseinrichtungen, deren Weiterbetrieb ebenfalls innerhalb von 15 s gewährleistet sein muß gehören:

- Aufzüge
- Lüftungsanlagen zur Entrauchung und für Betriebsräume von Ersatzstromquellen
- Nichtbatteriegestützte Anlagen der Lichtruftechnik

#### 6. Medizinisch-technische Einrichtungen

Die elektrischen Einrichtungen der medizinischen Gasversorgung einschließlich Druckluft, Vakuumversorgung und Narkoseabsaugung sowie deren Überwachungseinrichtungen müssen innerhalb von 15 s aus der Sicherheitsstromversorgung weiter betrieben werden können, wenn die Spannung am Hauptverteiler um mehr als 10 % abgesunken ist.

Die gleiche Forderung gilt auch für netzabhängige elektromedizinische Geräte in Räumen der Anwendungsgruppe 2, die operativen oder anderen lebenswichtigen Maßnahmen dienen. Für diese Geräte sind zur Verbesserung ihrer Verfügbarkeit zusätzliche Anforderungen zu erfüllen. Um die Abschaltung eines Stromkreises bei Körperschluß in einem angeschlossenen Gerät zu vermeiden, müssen diese Geräte über ein IT-Netz versorgt werden. Als Schutzmaßnahme bei indirektem Berühren wird der Schutz durch Meldung angewendet. Diese, seit vielen Jahren geltende Festlegung kann aber nur dann sinnvoll sein, wenn durch geeignete Maßnahmen verhindert wird, daß das gesamte IT-Netz durch einen einzigen möglichen Fehler in der Zuleitung ausfällt. Die gel-

tenden Bestimmungen DIN 57 107/VDE 0107/6.81 enthalten deshalb in Abschnitt 8.2.2 die Forderung, daß eine besondere Ersatzstromversorgung (BEV) die Versorgung von Einrichtungen, die der Aufrechterhaltung lebenswichtiger Körperfunktion dienen, selbsttätig übernehmen muß, wenn an den Einspeisestellen im zugehörigen Unterverteiler die Spannung mindestens eines Außenleiters ausfällt. Aus dieser Forderung folgt zwingend, daß an der Einspeisestelle der Zuleitung im Verteiler des Raumes der Anwendungsgruppe 2 eine Spannungspüberwachung und eine Umschalteneinrichtung vorhanden sein müssen. Bei Ausfall der Spannung in der Zuleitung, z. B. durch Ansprechen der Überstrom-Schutzeinrichtung, schaltet die Umschalteneinrichtung auf die zweite, aus der BEV versorgte Zuleitung um.

Im Entwurf DIN VDE 0107 vom Februar 1988 wurde auf die Ersatzstromquelle BEV für die Sicherheitsstromversorgung von elektromedizinischen Geräten, die operativen oder anderen lebenswichtigen Zwecken dienen, verzichtet, wenn nicht baurechtliche Vorschriften nach Landesrecht eine BEV fordern. Diese Neuregelung war notwendig, weil die Baubehörden der Bundesländer zu diesem Thema sehr unterschiedliche Vorstellungen haben. Ein Teil der Länder lehnt mit Verweis auf den Musterentwurf der Krankenhaus-Bau-Verordnung eine BEV für diese Geräte ab, andere Länder fordern sogar eine batteriegestützte Geräte-BEV mit höchstens 0,5 s Umschaltzeit, während offensichtlich in manchen Bundesländern die Meinungsbildung noch in Gange ist. Vielleicht bedarf es erst einer Europäischen Norm, um diesem verwirrenden Spiel ein Ende zu bereiten.

Der Verzicht auf eine BEV als dritte Stromquelle neben der Netzeinspeisung und der allgemeinen Ersatzstromversorgung AEV bedeutet jedoch nicht, daß auch auf die zweite Zuleitung verzichtet werden darf. Der Entwurf enthält deshalb die Forderung, jeden Verteiler für medizinisch genutzte Räume der Anwendungsgruppe 2 oder mindestens den Verteilerabschnitt für das IT-Netz über je zwei Zuleitungen redundant versorgen zu können. Bei Ausfall der Spannung am Ende der bei ungestörtem Betrieb versorgenden ersten Leitung muß die Stromversorgung selbsttätig auf die zweite Leitung umgeschaltet werden. Das ist, allerdings verständlicher ausgedrückt, die gleiche Forderung, die bereits in Abschnitt 8.2.2 von DIN 57 107/VDE 0107/6.81 enthalten ist. Der Unterschied besteht lediglich in der kostensparenden Erleichterung, daß die zweite Leitung nicht aus einer BEV gespeist werden muß, sondern daß sie wie die erste Leitung von der Sammelschiene des Gebäudehauptverteilers abzweigt. Die Sicherheitsstromversorgung der elektromedizinischen Geräte für operative oder andere Maßnahmen, die lebenswichtig sind, funktioniert also nach folgendem Prinzip:

Bei Absinken der Netzspannung am Gebäudehauptverteiler um mehr als 10 % erfolgt die Sicherheitsstromversorgung aller Verbrauchsgeräte, also auch der genannten elektromedizinischen Geräte, die innerhalb von 15 s verfügbar sein müssen, selbsttätig aus dem Ersatzstromaggregat. Lediglich OP-Leuchten und vergleichbare Leuchten müssen innerhalb von 0,5 s aus einer beson-

deren Ersatzstromversorgung (BEV) versorgt werden. Bei Ausfall der Spannung am Unterverteiler eines Raumes der Anwendungsgruppe 2 wegen Störung in der Zuleitung wird selbsttätig auf die zweite, netzversorgte Leitung umgeschaltet, die dann die Versorgung übernimmt.

### 7. Leitungsnetz der Sicherheitsstromversorgung

Nach DIN VDE 57 100 Teil 560/VDE 0100 Teil 560 sind für elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren ohne selbsttätige Abschaltung beim ersten Fehler zu bevorzugen. In den Entwurf DIN VDE 0107 wurde deshalb die Festlegung aufgenommen, für Anlagen der Sicherheitsstromversorgung bei Einspeisung aus der Ersatzstromquelle neben den Schutzmaßnahmen Schutzisolierung, Schutzkleinspannung, Funktionskleinspannung und Schutztrennung den Schutz durch Meldung mit Isolationsüberwachung im IT-Netz bevorzugt anzuwenden. Um dies zu ermöglichen, müssen vom Gebäudehauptverteiler ab für die Funktion des Schutzleiters (PE) und des Neutralleiters (N) getrennte Leiter verwendet werden. Bei Speisung aus der allgemeinen Stromversorgung ist das Leitungsnetz der Sicherheitsstromversorgung ein TN-S-Netz, soweit nicht in Räumen der Anwendungsgruppe 2 IT-Netze angewendet werden. Nach Umschaltung vom Netz auf die Ersatzstromquelle soll das Leitungsnetz ungeerdet als IT-Netz betrieben werden.

Die Norm DIN VDE 0100 Teil 430 fordert den Schutz von Kabeln und Leitungen gegen zu hohe Erwärmung bei Kurzschluß. Die Abschaltung eines kurzschlußbehafteten Stromkreises durch die vorgeschaltete Schutzeinrichtung ist jedoch nicht innerhalb einer bestimmten Zeit vorgeschrieben, wenn die Schutzeinrichtung der Leitung so zugeordnet ist, daß sie den Anforderungen des Schutzes bei Überlast entspricht. Dies ist in der Praxis der Regelfall.

Bei Versorgung aus dem Netz wird wegen der relativ hohen Kurzschlußströme und der ohne dies zu erfüllenden Abschaltbedingung zum Schutz bei indirektem Berühren im TN-S-Netz mit Überstromschutzeinrichtung die Abschaltung innerhalb von 5 s erfolgen. Wenn jedoch das Leitungsnetz der Sicherheitsstromversorgung aus dem Ersatzstromaggregat gespeist wird, ist wegen des relativ niedrigen Dauerkurzschlußstromes, den ein Ersatzstromgenerator liefern kann, mit einer selektiven Abschaltung des kurzschlußbehafteten Stromkreises nicht zu rechnen. Sie ist zum Schutz der Kabel und Leitungen gegen zu hohe Erwärmung auch nicht erforderlich, weil der niedrige Kurzschlußstrom meist keine unzulässige Erwärmung verursachen kann. Der über längere Zeit bestehen bleibende Kurzschluß kann jedoch Störungen durch Spannungsabsenkungen in Teilen des Netzes hervorrufen, die im Krankenhaus nicht hingenommen werden können. In vielen Anlagen, die diesbezüglich untersucht worden sind, war bei Kurzschluß im Leitungsnetz entweder gar keine Abschaltung zu erwarten oder es löste der Überlastschutz des Generators aus, wodurch die gesamte Sicherheitsstromversorgung zusammenbrach.

Die grundlegende Norm DIN 57 100 Teil 560/VDE 0100 Teil 560 fordert, Auswahl und Einbau von Überstrom-Schutzeinrichtungen

so abzustimmen, daß der Überstrom eines Stromkreises die Betriebsmittel anderer Stromkreise der elektrischen Anlage für Sicherheitszwecke nicht beeinträchtigt. Der Entwurf DIN VDE 0107 trägt dem Rechnung mit folgender Festlegung:

"In allen Stromkreisen der Sicherheitsstromversorgung müssen die Kennwerte der Ersatzstromquellen und der Schutzeinrichtungen sowie die Querschnitte der Leiter so ausgewählt werden, daß der bei Kurzschluß an beliebiger Stelle der Anlage sowohl bei Versorgung aus der allgemeinen Stromversorgung als auch aus der Ersatzstromquelle fließende kleinste Kurzschlußstrom innerhalb von 5 s abschaltet. Die dem Fehler vorgeschaltete Schutzeinrichtung muß gegenüber den ihr vorgeschalteten Schutzeinrichtungen selektiv auslösen". Der Nachweis zur Erfüllung dieser Forderung wird im Regelfall nur durch Berechnung möglich sein.

In Stromkreisen der Sicherheitstromversorgung darf nach DIN 57 100 Teil 560/VDE 0100 Teil 560 der Schutz von Kabeln und Leitungen gegen zu hohe Erwärmung sowohl bei Überlast als auch bei Kurzschluß entfallen. Von dieser Möglichkeit wurde im Entwurf DIN VDE 0107 in den Fällen Gebrauch gemacht, in denen einerseits hohe Verfügbarkeit erforderlich ist, andererseits die Fehlerwahrscheinlichkeit gering ist. So kann man auf Überstrom-Schutzeinrichtungen zwischen Ersatzstromquelle und zugehörigem Verteiler sowie zwischen Batterie und zugehörigem Ladegerät verzichten, wenn das Kabel oder die Leitung kurzschluß- und erdschlußsicher nach DIN VDE 0100 Teil 520 verlegt ist. Nach dieser Norm gelten u. a. normale Kabel und Mehraderleitungen, die zugänglich und gegen mechanische Beschädigungen geschützt verlegt sind, als kurzschluß- und erdschlußfest verlegt.

Ein wichtiger Teil der Sicherheitsstromversorgung ist der Transformator für das IT-Netz in einem Raum der Anwendungsgruppe 2. Für jedes IT-Netz genügt ein Transformator, wenn der Ausfall der Stromversorgung infolge Unterbrechung des Transformatorstromkreises nicht zu erwarten ist. Dies ist der Fall, wenn

- die Leitungen zwischen Verteiler und Transformator sowohl auf der Primär- als auch auf der Sekundärseite kurzschluß- und erdschlußsicher verlegt sind und keine Schutzeinrichtungen oder Schalter enthalten,
- für den Transformator der Schutz durch Abschaltung bei Körperschluß nicht angewendet wird und
- Verteiler, Leitungen und Transformator sich im gleichen Geschloß und Brandabschnitt wie der zugehörige Raum der Anwendungsgruppe 2 befinden.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. E. Pointner

Gerlichstr. 33

8000 München 60

## Sicherheit in der Kältetechnik

von Helmut Kern, Mannheim

### 1. Allgemeines

Kälte kann durch Kälteanlagen, die mit einem Kältemittel im geschlossenen Kreislauf arbeiten, oder durch Kühleinrichtungen, die ein Kühlmittel wie flüssigen Stickstoff, Luft oder Trockeneis verdampfen, erzeugt werden. Im Krankenhaus findet die Kälte vielseitige Anwendung u.a. zur Kühlung von Medikamenten, Blutkonserven, Gewebeteilen oder Organen, zur direkten Behandlung, zur Klimatisierung oder als Wärmepumpe, die die Kälte ins Freie transportiert.

Die Gefährdungen, die von Kälteanlagen oder Kühleinrichtungen ausgehen, ergeben sich aus:

- Antriebsenergien z.B. Strom, Gas, Öl, Dampf
- maschinellen Teilen z.B. Riementriebe, Kupplungen, Ventilatoren
- Überdrücken innerhalb der Anlage
- Kältemitteln oder Kühlmitteln, die toxisch, erstickend, explosibel oder brandfördernd sein können.
- Kälte selbst z.B. Erfrierung, Unterkühlung

Die letzten drei Gefährdungen sind der Kältetechnik eigentümlich. Sie sollen hier behandelt und Wege oder Maßnahmen aufgezeigt werden, wie diese beherrscht werden können, um die Kälte sicher zu erzeugen und anzuwenden.

Die wesentlichen Grundlagen hierfür sind:

- Druckbehälter-Verordnung
- Technische Regeln Druckbehälter (TRB)
- Unfallverhütungsvorschrift "Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen (VBG 20)
- DIN 8975 "Kälteanlagen, Sicherheitstechnische Anforderungen für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung.

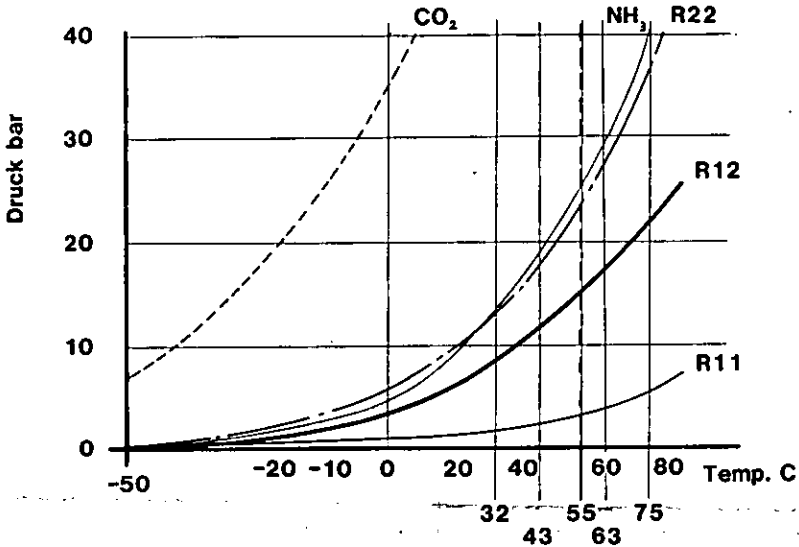
### 2. Gefährdung durch Überdrücke

Um die bei Kälteanlagen erwünschte Wirkung zu haben ist es unumgänglich, im Inneren unterschiedliche Drücke zu fahren, denn das Kältemittel muß einmal kondensieren und dann wieder ver-



dampfen. Die erforderlichen hohen Drücke zum Kondensieren des Kältemittels werden durch die Arbeit des Verdichters bei Kompressionsanlagen oder durch die Beheizung des Kochers bei Absorptionsanlagen erreicht.

### DAMPFDRUCK-TEMPERATUR-KURVE



Die Drücke sind abhängig vom Kältemittel und betragen bei Kondensationstemperaturen von 55°C beim Kältemittel

Ammoniak	22,1 bar	R 11	1,8 bar
R 12	12,7 bar	R 113	0,3 bar
R 22	20,6 bar	Kohlendioxid	73,0 bar (K.P.)

Für diese Drücke müssen alle Bauteile der Druckseite, die Kältemittel führen, wie Leitungen, Ventile, Trockner, Sammler und andere Behälter, gebaut sein. Für die Herstellung und die Prüfung der Behälter gilt seit 01.07.1980 die "Verordnung über Druckbehälter und Füllanlagen".

Danach sind Prüfungen vor der Inbetriebnahme erforderlich durch:

- Sachverständige, wenn das Produkt aus Inhalt in Litern und Überdruck in bar die Zahl 200 übersteigt:
- Hersteller, wenn diese Zahl kleiner ist oder der Überdruck bis 1 bar beträgt.

Wiederkehrende Prüfungen durch Sachverständige sind bei Behältern mit einem Druckinhaltsprodukt über 1000 vorgeschrieben, und zwar alle fünf Jahre. Für Druckbehälter in Kälteanlagen beschränkt sich diese Prüfung auf eine äußere Prüfung durch einen Sachkundigen. Innere Prüfungen und Druckprüfungen müssen an solchen Behältern jedoch dann durchgeführt werden, wenn sie aus anderen Gründen kältemittelfrei gemacht werden, z.B. bei Reparaturen oder Erweiterungen. Das Risiko der Gefährdung wird beim Entleeren der Behälter zum Zwecke der Prüfung höher eingeschätzt als der ungeprüfte Weiterbetrieb des Behälters mit dem nicht korrodierend wirkenden Kältemittel. Prüfungen haben ergeben, daß die Behälter von Innen her nicht geschwächt werden. Um so größere Aufmerksamkeit muß dem Äußeren der Behälter gezollt werden, denn unter der Isolierung ist oft eine angerostete oder angefressene Behälterwand nicht erkennbar. Andere Druckbehälter mit kleinerem Druckinhaltsprodukt müssen wiederkehrend von Sachkundigen geprüft werden. Die Prüffristen werden vom Betreiber in Anlehnung an die Fristen für größere Behälter selbst festgelegt.

DRUCKBEHÄLTER EINTEILUNG IN GRUPPEN	DRUCKEINHEIT	ERSTMALIGE PRÜFUNG			BAUMUSTER- PRÜFUNG (§ 9 ABS. 5 Satz 1)	ABNAHMEPRÜFUNG			BAUMUSTER- PRÜFUNG (§ 9 ABS. 5 Satz 2)	WIEDERKEHRENDE PRÜFUNGEN		
		VOR- PRÜFUNG	BAU- PRÜFUNG	DRUCK- PRÜFUNG		DICHTHEITS- PRÜFUNG	AUS- ROSTUNG	AUF- STELLUNG		INNERE DRUCK- PRÜFUNG	ÄUßERE DRUCK- PRÜFUNG	ÄUßERE DRUCK- PRÜFUNG
GRUPPE I: $p \leq 0,2$ bar	GAS ODER DAMPF	-	-	1)	-	0	0	0	-	0	0	-
GRUPPE II: $0,1 \text{ bar} < p \leq 1 \text{ bar}$ $p > 1 \text{ bar}$ u. $p \cdot V \leq 200$		-	-	2)	-	0	0	0	-	0	0	0
GRUPPE III: $p > 1 \text{ bar}$ und $200 < p \cdot V \leq 1000$		+	+	+	-	+	+	+	-	0	0	0
GRUPPE IV: $p > 1 \text{ bar}$ und $p \cdot V > 1000$		+	+	+	-	+	+	+	-	0	0	0
GRUPPE V: $p \leq 500 \text{ bar}$ $50 < p < 500 \text{ bar}$ und $p \cdot V \leq 1000$		-	-	2)	-	0	0	0	-	0	0	0
GRUPPE VI: $p > 500 \text{ bar}$ und $1000 < p \cdot V \leq 10000$		+	+	+	-	+	+	+	-	0	0	0
GRUPPE VII: $p > 500 \text{ bar}$ und $p \cdot V > 10000$		+	+	+	-	+	+	+	-	0	0	0
	FESTIGKEITEN	-	-	2)	0	-	-	-	0	0	0	0

+ PRÜFUNG DURCH DEN SACHVERSTÄNDIGEN,  
0 PRÜFUNG DURCH DEN SACHKUNDIGEN,  
# BAUMUSTERPRÜFUNG LIEGT VOR.

1) DICHTHEITSPRÜFUNG DURCH DEN HERSTELLER,  
2) DRUCKPRÜFUNG DURCH DEN HERSTELLER.

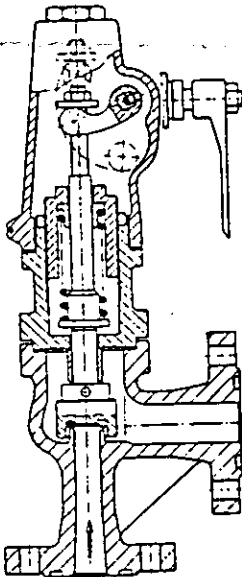
Bei der Herstellung der Druckbehälter werden die Technischen Regeln für Druckbehälter (TRB), die vom Fachausschuß "Druckbehälter" ermittelt und im Bundesarbeitsblatt veröffentlicht werden, eingehalten. Damit die auf dem Kennzeichnungsschild

anzugebenden zulässigen Betriebsüberdrücke nicht überschritten werden können, sind Sicherheitseinrichtungen anzubringen.

### Fabrikschild für Druckbehälter

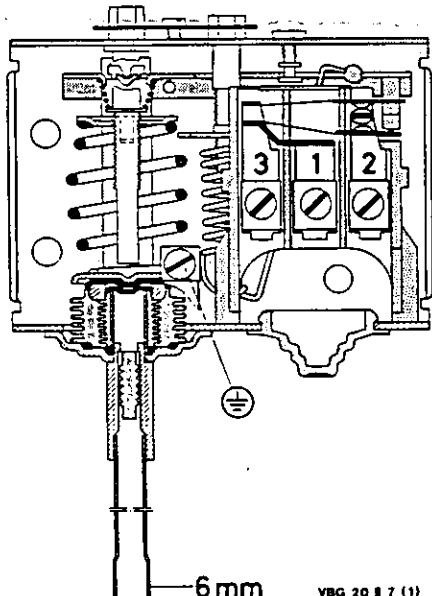
Typ	<input type="text"/>	Hersteller	<input type="text"/>
Herstell-Nr	<input type="text"/>	Herstelljahr	<input type="text"/> ZU <input type="text"/>
Zul.Betriebs- Überdruck	<input type="text"/> bar bis <input type="text"/> °C	Rohrraum	<input type="text"/> bar bis <input type="text"/> °C
Temperatur	<input type="text"/> °C bei <input type="text"/> bar		<input type="text"/> °C bei <input type="text"/> bar
Inhalt	<input type="text"/> l		<input type="text"/> l

Die Art der Ausrüstung von Druckbehältern in Kälteanlagen richtet sich nicht nach den TRB 402-404 sondern nach der TRB 801 "Besondere Druckbehälter" Abschnitt 14. Derzeit verweist die TRB 801 noch auf die bisherige UVV "Kälteanlagen" (VBC 20) und die DIN 8975 Teil 7.



Federbelastetes Sicherheitsventil mit Anlüthebel

### Sicherheitsdruckwächter



6 mm

VBC 20 § 7 (1)

Für Druckbehälter in Kälteanlagen genügt die für die Kälteanlage vorschriebene Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung. Die Druckbehälter sind nur dann mit einer eigenen Sicherheitseinrichtung zu versehen, wenn diese Behälter mit flüssigem Kältemittel voll angefüllt werden und abgesperrt werden können, oder abgesperrte Druckbehälter eine unzulässige Temperaturerhöhung erfahren können. Hierfür werden bauteilgeprüfte Sicherheitsventile verwendet. Für die vom Druckerzeuger bewirkten Überdrücke können bauteilgeprüfte Sicherheitsdruckschalter eingesetzt werden, die auch das Austreten von Kältemitteln in die Umwelt vermeiden.

Bei Kälteanlagen mit Kältemittel der Gruppe 1 (halogenierte Chlorkohlenwasserstoffe) bis zu einem Füllgewicht von 10 kg, die für Betriebsdrücke bei einer Temperatur von 55°C ausgelegt sind, kann auf eine Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung verzichtet werden, wenn der Verdichter auch im Dauerlauf bei 32°C Umgebungstemperatur keinen höheren Druck als den zulässigen Betriebsüberdruck erzeugen kann.

Damit Unbefugte nicht Ventile, die im Kältemittelkreislauf vorhanden sind, betätigen, werden diese auf eine Mindestzahl beschränkt und die Spindel mit einer Kappe, die verplombt werden kann, abgedeckt. Die Kappe kann gleichzeitig eine Dichtung für eine durchlässige Stoffbuchse sein. Beim Abschrauben der Kappe ist deshalb bei fehlender Druckentlastung Vorsicht geboten, da sich ein Druck aufgebaut haben könnte. Damit die im Inneren herrschenden Drücke erkannt werden, sind größere Anlagen mit Manometern ausgerüstet. Wegen der Beziehung Druck - Temperatur erlauben die in Kälteanlagen eingesetzten Manometer auch das Ablesen der jeweiligen Verdampfungs- oder Kondensationstemperatur.

### 3. Gefährdung durch Kältemittel

#### 3.1 Kältemittel

Entsprechend ihren physikalischen und physiologischen Eigenschaften teilt die UVV "Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen" (VGB 20) die Kältemittel in drei Gruppen ein:

- Gruppe 1 - Kältemittel ohne erhebliche gesundheitsschädliche Wirkung und nicht brennbar.
- Gruppe 2 - Kältemittel, die giftig oder ätzend sind oder die brennbar sind und eine untere Zündgrenze von mindestens 3,5 Vol.-% haben.
- Gruppe 3 - Kältemittel mit einer unteren Zündgrenze von weniger als 3,5 Vol.-%.

Physiologische Eigenschaften von Kältemitteln

Gruppe	Kältemittel		keine schädliche		gefährlich		tödlich oder		C-Wert		
	Kurz- zei- chen	Formel	Wirkung in		in		ernsthafte		Schäden in		
			1 - 2	Std.	30 - 60 min		wenigen min.				
			v%	g/m <sup>3</sup>	v%	g/m <sup>3</sup>	v%	g/m <sup>3</sup>	v%	kg/m <sup>3</sup>	
1	R 11	CCl <sub>3</sub> F	10	870	> 6%				narkotisch wirksam	5,3	0,3
	R 12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	25	1250	> 20%				Sauerstoffmangel	10,0	0,5
	R 12B1	CBrClF <sub>2</sub>	5		> 6%				narkotisch wirksam	2,9	0,2
	R 22	CHClF <sub>2</sub>	20		> 20%				Sauerstoffmangel	8,3	0,3
	R 113	C <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	5	370	> 6%				narkotisch wirksam	5,1	0,4
	R 502	R 22 + R 115 CO <sub>2</sub>	20 4	920 75	> 20%				Sauerstoffmangel	8,6 5,5	0,4 0,1
2	R 717	NH <sub>3</sub>	0,01	0,07	0,2	1,4	0,5	3,5			
		SO <sub>2</sub>	0,004	0,11	0,04	1,1	0,2	5,4			
	R 30	CH <sub>3</sub> Cl	0,2	4,1	2,0	42,0	15,0	325			
3	R 290	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5,0	92	0,3	115			ungiftig		

Zu den Kältemitteln der Gruppe 1 zählen die sogenannten Sicherheitskältemittel wie R 11, R 12, R 22 und R 113, also die halogenierten Chlorkohlenwasserstoffe. Sie wirken, von einigen die narkotisch oder berauschend wirken abgesehen, im wesentlichen durch die Verdrängung des Sauerstoffs. Sie sind wesentlich schwerer als Luft und reichern sich an tieferen Stellen, Kellern, Gruben usw. an. Ähnlich wirkt auch das Kohlendioxid als Kältemittel. R 11, R 12, R 113 u.a. sind wegen der Ozon-Loch-Hypothese als umweltschädigend in Verruf gekommen.


Zu Kältemitteln der Gruppe 2 gehört Chlormethyl, das kaum noch verwendet wird, und insbesondere Ammoniak. Ammoniak wurde in den letzten 40 Jahren vorwiegend im industriellen Bereich angewandt, da es etliche Vorteile hat. Im privaten und kleingewerblichen Bereich hat man darauf verzichtet. Auch im Krankenhaus, wo Menschen in Ihrer Beweglichkeit behindert sind. Lediglich in kleinen Haushalt- oder Campingkühlschränken, die als Absorber betrieben werden, ist es unersetzlich. Mit dem Vordringen der Wärmepumpe gewinnt auch die Absorberwärmepumpe mit größeren Ammoniakmengen Bedeutung und Eingang in den nicht industriellen Bereich. Ammoniak ist besonders giftig. 3,5 g Ammoniak, verteilt in einem m<sup>3</sup> Luft, wirkt, in dieser Mischung eingeatmet, tödlich. Es ist jedoch schon ab einer Konzentration von 0,005 Vol.-% entsprechend 35 mg durch seinen stechenden Geruch bemerkbar.

Diese Konzentration entspricht auch dem MAK-Wert von 50 ppm. Ebenso läßt es sich leicht an Wasser binden. Ein Liter Wasser

kann bei einer Temperatur von 0°C etwa  $1\text{m}^3 = 0,8 \text{ kg}$  Ammoniakgas aufnehmen und dabei Salmiakgeist bilden.

Zur Gruppe 3 gehören die brennbaren Kältemittel wie Propan und Butan oder Isopropylen, die im Krankenhaus als Kältemittel kaum Anwendung finden dürften.

### Kälteanlagen- Kennzeichnungsschild

(Hersteller / Lieferer)		
Auftrag/Typ	<input type="text"/>	
Herstelljahr	<input type="text"/>	Kältemittel <input type="text"/>
Gr.Füllgewicht d.Kälteanlage	<input type="text"/>	kg
Zul.Betriebsüberdruck HD/ND	<input type="text"/> / <input type="text"/>	bar

#### 3.2 Sicherheitsmaßnahmen durch Aufstellungsbedingungen

Auch wenn durch die Beschaffenheit einer Kälteanlage mit ihren dichten, druckfesten Bauteilen kaum zu erwarten ist, daß die eingeschlossenen Kältemittel auf den Menschen direkt einwirken können, wird eine noch höhere Stufe der Sicherheit durch die Aufstellungsbedingungen erzielt. So dürfen Anlagen mit den brennbaren Kältemitteln der Gruppe 3 nur im Freien oder in besonderen Maschinenräumen mit leichten Dächern oder Wänden mit entsprechenden Schutzzonen aufgestellt werden. Kälteanlagen mit mehr als 2,5 kg Ammoniak dürfen nur als Absorber ohne Einschränkung aufgestellt werden. Werden höhere Füllgewichte benötigt, so dürfen die Teile der Hochdruckseite nicht tiefer als im ersten Untergeschoß aufgestellt werden. Bei Aufstellung im Krankenhaus oder in Bereichen, wo sich Personen aufhalten, die in der Bewegung behindert oder auch nicht über die Gefahren informiert sind, - die UVV spricht hier vom Aufstellungsbereich M - müssen alle ammoniakführenden Teile in einem besonderen Maschinenraum untergebracht sein. Maschinenräume sind unterhalb der Decke mit Lüftungseinrichtungen zu versehen, die offenbar oder einschaltbar sind. Die Ausblaseöffnung muß an ungefähr-

Zulässiges Kältemittelfüllgewicht je Kälteanlage mit Kältemittel der Gruppe 1 nach Art der Aufstellung im Aufstellungsbereich M

Kältemittel der Gruppe		1	
Aufstellungsbereich	Kälteübertragungssystem	direkt oder indirekt offen	Indirekt offen gelüftet oder indirekt geschlossen
	Aufstellungsart		
M	nicht im besonderen Maschinenraum (§ 17)	$c \cdot V$ [kg] V = Volumen des Aufstellungsraumes [m <sup>3</sup> ]	
	Verdichter und Sammler im Maschinenraum (§ 17) oder im Freien	$c \cdot V$ [kg] V = Volumen des Aufstellungsraumes für Verdichter oder Verflüssiger bzw. bei Luftumwälzung das Volumen des kleinsten Raumes oder das aller versorgten Räume, zu denen die Luftzufuhr nicht unter 25% gedrosselt werden kann.	unbeschränkt
	alle kältemittelführenden Teile im Maschinenraum (§ 17) oder im Freien		unbeschränkt

Zulässiges Kältemittelfüllgewicht je Kälteanlage mit Kältemittel der Gruppe 2 oder 3 nach Art der Aufstellung im Aufstellungsbereich M

Kältemittel der Gruppe		2		3	
Aufstellungsbereich	Kälteübertragungssystem	direkt oder indirekt offen	Indirekt geschlossen	direkt / indirekt	
	Aufstellungsart				
M	nicht im besonderen Maschinenraum (§ 17)	Absorber bis 2,5 kg		1 kg	
	Verdichter und Sammler im Maschinenraum (§ 17) oder im Freien	Absorber bis 2,5 kg		1 kg	
	alle kältemittelführenden Teile im Maschinenraum (§ 17) oder im Freien	Absorber bis 2,5 kg	Absorber bis 2,5 kg		im UG: 1kg
			hochdruckseitiger Maschinenraum nicht unter dem 1. Untergeschoß; niederdruckseitiger Maschinenraum auch darunter	mit direkter Verbindung zu Räumen des Bereiches M: 250 kg	
			ohne direkte Verbindung zu Räumen des Bereiches M und mit Zugang vom Freien: unbeschränkt	im OG: 5kg	

# Sicherer Strom ist unsere Stärke



Wir haben uns zuverlässige Energieversorgung zur Aufgabe gemacht. Jedes Gerät, das unser Haus verläßt, ist ein Produkt jahrelanger Forschung. Wertvolle Ergebnisse werden praxisgerecht umgesetzt. Resultat: ausgereifte Technik, kraftvolle Energieversorgung und dauerhafte Funktionstüchtigkeit.

## Krankenhausstromversorgung BEV

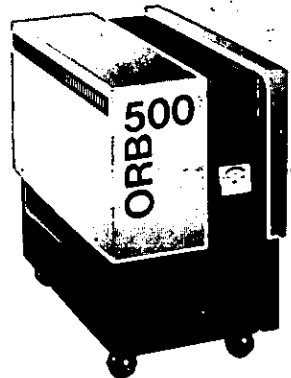
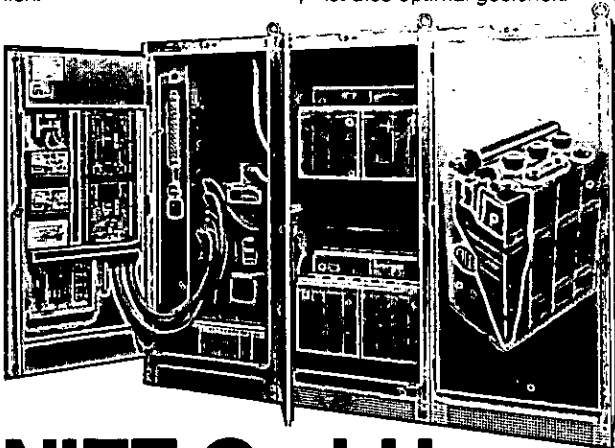
Diese lebensnotwendige Stromversorgung kommt in Krankenhäusern voll zum Tragen. Mikroprozessoren gewährleisten beruhigende Sicherheit im OP-Bereich und auf Intensiv-Stationen. Mit Hilfe der kraftvollen NIFE NiCd-Batterie ist sofortiger Stromzugriff im Notfall möglich.

## NIFE – Sicherheitslichtgeräte schalten Risiken aus

Stromausfälle können zu unkalkulierbaren Folgen führen. Um dies zu verhindern, muß die gesamte Sicherheitslicht-Anlage jederzeit und umgehend in Funktion treten können. Mit dem NIFE-Akkumulator als zentralem Funktionsmodul ist dies optimal gesichert.

## NIFE-Power: Mini ORB Netzstabilisatoren/USV

Die Kraft, die Computer unabhängig macht. NIFE-Power dient als unterbrechungsfreie Stromanlage und schaltet gleichzeitig Störungen im Lichtnetz zuverlässig aus. Ideal bei hochsensiblen Computereinrichtungen. Kernstück dieser Notstromanlage ist der Konstantspannungs-CVT.



# NIFE GmbH

EIN UNTERNEHMEN DER CARDO-GRUPPE

## Stromversorgungssysteme

Naumannstraße 33, 1000 Berlin 62, Tel. (030) 784 1064 – Telex 185 778 nife d, Telefax (030) 784 1064

Unser Hauptsitz ist Berlin, und wir sind in vielen deutschen Großstädten durch Vertriebsbüros vertreten. Weltweit sind wir der führende Hersteller von Nickel-Cadmium-Batterien, mit einem umfassenden Geräteprogramm für gesicherte Stromversorgungssysteme.





## Sicherheitslichtsystem '88:

### Ein System macht sich selbständig.

Sicherheitslichtsysteme (DIN VDE 0108) von NIFE arbeiten wartungsfrei und kontrollieren sich selbst. In regelmäßigen sogenannten Self-Check-Intervallen werden allgemeine Betriebsbereitschaft und Batteriekapazität überprüft. Diese vollautomatische Überwachung ist mikroprozessorgesteuert.

### Das System führt Protokoll

Ein eingebauter Klarschrift-Drucker protokolliert täglich die automatisch vorgenommene Funktionsprüfung. Alle für den Betrieb der Anlage erforderlichen Betriebszustände und Störmeldungen werden sofort ausgedruckt.

Dazu gehören u. a.:

- Zeitpunkt des Netzausfalls,
- Netzwiederkehr,
- Batteriekapazität,
- Stromkreisausfall der Sicherheitsbeleuchtung,
- völlige Entladung der Batterie.

Die bewährte NiCd-Batterie bildet den kraftvollen Energiespeicher des SICHERHEITSLICHTSYSTEMS '88 von NIFE. Diese robuste Batterie unterliegt keiner zerstörenden, inneren Korrosion und ist daher besonders langlebig. Die Kapazität der wartungsfreien NiCd-Batterie kann vollständig ausgenutzt werden. Sie ist zudem noch tiefentladefest. Besonders wichtig! Bei Abschluß eines Revisionsvertrages verlängert sich die Gewährleistungszeit erheblich.

# NIFE GmbH

## Stromversorgungssysteme

EIN UNTERNEHMEN DER CARDO-GRUPPE

Naumannstraße 33, 1000 Berlin 62, Tel. (030) 7 84 10 64 - Telex 185 778 nife d, Telefax (030) 784 10 64

Unser Hauptsitz ist Berlin, und wir sind in vielen deutschen Großstädten durch Vertriebsbüros vertreten. Weltweit sind wir der führende Hersteller von Nickel-Cadmium-Batterien, mit einem umfassenden Geräteprogramm für gesicherte Stromversorgungssysteme.

## Neues Computerprogramm

### von NIFE beseitigt Probleme der Netzwerkberechnung

Die von der NIFE GmbH vorwiegend für Krankenhäuser entwickelten „Besonderen Ersatzstromversorgungen“ (DIN VDE 0107) gelten am Markt als beispielhaft. Seit Beginn der Produktion im Jahre 1973 wurden bereits über 200 Systeme installiert.

Jetzt macht NIFE einen weiteren Schritt in Richtung optimaler Stromversorgung durch praxisorientierte Umsetzung neuester Technik.

Das nachgeschaltete Netz ist mit Trenntransformatoren als Schutzleistungssystem ausgerüstet und macht somit den Aufbau eines selektiven Netzes mit entsprechenden Kurzschlußwerten erforderlich. Die große Anzahl unterschiedlicher Systeme verschiedener Anbieter erschwerte jedoch bisher diese Netzwerkberechnung. Durch die Entwicklung eines speziellen Computerprogramms schaltet NIFE jetzt diese Problematik aus.

### Das Computerprogramm ist in der Lage, eine komplette Netzwerkberechnung sowohl für die BEV- als auch für die AEV-Leitungen und Transformatoren in kürzester Zeit zu erstellen.

Die Abnehmer der „Besonderen Ersatzstromversorgungen“ für Krankenhäuser können diesen neuen Service ab sofort bestellen. Die Systeme der Firma NIFE werden in Leistungsgrößen zwischen 3 und 50 kVA hergestellt.

Mit dem neuen Computerprogramm hat die NIFE GmbH ihr Leistungsangebot noch mehr verbessert und konnte somit ihre Führungsposition am Markt weiter ausbauen.

deter Stelle münden. Der Übertritt von Ammoniak in die übrigen Räume des Gebäudes ist durch dichte Wände und Türen, gegebenenfalls durch Unterdruck, zu verhindern. Fluchtwege sind vorzusehen. Die Kälteübertragung (Wärmeübertragung bei Wärmepumpen) darf nur indirekt sein. Für den Aufstellungsbereich O (ohne Publikum) sind die Einschränkungen geringer.

Für Krankenhäuser ist die Aufstellung von Kälteanlagen mit einem Kältemittel der Gruppe 1 am zweckmäßigsten. Ohne besondere Einschränkung dürfen solche Anlagen bis zu einem Füllgewicht von  $c \text{ kg/m}^3$  Aufstellungsraum vorhanden sein. Die Berechnungsgröße  $c \text{ kg/m}^3$  kann der Anlage 2 zur UVV "Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen" entnommen werden.

Strömt die gesamte Kältemittelmenge einer Kälteanlage aus und ist das Mengen/Raumverhältnis kleiner als die Berechnungsgröße, so tritt keine erhöhte Gefährdung der im Raum anwesenden Personen ein. Wird klimatisiert und die am Verdampfer gekühlte Luft oder die am Kondensator erwärmte Luft in mehrere Räume geblasen, so darf das Volumen aller Räume in Ansatz gebracht werden, wenn zu keinem der größeren Räume die Luftzufuhr unter 25 % gedrosselt werden kann. Als zu berücksichtigendes Füllgewicht gilt jeweils das Füllgewicht eines Kältemittelkreislaufs. Bei Aufstellung im Untergeschoßraum werden Kälteanlagen mit Kältemittel der Gruppe 1 im tiefsten Geschoß aufgestellt und der Raum mit einer mechanischen Lüftungseinrichtung versehen, die in Bodennähe absaugt. Bei einer mechanischen Lüftungsanlage richtet sich die Luftmenge nach der Formel

$$Q = 50 \times \sqrt[3]{G^2} \text{ m}^3/\text{h} \quad G = \text{kg Füllgewicht}$$

#### 4. Gefährdung durch Kühlmittel

Die Gefährdung durch Überdrücke ist auch bei Kühlmitteln gegeben, wenn diese unter Druck flüssig in Behältern bereitgehalten werden. Dies trifft auch für die Sprühdose zu.

Ansonsten geschieht die Verdampfung unter Atmosphärendruck, wobei die Kälte erzeugt wird.

Das vergaste Kühlmittel kann den Sauerstoffgehalt der Luft mindern und im schlimmsten Fall erstickend wirken. Für gute Absaugung und Lüftung ist zu sorgen. Dabei muß beachtet werden, daß das kalte Gas (Stickstoff oder  $\text{CO}_2$ ) schwerer als die Umgebungsluft ist.

Bei Kühlung mit flüssiger Luft ist Vorsorge zu treffen, daß bei der Entnahme der Flüssigphase gegen Ende kein hoher Sauerstoffanteil vorhanden ist, der dann beim Vergasen brandfördernd wirkt.

Auch festes Kohlendioxid (Trockeneis) welches sublimiert und vergast, ist ein Kühlmittel. Ebenso andere Kälte-träger, die durch Ändern des Aggregatzustandes einen Raum oder Körper Wärme entziehen, z.B. Wassereis, Kälte-Akkus.

## 5. Gefährdung durch Kälte

Damit Personen in Kühlräumen mit Temperaturen unter + 10°C durch Eingesperrtsein keiner Unterkühlung oder Panik ausgesetzt werden oder in kleineren Räumen ersticken, müssen Kühlräume über 60 l mit Türen oder Deckel versehen sein, die von innen her zu öffnen sind.

Bei Kühlräumen über 10 m Grundfläche oder anderen unübersichtlichen Räumen müssen die Türen auch im abgeschlossenen Zustand von innen offenbar sein. Bei Kühlräumen mit Temperaturen unter - 10°C sind zusätzlich Signaleinrichtungen vorgeschrieben, um bei eventuell festgefrorener Tür Hilfe herbeirufen zu können.

Für Personen, die in Kühlräumen mit Temperaturen unter - 25°C arbeiten, ist die ununterbrochene Aufenthaltszeit auf zwei Stunden beschränkt. Danach müssen 15 Minuten Aufwärmzeit gewährt werden. Beim Betreten der Kühlräume muß der Arbeitnehmer Kälteschutzkleidung tragen, die der Unternehmer zur Verfügung zu stellen hat. Ebenso unterliegen die dort Beschäftigten gemäß UVV "Arbeitsmedizinische Vorsorge "den Untersuchungen nach den arbeitsmedizinischen Grundsätzen" Kälte" G 20. Die UVV schreibt Erstuntersuchungen vor Aufnahme der Beschäftigung und Nachuntersuchungen nach 3, 6 bzw. 12 Monaten bei Beschäftigten in Kühlräumen unter - 45°C bzw. - 25 °C vor.

## 6. Schluß

Unter der Voraussetzung, daß die sicherheitstechnischen Bestimmungen eingehalten werden, ist für Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen ein so hoher Grad der Sicherheit erreicht, daß Befürchtungen, einen Unfall oder eine Gesundheitsschädigung zu erleiden, nicht angebracht sind. Es liegt also an Ihnen, die Sie solche Anlagen errichten oder betreiben, für den sicheren Zustand zu sorgen, indem Sie sich die Kenntnisse über die Bestimmungen aneignen und diese im erforderlichen Umfang erfüllen. Ihre Kunden oder Mitarbeiter werden Ihnen dafür dankbar sein.

## 7. Schrifttum

Unfallverhütungsvorschrift "Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen" (VBC 20) vom 01.04.1987 mit Durchführungsanweisungen

Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen vom 27.02.1980

Unfallverhütungsvorschrift "Kraftbetriebene Arbeitsmittel" (VBC 5)

DIN 8975 Teil 1 bis Teil 9

Kälteanlagen - Sicherheitstechnische Anforderungen für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung

DIN 31 000 Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten technischer Erzeugnisse (März 1979)

DIN 24 167 Teil 1 Ventilatoren - Berührungsschutz gegenüber Ventilatorlaufrädern, mechanische Festigkeit, Anforderungen, Prüfung

DIN 43 61 Berührungsschutzeinrichtungen für Kompressoren  
Sicherheitstechnische Anforderungen

DIN 33 70 Gasverbrauchseinrichtungen, Kühl- und Gefriergeräte

DIN 57 700 Teil 1/VDE 0700 Teil 1  
Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch  
und ähnliche Zwecke - Allgemeine Anforderungen

DIN 57 700 Teil 24/VDE 0700 Teil 24  
Kühl- und Gefriergeräte

DIN 57 700 Teil 240/VDE 0700 Teil 240  
Kühl- und Gefriergeräte für besondere Zwecke  
und Eisbereiter

DIN 8901 Wärmepumpen; Wärmepumpen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen, Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser; Anforderungen, Prüfung.

Dipl.-Ing. Helmut Kern  
Collinstraße 10

6830 Schwetzingen

## **Kältelogistik im Krankenhaus**

---

von B. Kriewald, Erfstadt

### **1. Einleitung**

Eine erfolgreiche Logistik stellt sicher, daß zum benötigten Zeitpunkt die benötigte Leistung zur Verfügung steht. Für die Kälte bedeutet dies, daß ausreichende Kälteleistung - nicht mehr und nicht weniger - an der Stelle angeboten werden kann, wo vom Bedarf entsprechende Leistung angefordert wird.

Diese Aufgabe muß erfüllt werden rund um die Uhr 24 h lang, an jedem kältetechnischen Verbraucher, unabhängig vom Aufstellungs-ort, vollautomatisch ohne Eingriff von Bedienungspersonal, sicher und wirtschaftlich.

Diese anspruchsvolle Aufgabe läßt sich nur dann erfüllen, wenn ein frühzeitiger Kontakt, spätestens zum Zeitpunkt der Planung, zu Fachfirmen, zu Kälteanlagenbauenden Firmen, aufgenommen wird, um Planungsmängel zu minimieren. Sie läßt sich nur dann sicherstellen, wenn Fachbetriebe den kompletten Service durchführen.

### **2. Planung**

Die sichere und wirtschaftliche Bereitstellung benötigter Kälteleistung an irgendeinem Ort im Krankenhaus läßt sich nur dann sicherstellen, wenn bereits im Planungsstadium dieser Aspekt ausreichend berücksichtigt wird. Dabei sind für die Planung und Dimensionierung der Kälteanlage entscheidende Kriterien:

- 2.1 Kältebedarf und Kältebedarfsveränderung der einzelnen Kälteverbraucher während des Tages, der Woche, des Jahres
- 2.2 Räumliche Verteilung der einzelnen Kälteverbraucher und damit notwendige Transportwege
- 2.3 Notwendige Einhaltung von Temperatur- und Feuchtigkeits-toleranzen

### 2.1 Kältebedarf

In der Vergangenheit war es häufig so, daß die Summe des Kältebedarfs aller Kälteverbraucher zuzüglich eines Sicherheitszuschlags die zu installierende Kälteleistung war. Das führte dazu, daß Anlagen niemals im Vollastbetrieb arbeiteten, sondern unwirtschaftlich und damit auch nicht betriebssicher im Teillastbereich betrieben wurden.

Für die richtige Dimensionierung der Kälteanlage ist es notwendig, den Kältebedarf aller Verbraucher über der Zeitachse aufzutragen, um Gleichzeitigkeitsfaktoren zu nutzen, aber auch um Spitzen zu erkennen.

Solche Kältebedarfsspitzen sollten zunächst einmal durch krankenhauserinterne Maßnahmen wie z. B. Verlegung bestimmter Leistungen in kältebedarfsschwächere Zeiten oder durch Kältespeichermaßnahmen abgebaut werden. Ganz zuletzt sollte eine entsprechend große Dimensionierung der Kälteanlage erfolgen, wobei dem jeweiligen Kältebedarf die Kälteleistung der Kälteanlage unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebsbedingungen (z. B. Sommer- und Winterbetrieb) gegenüberzustellen ist.

Zu diesem Zeitpunkt muß entschieden werden, welcher Art und wieviel Kältemittelverdichter vorgesehen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Kältemittelverdichter die Einzelkomponente ist, die einen hohen Investitionswert darstellt, die im Normalfall größter Energieverbraucher ist und hohe Servicekosten erfordert.

Die Kälteindustrie bietet Hubkolben-, Schrauben- und Turboverdichter an, darüberhinaus mehrere Hubkolben- und kleinere Schraubenverdichter zu sogenannten Verbundsätzen zusammengebaut. Alle diese Möglichkeiten stellen sicherlich für bestimmte Anwendungsfälle die optimale Lösung dar. Für die Anwendung im Krankenhaus muß nun geprüft werden, welche Lösung am wirtschaftlichsten und betriebssichersten eine Übereinstimmung von Kältebedarf und Kälteleistung sicherstellt.

## 2.2 Verfügbarkeit

Wir hatten festgestellt, daß jeder Kälteverbraucher zu jeder Zeit mit Kälte versorgt werden muß, zu dem ein Bedarf vorliegt. Bei den in Krankenhäusern häufig üblichen weit voneinander entfernten Verbrauchern ist die Entscheidung über eine zentrale oder dezentrale Kälteerzeugung sowie über direkte oder indirekte Kühlung mit Kälteträgern zu treffen. Bei Kälteanlagen mit direkter Kühlung und einem verzweigten Kältemittelleitungsnetz ist die genaue Dimensionierung der Rohrleitungen besonders wichtig. Es ist sicherzustellen, daß einerseits ein Minimum an Druckverlusten in den Kältemittelleitungen bei Vollastbetrieb auftritt, zum anderen muß im Teillastbereich die Geschwindigkeit des Kältemittels im Rohr so groß sein, daß eine sichere Ölrückführung gewährleistet ist.

Gleichzeitig erfordert ein verzweigtes Rohrleitungsnetz eine große Betriebs-Kältemittelmenge und vergrößert erheblich die Gefahr von Undichtigkeiten und damit Umweltbelastungen.

Allein aus diesem Grund sollte auf zentrale Kälteerzeugung mit direkter Kältemittelverteilung verzichtet werden.

CFKW-Kältemittel werden eingestuft, entscheidend zur Zerstörung der Ozonschicht beizutragen. Dies soll derzeit mehr oder weniger für alle gebräuchlichen Kältemittel dieser Zusammensetzung gelten. Einschränkungen in der Produktion bestimmter Kältemittel mit hohem Ozongefährdungspotential sind beschlossen.

Zentrale Kälteerzeugungsanlagen, bei denen fabrikmäßig vorgefertigte Kompaktaggregate mit Werksprüfungen und -tests eingesetzt werden können, sollten einen Kälteträger abkühlen, der mittels Pumpen zu den einzelnen Kälteverbrauchern transportiert wird. Für Verbraucher im Temperaturbereich über  $0^{\circ}\text{C}$  steht mit Wasser ein geeigneter Kälteträger zur Verfügung, für Tieftemperaturanlagen sind geeignete Kälteträger derzeit allerdings nicht vorhanden.

Die Energiekosten der Kälteanlage bei Einsatz von Kälteträgern sind normalerweise höher als bei Kälteanlagen mit direkter Kühlung, da die Kälte bekanntlich auf einem niedrigeren Niveau erzeugt werden muß. Die sich daraus ergebende, vom Kältemittelverdichter zu erbringende größere Druckdifferenz führt im Durchschnitt gleichzeitig zu höheren Servicekosten. Allerdings kann der Nachteil höherer Energiekosten teilweise oder völlig ausgeglichen werden durch die Planung von Kältespeichern, so daß Kälte in Zeiten geringer Energiekosten (Nachtstrom) erzeugt wird. Solche Kältespeicher können gleichzeitig, wie bereits festgestellt, die Größe der Kältezentrale reduzieren. Sie können darüber hinaus das logistische Problem der Kälteverteilung vereinfachen, weil die Kälteversorgung der Kälteverbraucher ohne die Einschaltung der Kälteanlage erfolgen kann.



Die jedem Verbraucher zugeordnete dezentrale Kälteanlage benötigt solche Kälteträger nicht. Sie erzeugt Kälteleistung auf dem höchstmöglichen Saugdruckniveau und damit wirtschaftlich. Das Kältemittelleitungsnetz ist kurz und übersichtlich.

Allerdings sind Vorteile durch Anwendung von Gleichzeitigkeitsfaktoren nicht zu realisieren, darüber hinaus kann Kälteleistung je Kälteanlage und Kältebedarf je Verbrauchsstelle sehr viel schwieriger aufeinander abgestimmt werden.

### 2.3 Einhaltung von Temperatur und Feuchtigkeitswerten

Häufig werden an die Einhaltung von Kenngrößen wie Temperatur und Feuchtigkeit Anforderungen gestellt, die nur sehr geringe Abweichungen zulassen. Sollwertgeber und Regelgeräte mit entsprechend geringen Toleranzen stehen zur Verfügung und werden eingesetzt, Auswirkungen auf die Kälteanlage allerdings teilweise nicht berücksichtigt.

Auswirkungen, die zu großer Einschalthäufigkeit und damit hohem Verschleiß der Kältemittelverdichter führen können oder dazu, daß erzeugte Kälteleistung völlig unwirtschaftlich teilweise wieder vernichtet wird, weil der Kältebedarf lediglich ein Bruchteil der Vollastleistung beträgt. Hier soll nicht die Forderung nach grundsätzlich großen Toleranzen für alle Regelgrößen erhoben werden. Es soll nur angeregt werden, im Einzelfall zu prüfen, wo enge Toleranzen erforderlich sind und wo dann allerdings auch die Auswirkungen auf die Kälteanlage untersucht werden sollten.

### 3. Service

Im Normalfall werden die installierten Anlagen vom Betreiber betrieben, d. h. er nimmt sie in Betrieb; er setzt sie außer Betrieb; er bedient die Anlagen durch Einstellung und Überwachung.

Die wesentliche weitere Aufgabe, die Instandhaltung, nämlich Maßnahmen durchzuführen, die zur Erhaltung eines sicheren, funktionstüchtigen und wirtschaftlichen Betriebes notwendig sind, kann nur von Fachfirmen erbracht werden.

Die erforderlichen Maßnahmen im Rahmen der Instandhaltung sind in der DIN 31051 genau definiert und beinhalten im einzelnen die

#### 3.1 Wartung

#### 3.2 Inspektion

#### 3.3 Instandsetzung

Innerhalb dieser Maßnahmen sind eine Vielzahl von Einzelaufgaben zu erledigen,

innerhalb der **Wartung:**

Prüfen, Nachstellen, Auswechseln, Ergänzen, Schmieren, Konservieren, Reinigen;

innerhalb der **Inspektion:**

Prüfen, Messen, Beurteilen;

innerhalb der **Instandsetzung:**

Ausbessern, Austauschen.

Störungen in der Kälteversorgung werden programmiert, wenn Maßnahmen der Wartung und Inspektion gar nicht, teilweise oder von Nichtfachfirmen durchgeführt werden. Alle diese Maßnahmen erfordern den Einsatz von Fachfirmen. Auch der Gesetzgeber fordert im Wasserhaushaltsgesetz, daß Kälteanlagen nur von Fachbetrieben instandgehalten, instandgesetzt und gereinigt werden dürfen. Für den Betreiber von Kälteanlagen bedeutet diese Regelung, daß er entsprechende Arbeiten nur an Betriebe mit Fachbetriebsnachweis vergeben darf.

Fachbetriebe haben das Fachpersonal mit den notwendigen Werkzeugen und Geräten, das regelmäßig geschult und weitergebildet wird. Sie sind darauf eingerichtet, nicht mehr verwendungsfähiges Kältemittel und Kältemaschinenöl zu sammeln und einer geordneten Entsorgung zuzuführen.

#### 4. Zusammenfassung

Zur sicheren und wirtschaftlichen Bereitstellung von Kälte bei Vermeidung von Fehlzeiten ist ein enger Kontakt mit den kälteanlagenbauenden Firmen empfehlenswert. Dies gilt bereits für den Planungszeitraum und ist beim Service unerläßlich. So kann erreicht werden, daß Krankenhäuser ihrer eigentlichen Aufgabe, Patienten zu betreuen, noch besser gerecht werden.

Dipl. Ing. Berndt Kriewald  
Am Burgfeld 30  
5042 Erftstadt

## Medizinische Gasversorgung, Druckluft, Vakuum

H. Beuster, Lübeck

Die sichere Entnahme medizinischer Gase aus einer Versorgungsanlage für medizinische Gase und Vakuum ist für den Anwender im Krankenhaus ein heute nicht mehr wegzudenkender Standard. Medizinische und technische Gase wie Sauerstoff, Druckluft, Lachgas und Vakuum werden in den Krankenhäusern in so großen Mengen verbraucht, daß nur eine zentrale Versorgungsanlage wirtschaftlich, zuverlässig und immer in ausreichender Menge, die Erfordernisse sicher übernehmen kann.

### 1. Sicherheitsaspekte einer Versorgungsanlage für medizinische Gase

Eine Versorgungsanlage für medizinische Gase besteht prinzipiell aus folgenden Hauptkomponenten:

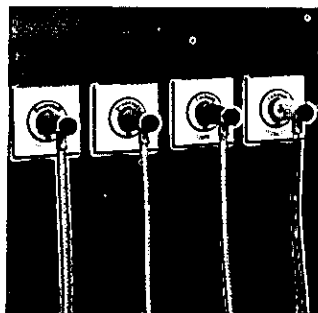
- Zentralen für O<sub>2</sub>, Air, N<sub>2</sub>O und Vakuum
- Verteilernetz incl. Armaturen
- Entnahmestellen
- Warn- und Überwachungssystem

Bezüglich der Sicherheit der Gesamtanlage muß, ähnlich wie bei einer Kette, jede Komponente eine Reihe von Sicherheitsmerkmalen aufweisen, um die erforderliche Gesamt-Sicherheit zu gewährleisten. Nachfolgend sollen für die wichtigsten Komponenten die Sicherheitsaspekte betrachtet werden:

#### 1.1 Entnahmestellen

Das wichtigste Bauelement der Anlage für den Betreiber ist die Entnahmestelle. Generell sind diese so gestaltet, daß eine Verwechslung unterschiedlicher Gase ausgeschlossen ist (ausgenommen hiervon ist der Kombinationsstecker Druckluft-Sauerstoff).

Sie sind farblich unterschiedlich ausgeführt und mit der entsprechenden Gasart deutlich beschriftet; einem Fabrikat wurde sogar das GS-Zeichen, also eine Prüfbescheinigung der Arbeitssicherheit durch den Fachausschuß Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege erteilt. Darüber hinaus erkennt der Betreiber an der geometrischen Form von Stecker und Kupplung die Gasart (Sechskant z.B. für Sauerstoff). Der Stecker ist neben der geometrischen Kennung zusätzlich, wie auch der Schlauch, farblich gekennzeichnet.



Damit bei Servicearbeiten an den Entnahmestellen, z.B. beim Auswechseln von Dichtringen, keine Gasartverwechslungen eintreten können, sind die Entnahmestellen mit einer "inneren" Gasartkennung, z.B. einer Stiftkombination ausgestattet; dadurch können die Bauelemente nicht "falsch" eingebaut werden. Ein Rückschlagventil im Basisblock gestattet ein Arbeiten ohne Absperrung des Versorgungsnetzes.

Da verbrennungsfördernde Gase, wie z.B.  $O_2$  und  $N_2O$  bereitgestellt werden, die eventuell bei Druckstößen und hoher Strömungsgeschwindigkeit im System einen Verbrennungsvorgang auslösen könnten, müssen die gasartführenden Teile der Entnahmestelle in Metall ausgeführt werden.

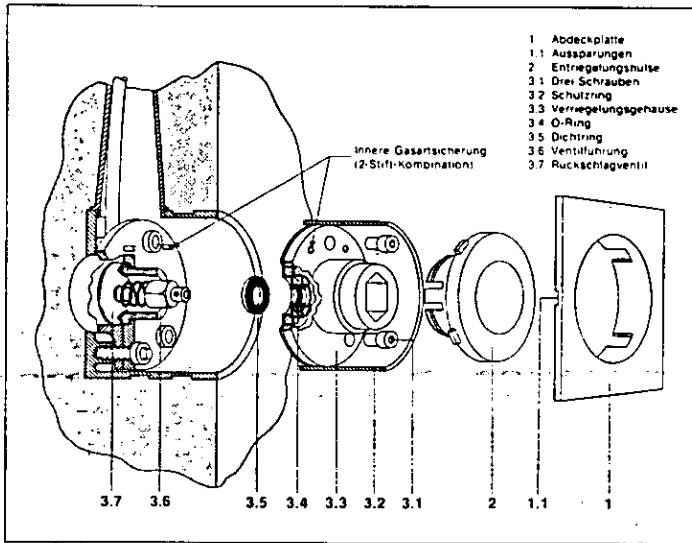


Abb. 2 Demontage der Entnahmestellen für Dichtungswechsel

Während der gesamten Installationszeit, d.h. vor der Inbetriebnahme sollen die Entnahmestellen mit einem roten Sicherheits--Aufkleber versehen sein, der folgenden Schriftzug trägt: "Anlage nicht in Betrieb nehmen". Dieser Aufkleber zeigt an, daß das System nicht betriebsbereit ist und unter keinen Umständen betrieben werden darf, da alle Tests bzgl. Durchfluß, Dichtheit und Gasartverwechslung noch nicht durchgeführt worden sind. Erst nach Überprüfung der Anlage durch autorisierte Personen wird der Aufkleber entfernt, die Entnahmestelle ist damit betriebsbereit.

# Dräger

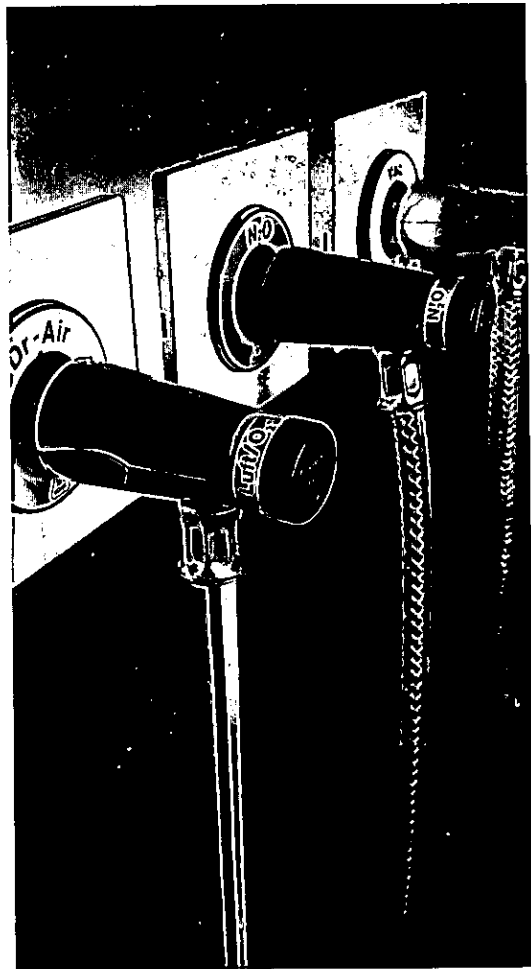
## Steckverbindungen für medizinische Gase

Die zuverlässige  
Gasverbindung im  
Krankenhaus.

Steckverbindungen von Dräger  
schließen die falsche Hand-  
habung bei Druckgas- und Vaku-  
umanschlüssen für medizinische  
Gase aus.

Gasartspezifische Profile erlau-  
ben nur das Zusammenkuppeln  
von Elementen derselben Gas-  
art.

Die Steckverbindungen entspre-  
chen DIN 13260, DGAI-Forde-  
rungen nach eindeutiger Farb-  
kennzeichnung und tragen das  
GS-Zeichen.



Drägerwerk Aktiengesellschaft  
Medizintechnik  
Postfach 13 39 · D-2400 Lübeck 1  
Telefon (04 51) 8 82 - 0

**Dräger.**  
Technik für das Leben.

# Dräger

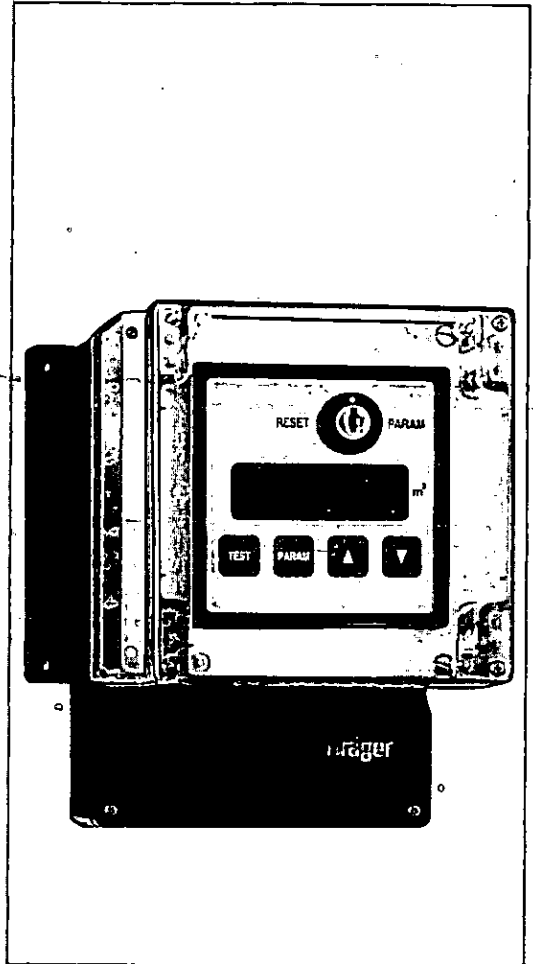
## Verbrauchsgerechte Kostenzuordnung

Verbrauch medizinischer  
Gase erfassen mit  
Volucount.

Volucount ermöglicht die ver-  
brauchsgerechte Kostenzuord-  
nung medizinischer Gase in  
Krankenhaus oder Klinik.

Der Verbrauch von Sauerstoff,  
Druckluft, Lachgas, Vakuum,  
Stickstoff oder Kohlensäure wird  
in  $m^3$  gemessen und digital ange-  
zeigt. Über eine V-24-Schnitt-  
stelle können die Verbrauchs-  
daten ausgelesen werden.

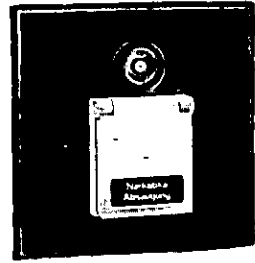
Volucount wird in das Rohrlei-  
tungssystem des medizinischen  
Gases installiert.



Drägerwerk Aktiengesellschaft  
Medizintechnik  
Postfach 13 39 · D-2400 Lübeck 1  
Telefon (04 51) 8 82 - 0

**Dräger.**  
Technik für das Leben.

Zur Sicherheit des OP-Teams dient eine weitere Entnahmestelle, die Narkosegas-Absaug-Kupplung. Da nur der Patient die Anästhesie braucht und nicht das Team, werden mit diesem System überschüssige Narkosegase gefahrlos ins Freie abgeleitet.



## 1.2 Verteilernetze

Für die Verteilernetze medizinischer Gase ist der Werkstoff Kupfer vorgeschrieben, der in idealer Weise die nachfolgenden Ansprüche erfüllt und damit einen sicheren Transport der Gase gewährleistet. Kupfer muß:

- korrosionsfest sein
- dicht, auch gegenüber Diffusion sein
- neutral gegenüber den medizinischen Gasen sein
- eine hohe Lebensdauer aufweisen
- feuerbeständig sein

Wegen der hohen Anforderungen an den Restfettgehalt, der  $0,2 \text{ mg/dm}^2$  nicht überschreiten darf sowie der hohen Anforderung an Dichtheit, Materialhomogenität und Reinheit des Materials kann kein normales Cu-Rohr verwendet werden, sondern nur CU-Rohr in Spezialqualität. Das Cu-Rohr muß spezielle Prüf- und Reinigungsverfahren durchlaufen und wird speziell auf der Oberfläche fortlaufend gekennzeichnet. Für jede Liefercharge wird zusätzlich vom Hersteller ein Abnahmeprüfzeugnis ausgestellt.

Aus hygienischer Sicht ist der Werkstoff Kupfer ein idealer Werkstoff, da die Kupfer-Ionen nicht nur eine bakteriologische und bakterizide Wirkung besitzen, sondern sie haben auch eine erhebliche fungizide Wirksamkeit.

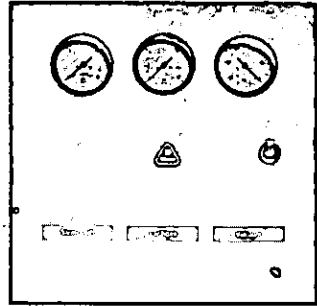
Die Montage der Rohre erfolgt durch Spezialmonteure; die Hartlötverbindungen werden unter Verwendung von Schutzgasen hergestellt, damit das Rohrinere nicht durch Zunderbildung verschmutzt wird; die Rohre bleiben blank und sauber.

Das Rohrsystem muß absolut dicht sein; alle Druckprüfungen werden protokolliert.



### 1.3 Ventilkästen und Druckreduzierstationen

Ventilkästen dienen zur Kontrolle u. zum Absperrn einzelner Versorgungsbereiche innerhalb der medizinischen Gasversorgungsanlage. Sie sind aus Sicherheitsgründen von der Berufsgenossenschaft vorgeschrieben. (UVV Sauerstoff 44.0). Sind dezentrale Druckreduzierstationen aufgrund weitverzweigter Verteilernetze erforderlich, so besitzen diese neben den Sicherheitsventilen zur Druckbegrenzung jeweils 2 parallel angeordnete Druckminderer, damit eine sichere kontinuierliche Versorgung gewährleistet ist.



### 1.4 Zentralen

Die Zentralen sind das Herzstück einer jeden Anlage, sie müssen die Gasversorgung in ausreichender Menge, in der medizinischen Qualität und unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bereitstellen und liefern.

#### 1.4.1 Flaschenzentralen für Sauerstoff und Lachgas

In der Sauerstoff-Zentrale wird eine Arznei, nämlich  $O_2$  bevorratet, reduziert und den einzelnen Fachbereichen zur Verfügung gestellt. ( $O_2$  ist eine Arznei gemäß dem Arzneimittelgesetz § 2- und §-4 Abs. 1 AMG).  
Alle Armaturen unterliegen daher wegen der hohen Reinheitsanforderungen sowie der  $O_2$ -Brandgefahr höchsten Qualitätsanforderungen, auch im Hinblick auf Ausbrennsicherheit, die durch die BAM (Bundesanstalt für Materialprüfung) bestätigt sein sollte.

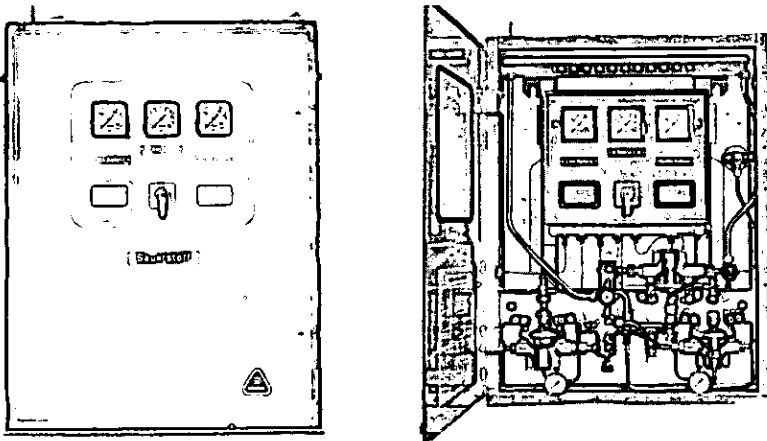


Abb. 5 Vollautomatischer Schaltschrank

Der O<sub>2</sub> wird über Flaschenbatterieanlagen oder Kaltvergaseranlagen bereitgestellt; die Druckaufbereitung und -Überwachung erfolgt durch eine vollautomatische Druckreduzierstation. Die wesentlichen Bauelemente dieser Druckreduzierstation sind, da eine kontinuierliche Versorgung sichergestellt sein muß, in doppelter Ausführung vorhanden, bzw. Bypass-Leitungen ermöglichen Servicearbeiten an Druckminderern bei laufendem Betrieb der Anlage. Bei einem Stromausfall darf die Versorgung ebenfalls nicht beeinträchtigt werden.

Abblase- und Sicherheitsventile zur Druckbegrenzung sind selbstverständlich integriert. Sprechen diese Ventile im Störfall an, werden die Gase O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O nicht in die Zentrale geblasen, sondern über Rohrleitungen ins Freie geführt. Eine O<sub>2</sub>-Anreicherung in der Zentrale z.B. nur 2-3 % würde die Brandgefahr wesentlich erhöhen!

Die gesamten Sicherheitsaspekte gelten auch für N<sub>2</sub>O, da auch N<sub>2</sub>O die Verbrennung stark fördert.

Sicherheit der Versorgung heißt aber auch bei einer O<sub>2</sub>-Versorgung aus einem Kaltvergaser, daß eine Flaschenbatterieanlage zusätzlich installiert ist. Diese ist für die Reduzierung auf den Betriebsdruck sowie für die Notversorgung erforderlich.

#### 1.4.2 Medizinische Druckluftherzeugung

Neben einer sicheren Versorgung mit medizinischer Druckluft muß eine hohe Qualität der Druckluft sichergestellt sein, damit Patient und Geräte keinen Schaden nehmen. An diese Atemluftqualität werden daher folgende Anforderungen gestellt:

- sauber (frei von Verunreinigungen)
- ölfrei (max. Ölrestgehalt 0,5 mg/m<sup>3</sup>)
- keimfrei (Filterklasse S)
- trocken (max. Taupunkt 5° C)

Alle Hauptkomponenten wie z.B. Kompressoren, Kessel, Kältetrockner, Filtereinheiten und Druckreduzierstationen sind in doppelter Ausführung vorhanden, wobei jede Komponente für den gesamt ermittelten Verbrauch ausgelegt ist.

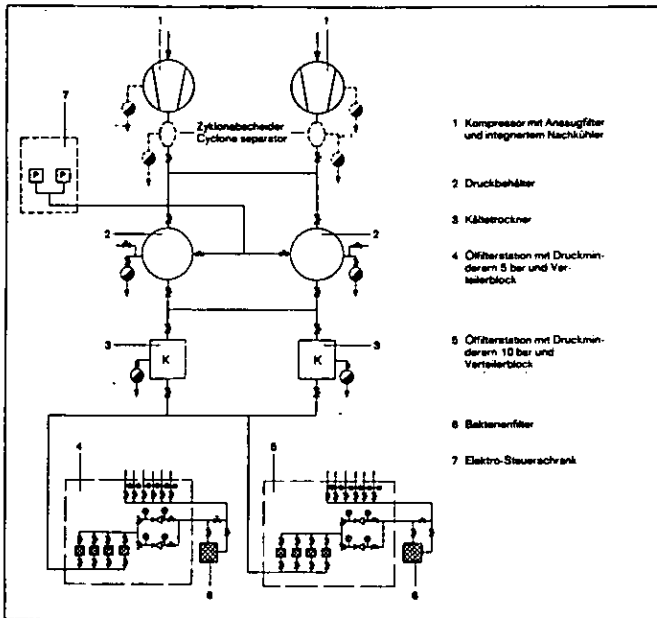


Abb. 6 Schematischer Aufbau einer Druckluft-Anlage

Da mit Druckluft u. a. die Beatmungsgeräte angetrieben werden, ist der Sicherheitsstandard genau so hoch wie bei der Sauerstoffversorgung anzusetzen. Von der elektrischen Seite betrachtet sind für jeden Kompressor separate Stuersicherungen zusätzlich zu den Motorsicherungen erforderlich; die Stromversorgung muß auch über die Notstromversorgung abgesichert sein.

Das bayerische Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung empfiehlt aufgrund eines Störfalles in einer Doppelkompressor-Anlage eines Krankenhauses in einem Schreiben, welches an alle Krankenhäuser des Landes Bayern verteilt wurde, die Installation einer Schaltung, die jeden Kompressor in seiner gesamten Funktion überwacht und eine Störung meldet, wenn der Kompressor einen Einschaltbefehl erhält, jedoch keinen Ausgangsdruck erzeugt (z.B. bei Phasenausfall, Riemenriß, Undichtigkeit etc.). Die Fachfirmen bieten für diese Sicherheitsschaltung Nachrüstsätze für alte Kompressoranlagen an.

Durch Feuchtigkeit (Kondensat) im Verteilernetz könnten die Beatmungsgeräte geschädigt werden bzw. ausfallen. Eine kontinuierliche Überwachung des Taupunktes der Druckluft kann heute jedoch einfach mit Taupunkt-Meßgeräten auf elektronischer Basis durchgeführt werden. Bei Überschreitung von Grenzwerten werden die Betreiber der Anlage gewarnt.

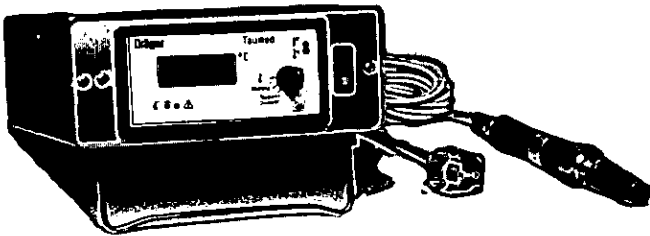


Abb. 7 Taupunkt-Meßgerät Taumed

Da jeder Kompressor beim Verdichtungsvorgang Kondensat erzeugt, das in der Regel auch ölhaltig ist, muß bei der Entsorgung dieses Kondensats das Wasserhaushaltsgesetz (§ 7a WHG) beachtet werden. Hier werden 20 mg/l Restöl im Kondensat zugelassen; d.h. das Kondensat sollte einem Öl-Wasser-Trenner zugeführt werden.

#### 1.4.3 Medizinische Vakuumanlagen

Vom Aufbau der Anlage gelten die selben Sicherheitsaspekte wie für die Druckluftanlage. Die Pumpenaggregate werden durch Sekret-Vorrichtungen vor Wasserschäden und damit vor Zerstörung geschützt

Bakterienfilter schützen Aggregate und Abluft vor Verkeimung. Die Abluft wird ins Freie geführt.

#### 1.5. Warn- und Überwachungssysteme

Warn- und Überwachungssysteme sollen die Betriebszustände überwachen und Alarmfälle aufzeigen.

Betriebsmeldungen interessieren den Anwender im Krankenhaus nicht; diese Meldungen erhält der techn. Dienst über die Zentrale Leitwarte bzw. über spezielle Betriebswarnsignale. Der Anwender wird nur gewarnt, wenn der Druck in den Verteilernetzen Grenzwerte über- bzw. unterschreitet. Dann sind sofort Maßnahmen für die betroffenen Patienten einzuleiten. Die Kontaktgeber für diese Störmeldungen sollten aus Sicherheitsgründen möglichst nach dem letzten Absperrventil (Ventilkasten) installiert sein.

## 2. Verfügbarkeit medizinischer Gase

Medizinische Gase können nur dort entnommen werden, wo auch die entsprechenden Entnahmestellen plaziert wurden. Entnahmestellen findet man z.B. als

- Wandentnahmestelle
- in Deckenversorgungseinheiten
- in der ICU 9000
- in Leuchten und Energiekanälen

Bei Erweiterungen muß überprüft werden, ob die Zentralen und die Verteilernetze die zusätzlichen Kapazitätsanforderungen abdecken. Eine Erweiterung der Systeme ohne Schlitz- und Stemmarbeiten ist mittels medizinischer Gas-Energiekanalsysteme in Aufputzausführung möglich.

Ohne Schlitz- und Stemmarbeiten können auch alte, nicht DIN-gerechte Entnahmestellen auf den neuesten Stand der Technik umgerüstet werden.



Abb. 8 Intensivpflege-Einheit ICU 9000

### 3. Die Wirtschaftlichkeit einer medizinischen Gasversorgungsanlage

Eine zentrale medizinische Gasversorgungsanlage ist heute Stand der Technik im Krankenhaus; kein Anwender möchte noch z.B. schwere 50 ltr. Gasflaschen zum Patienten bringen. Obwohl sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit der Anlage insgesamt nicht stellt, sollen an dieser Stelle Überlegungen bezüglich der wirtschaftlichen Versorgung angestellt werden.

#### 3.1 Sauerstoff-Versorgung

Die Sauerstoff-Versorgung eines Krankenhauses erfolgt entweder durch 50 ltr. O<sub>2</sub>-Flaschen oder durch O<sub>2</sub>-Kaltvergaser, in denen der Sauerstoff in flüssiger Form bevorratet wird. Für die wirtschaftliche Beschaffung medizinischen Sauerstoffs können folgende Richtwerte genannt werden:

O <sub>2</sub> -Verbrauch/Monat	Hauptversorgungsart	Preis pro m <sup>3</sup>
< 600 - 800 m <sup>3</sup> /h	Gasflaschen	4 ÷ 5,-- DM
> 600 - 800 m <sup>3</sup> /h	Kaltvergaser	2,5 ÷ 3,-- DM

Bei Krankenhäusern mit O<sub>2</sub>-Verbrauchswerten unter 600 - 800 m<sup>3</sup>/Monat ist eine Kaltvergaser-Hauptversorgung aus lieferlogistischen Gründen unwirtschaftlich; zusätzlich wird O<sub>2</sub> über Sicherheitsventile in die Atmosphäre abgeblasen, da der Verbrauch des Krankenhauses geringer sein kann als durch die Eigenverdampfung im Kaltvergaser O<sub>2</sub> gasförmig erzeugt wird.

#### 3.2 Lachgas-Versorgung

Eine wirtschaftliche Versorgung mit Lachgas erfolgt normalerweise durch Flaschen. Krankenhäuser mit Lachgas-Verbräuchen von ca. 8000 kg im Jahr können evtl. wirtschaftlicher aus großen Lachgastanks versorgt werden.

In Deutschland werden daher nur einige Großkliniken - wie München-Großhadern, Aachen, MH-Hannover, Uni Göttingen, Gießen, Marburg - aus Lachgastanks versorgt. Im Zweifelsfall sollte sich das Krankenhaus durch den Gaslieferanten beraten lassen.

### 3.3 Druckluft-Versorgung

Die Druckluft wird vorzugsweise durch Kompressoren erzeugt. Weitere Möglichkeiten der Versorgung mit Druckluft bestehen durch Flaschenversorgung bzw. durch das Mixen von O<sub>2</sub> und Stickstoff wie es häufig in Frankreich praktiziert wird.

Es ergeben sich folgende Kosten pro m<sup>3</sup> Druckluft:

Druckluft aus:	Preis pro m <sup>3</sup>
Kompressoren	ca. 0,08 DM
O <sub>2</sub> u. N <sub>2</sub> -Mix	ca. 0,85 DM
50 Ltr. Flaschen	ca. 4,-- DM

Die Tabelle zeigt eindeutig den wirtschaftlichen Vorteil der Eigen-Druckluft-Erzeugung durch Kompressoren. Bei der Preisermittlung wurden alle Investitions- und Energiekosten berücksichtigt.

### 3.4 Vakuum-Versorgung

Vakuum für klinische Anwendungen wird auf 3 Arten erzeugt:

- über einzelne mobile Saugpumpen
- über druckluftbetriebene Ejektoren
- über eine zentrale Vakuumversorgungsanlage

Für die normalen Pflegebereiche wird aus wirtschaftlichen Gründen in der Regel Vakuum über druckluftbetriebene Ejektoren erzeugt; diese beziehen die Druckluft aus der Entnahmestelle für Druckluft am Patientenbett.

Intensivpflege und Aufwachbereiche sowie der OP-Trakt werden vorzugsweise über eine zentrale Vakuumversorgungsanlage versorgt. Die Investitionskosten zwischen Saugpumpen und einer zentralen Versorgung sind in etwa gleichgroß; die Vorteile für den Betrieb einer zentralen Versorgung überwiegen jedoch, so daß auch die zentrale Vakuum-Versorgung heute im Krankenhaus zum Stand der Technik gehört.

### 3.5 Mögliche Kostensenkungen

Der Benutzer der Anlagen hat es selbst in der Hand, den Gasverbrauch und damit die Kosten zu senken. Die Gasstecker der Geräte sollen nach dem Betrieb aus der Arbeitsstellung der Entnahmestellen in die "Parkstellung" entriegelt werden bzw. ganz entnommen werden; dadurch kann kein Gas mehr entweichen.

Die Stecker der Narkosegas-Absauganlage sollen nach dem OP-Betrieb ebenfalls aus der Kupplung entriegelt werden, da sonst Druckluft verbraucht wird. Durch die Art der Narkose, halboffen/halbgeschlossen, können auch erhebliche Mengen von Gasen gespart werden.

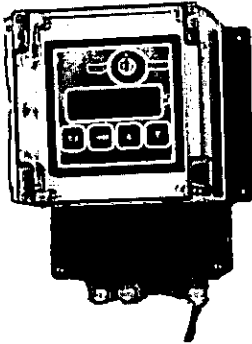


Abb. 9 Gasmengenmeßgerät  
Volucount

Für eine eindeutige Kostenverteilung medizinischer Gase auf die einzelnen Fachbereiche einer Klinik wurde jetzt ein Gasmengenmeßgerät entwickelt, das speziell auf die Bedürfnisse im Krankenhaus abgestimmt wurde. Der Durchfluß med. Gase incl. Vakuum wird bei diesem Gerät elektronisch aufsummiert und in  $m^3$  angezeigt. Entsprechend den Verbrauchswerten kann damit eine Kostenverteilung vorgenommen werden.

Verfasser: Dipl.-Ing. Helmut Beuster  
Drägerwerk Aktiengesellschaft  
Postfach 13 39  
2400 Lübeck

Literaturverzeichnis:

1. K.Eichhorn, E.B. Gruna: Die biologische Bedeutung des Kupfers
2. D.Fischer: Der Einsatz von Kupferrohren in medizinischen Gasversorgungsanlagen, DKI-Sonderdruck



Perspektiven für die Entwicklung der Sicherheitstechnik

Dipl.-Ing. W. Defren

Wenn man über die zukünftige Entwicklung der Sicherheitstechnik spricht - damit meine ich die Sicherheitstechnik uneingeschränkt in allen Bereichen unseres Lebens, im Privatleben wie im Arbeitsleben, auch das Arbeitsleben im Krankenhausbereich - dann drängt sich der Verdacht auf, das was seither auf diesem Gebiet erreicht wurde, ist nicht ausreichend und entwicklungsbedürftig. Sofern man hier an Mehraufwand in Richtung Quantität denkt, d.h., z.B. noch mehr Schutzeinrichtungen, noch aufwendigere technische Schutzmaßnahmen, möchte ich jetzt schon ein klares Nein in den Raum stellen. Sofern man aber an eine Erhöhung der Qualität in Richtung Erhöhung der Wirksamkeit denkt, damit meine ich Erhöhung der Funktionssicherheit und Zuverlässigkeit, weil beispielsweise damit der Kern des zu lösenden Unfallproblems besser getroffen wird, dann muß man die Entwicklung eindeutig bejahen. Mir scheint es deshalb an dieser Stelle angebracht, einige Gedanken für eine progressive Sicherheitsphilosophie darzulegen, ohne auf branchenspezifische Probleme einzugehen, da sie von allgemeiner Gültigkeit und grundlegender Bedeutung sind.

In unserer Gesellschaft ist die technisierte Welt geregelt durch Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Normen usw.. Trotzdem läuft vieles, insbesondere hinsichtlich der angestrebten Sicherheit für den Menschen, nicht zufriedenstellend ab. Warum ist das so? Ein Teil der Ursachen liegt sicherlich darin, daß die Einzelbereiche der Technik und technischer Erzeugnisse linear und deterministisch geregelt sind.

Linear insofern, als die Vorschriften und Regelwerke nur Standardforderungen für einzelne Gefährdungen zum Inhalt haben. So werden z.B. mechanische Gefahrstellen, Gefahren durch Lärm, Gefahren durch den elektrischen Strom oder auch Gefahrstoffe jeweils für sich allein reglementiert. Jeder von uns weiß, daß wir bei der Bewältigung der Arbeitsschutzaufgaben an einem komplizierteren technischen Erzeugnis ggfs. eine ganze Reihe von Vorschriften und Normen zu beachten haben und dabei aber, wenn wir jede Regelung 100%ig erfüllen wollen in Konflikt geraten, weil die Erfüllung einer Vorschrift der Erfüllung einer weiteren Vorschrift im Wege steht bzw. ein beseitigtes Gefahrenpotential andere neue Gefahrenpotentiale auslösen kann. In den meisten Fällen berücksichtigen die Schutzmaßnahmen nur den Normalbetrieb von technischen Erzeugnissen; die Praktikabilität, d.h., das akzeptable Handling im Störfall, bei der Instandhaltung, bei der Reinigung bleibt dabei aber meist unberücksichtigt.

Das lineare Regelungsverfahren nimmt leider auch keine Rücksicht auf die den Arbeitsschutz wesentlich beeinflussenden Faktoren, die durch die Wechselwirkungen im System Mensch, Maschine, Umwelt gegeben sind, d.h. es erfolgt keine Komplexbetrachtung - eine für den erfolgreichen Arbeitsschutz unabdingbare Forderung. Ich komme darauf später noch zurück.

Es muß also dem Fachmann erlaubt sein, da Vorschriften und Normen nur Standardfälle, d.h. also nicht alle in der Praxis vorkommenden Situationen berücksichtigen, dort wo es ihm in Kenntnis der speziellen Situation notwendig und sinnvoll erscheint, die Vorschriften und Normen zu modifizieren und damit einen gewissen Spielraum in der Auslegung der Vorschriften und Normen zu beanspruchen. Die Aktivitäten vieler unterschiedlicher privater, staatlicher und

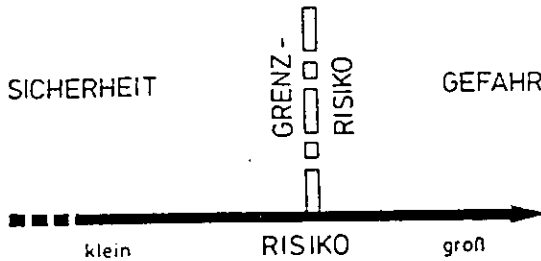
halbstaatlicher Institutionen auf dem Gebiet des Arbeits- und Umweltschutzes haben gerade in den letzten Jahren zu mancher Verunsicherung geführt. Es stellt sich die Frage, ist Denken noch erlaubt, oder anders ausgedrückt, Vorschriften gegen Sachverstand. Normen konzipiert als eine Hilfe im produktionsseiligen Alltag der Industriegesellschaft werden zur Strafe. Eigentlich gedacht als eine Erfahrungsniederschrift für eine intelligente und liberale Praxisregelung und nichts weiter als eine freundlich gemeinte Empfehlung, bekommen sie immer mehr einen staatlichen Zwangscharakter und werden blindwütig befolgt wie Gesetze.

Ein weiterer Mangel ist der eingangs schon zitierte deterministische Aufbau des Vorschriftenwerkes. Die Formulierungen sind stets so getroffen, daß nichts passieren darf; über tragbare, d.h. verantwortbare Restrisiken wird nicht direkt angesprochen. Dabei gab es ein risikofreies Leben nie und es wird es nie geben. Es ist nicht möglich, die Technik ohne Risiko zu nutzen. (Radfahrerbeispiel) Die Risiken in Natur und Technik, mit denen der Mensch in Friedenszeiten lebt, sind seit der Antike zweifelsfrei gesunken, was die enorm gestiegene Lebenserwartung beweist.

Das objektive Risiko wird mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden als Verletzungsschwere x Gefährdungshäufigkeit festgelegt. Wollte man Sicherheit als völliges Freisein von Gefahr verstehen, so gäbe es keine Sicherheit. Absolute Sicherheit ist ein Idealziel, das sich aber in der Realität nicht erreichen läßt. Dies wäre nur durch perfekte Technik erreichbar. Perfekte Technik würde aber den unfehlbaren und allwissenden Menschen voraussetzen. Da uns diese Eigenschaften vorenthalten sind, müssen wir uns damit abfinden, daß auch Sicherheit stets relativ ist. Der Begriff "sicher" stammt vom lateinischen *Securus*, dies bedeutet soviel wie *sine cura* - al-

so ohne Sorge. In diesem Sinne ist also auch Sicherheit zu verstehen. Ein technisches Produkt gilt dann als sicher, wenn man sich ihm ohne Sorge anvertrauen kann. Wenn man also bei seiner Benutzung nicht mit einem Schaden rechnen muß. Das setzt voraus, daß Unfälle hinreichend selten sind. Was hinreichend selten ist, läßt sich allerdings kaum objektiv festlegen. Der eine benutzt das Flugzeug, weil er es für sicher hält, dem anderen ist es zu gefährlich.

Im DIN wurde versucht, diese genannten Zusammenhänge zwischen Sicherheit und Risiko zu normen. Danach ist unter Gefahr eine Sachlage zu verstehen, bei der das Risiko nicht größer als das Grenzkisiko ist.



Ein Arbeitsunfall ist wie jedes Unfallereignis abhängig von technischen und/oder organisatorischen Arbeitsbedingungen und/oder menschlichen Verhaltensweisen.

Der Arbeitsunfall ist also ein komplexes Geschehen, in dem technische, physische, psychische, soziale und organisatorische Ursachen eine Rolle spielen. Betrachten wir die Entwicklung der Arbeitsunfallforschung, so zeigt sich, daß die Untersuchung der Betriebsunfälle, der Risiken, der Unfallneigung des Arbeitnehmers allein heute nicht mehr ausreicht, um neue - auch soziologische - Erkenntnisse zu gewinnen, die für die Unfallbekämpfung nutzbar gemacht werden können.

Die herkömmliche Betrachtungsweise macht das mangelnde Sicherheitsbewußtsein für das Ansteigen der Unfallzahlen verantwortlich. Dies ist gleichbedeutend mit Erhöhung des Aufwandes an Sicherheitstechnik. Diese Theorie ist jedoch längst nicht mehr haltbar. Nicht Wiedergelegt ist jedoch, daß durch mangelndes Gefahrenbewußtsein und Gefahrentraining, erzeugt durch angeblich gute Sicherheitstechnik, die Unfälle ansteigen.

(Beispiel ABS und Allradantrieb)

Vorrangig ist demnach also nicht das Sicherheitsbewußtsein, d.h., die gute Einstellung zu Sicherheitsmaßnahmen zu erhöhen, sondern trotz Sicherheitstechnik, die nie alle Gefahrenmomente abdecken kann, das Wissen um die Gefahr und das Umgehen mit der Gefahr zu schulen (Radfahren). In logischer Konsequenz bedeutet dies auch, daß sowohl zu wenig als auch zuviel, bzw. unzweckmäßige Sicherheitstechnik der Unfallverhütung entgegenstehen kann.

Eine Studie - angelegt gegen die herkömmliche Unfälletheorie - ergab, daß das Fehlverhalten an unfallgefährdeten Arbeitsplätzen die

Eintrittswahrscheinlichkeit eines Unfalles etwa um das 10-fache erhöht.

Sie bleibt jedoch, bezieht man sie auf die Häufigkeit der dabei vorkommenden, immer wiederkehrenden Tätigkeiten, gering.

Man kann daraus folgern, daß die Ursachen für die Unfälle ganz offensichtlich in den Arbeitsverfahren selbst zu suchen sind.

Da hier noch vieles ungeklärt ist, ergibt sich daraus das Erfordernis der Analyse von Unfallschwerpunkten, von Arbeitsplatz und -ablauf und Tätigkeiten mit besonderer Unfallgefährdung.

Erste Ergebnisse hieraus zeigen, und unsere Unfallstatistiken untermauern es: Die Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitssicherheit in technischer und/oder organisatorischer Hinsicht sind noch lange nicht ausgeschöpft.

Dies soll nicht heißen, daß Bemühungen hierzu fehlen. Es soll aber heißen, daß nicht jeder Aufwand an Sicherheitstechnik mit Erfolg belohnt wird, deshalb nicht, weil das Problem oft nicht an der Wurzel angegangen wird.

Versäumnisse in diesen Bereichen kann auch keine Arbeitssicherheits-Psychologie wettmachen.

Sie kann allerdings als eine ergänzende Maßnahme zu technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen durch Verbesserungen des Arbeitsschutzes den arbeitenden Menschen dazu anleiten, daß er stabile gefahrenangemessene Verhaltensweisen herausbilden und praktizieren kann. Dazu bedarf es aber wiederum der Kenntnis dieser Gefahren, ihrer Ursachen und Wirkungen.

Dabei sind zu unterscheiden:

Gefahren, die das technische Erzeugnis schafft,

Gefahren, die der Mensch schafft,

Gefahren, die vom Arbeitssystem ausgehen.

Dabei ist die gegenseitige Beeinflussung der Gefährdungsarten festzustellen.

Zur Erzielung eines hohen Schutzes und einer guten Wirksamkeit ist daher die Gefährdungsursache genau zu lokalisieren. Das Arbeitsmittel, das Arbeitssystem und die Arbeitskraft können dabei in ihrer Wirkung gefährlich als auch passiv gefährdet sein.

Eine Beurteilung in diesem Sinne ist vorzunehmen, um ausreichende Sicherheit zu bekommen.

Die Begriffe Sicherheit und Sicherheitstechnik bedürfen einer Erläuterung.

Sicherheit ist eine Zielvorstellung.

Die Sicherheitstechnik gibt Wege an, dieses Ziel zu erreichen. Das Ziel ist, mit allen möglichen Mitteln, Gefahren auszuschließen, und zwar Gefahren und Beeinträchtigungen sowie die Minimierung ihrer Folgewirkung in Verbindung mit der Arbeit. Dabei lassen sich folgende Teilziele formulieren.

1. Die technische Zuverlässigkeit.
2. Menschengerechte Gestaltung der Objekte, mit denen der arbeitende Mensch umgeht oder in Berührung kommt, und des Arbeitsprozesses, in dem er steht.
3. Angemessene Arbeitsumweltbedingungen.
4. Körperschutz, das, was man unter dem konventionellen Unfallschutz früher verstanden hat.
5. Anforderungsgerechtes Verhalten des Menschen.

6. Menschenmäßige Gestaltung der personellen Beziehung im Betrieb.
7. Arbeitsunabhängiges Wohlbefinden.

Wie aus diesen Teilzielen hervorgeht, liefert die Ergonomie einen wesentlichen Teil der Erkenntnisse, die für die Zielverfolgung des Arbeitsschutzes notwendig sind.

Alle Maßnahmen, die geeignet sind, der Zielvorstellung Sicherheit näherzukommen, können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

1. Primäre Maßnahmen sind solche, die das Auftreten von Gefahrenzuständen von vornherein verhindern sollen, sekundäre Maßnahmen hingegen beschränken sich darauf, die Auswirkungen aufgetretener Gefahrenzustände soweit wie möglich einzuschränken.

Es ist unschwer zu erkennen, welcher Weg in der Vergangenheit mit Vorliebe gegangen wurde.

Für alle technischen Anlagen gilt, daß fehlende Primärmaßnahmen nur sehr beschränkt oder überhaupt nicht durch Sekundärmaßnahmen zu ersetzen sind. Die sekundären Sicherheitsmaßnahmen können eigentlich nur dazu dienen, die Primärmaßnahmen zu ergänzen und mögliche Unfallfolgen zu begrenzen.

Gute Beispiele und schlechte liefert hier das Problem der Bekämpfung von Lärm. Auch hier sind von der Wirkung und der Technologie her gesehen, die Sekundärmaßnahmen alles andere als günstig, während die Primärmaßnahmen sowohl Funktionsverbesserungen als auch Verbesserungen des Schutzes gegen Lärm sowie bedienungstechnische Verbesserungen bringen.



Der Vorteil der primären Maßnahmen liegt also nicht nur darin, Gefahrenzustände zu vermeiden, sie sorgen auch für eine hohe Verfügbarkeit der Anlage. Eine technische Anlage mit wenigen Störungen ist nicht nur eine sichere, sondern eine in hohem Maße wirtschaftliche Anlage. Die primären Maßnahmen dienen somit gleichermaßen der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Insofern sind Sicherheit und Wirtschaftlichkeit auch keine Gegensätze. Sekundäre Maßnahmen liefern keinen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit - sie können nur vor größeren Schäden schützen. Aus diesem Grund sollte man immer der primären Maßnahme den Vorrang geben und sekundäre Maßnahmen nur dort vorsehen, wo das Schadensrisiko trotz der primären Maßnahme noch groß ist und auf andere Weise nicht gesenkt werden kann.

Das Problem liegt für uns aber darin, genügend Kenntnisse über die Zusammenhänge für die Sicherheitstechnik zu erhalten. Deshalb müssen parallel zu den Unfallursachenanalysen Störungsanalysen, Analysen der Arbeitsabläufe und Verhaltensanalysen durchgeführt werden.

Man kommt dabei zu dem Ergebnis, daß nur fallbezogene, individuelle Sicherheitstechnik den gewünschten Erfolg bringen kann. Viele Bestrebungen nach einer Vereinheitlichung, Standardisierung und Normierung der Sicherheitstechnik verbauen diesen Weg - wie eingangs schon dargelegt.

Letztendlich bedeutet dies, daß der Weg, wie ihn die Berufsgenossenschaften in der Vergangenheit gegangen ist, nämlich Unfallverhütung an den gewerbespezifischen Problemen zu orientieren, nicht nur richtig war, sondern, daß diese Art des Vorgehens in der Unfallverhütung in Zukunft noch wichtiger

sein wird. Alle anderslautenden Meinungen entbehren jeglicher sachlichen Grundlage und können dort, wo bereits so verfahren wird, durch das Unfallgeschehen widerlegt werden. Im Rahmen des Maschinenschutzes, wo über das Maschinenschutzgesetz und das damit verbundene Normierungsbestreben, bereits der Trend zu Standardlösungen geht, kann man bereits feststellen, daß hier eine Verschiebung des Unfallgeschehens - nicht nur positiv - sich abzeichnet. Hier werden zwar Teilbereich für den Standardfall präzise abgedeckt, gewerbespezifische Sonderprobleme bleiben jedoch offen.

Dies führt dazu, daß die Arbeitnehmer das subjektive Gefühl der Sicherheit bekommen, die Wachsamkeit für die Gefahr läßt nach, und die in den nicht allgemein beschreibbaren Ausnahmesituationen auftretenden Gefahren können nicht mehr beherrscht werden.

In der Tat beweisen nun auch die Unfalluntersuchungen, daß tatsächlich die Großzahl der Unfälle sich in solchen Ausnahmesituationen (Störungen u.dgl.) ereignet. Ich verweise in diesem Zusammenhang auf unsere Unfallstatistiken. Damit ist eigentlich der Weg, den wir gehen müssen, aufgezeichnet.

Nicht Zentralisierung, sondern Spezialisierung ist erforderlich. Spezialisierung heißt nicht nur Kenntnisse über die speziellen Unfallsituationen, sondern auch Kenntnisse der Technologien bis ins Detail, ihre Schwächen, Zuverlässigkeitsprobleme, Verhaltensweisen der Personengruppen in der jeweiligen Branche (Ausbildungsstand, soziale Stellung etc.) und nicht zuletzt das Erarbeiten von Lösungen zu diesen Problemen. Darüber hinaus wird für die Lösung ergonomischer

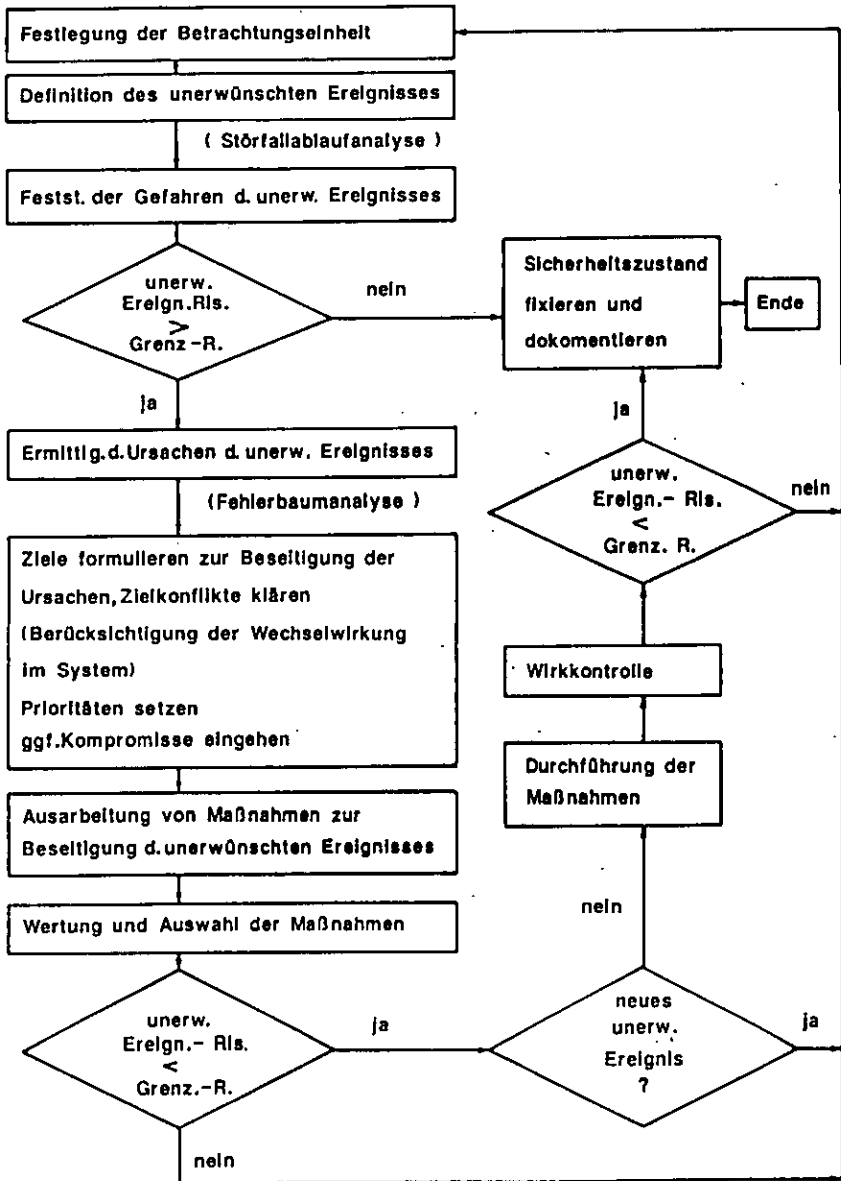
Gestaltungsaufgaben eine systematische Analyse der Arbeitssituation erforderlich.

Dabei sind folgende Gestaltungsdimensionen zu berücksichtigen:

1. Die anthropometrische Gestaltung (z.B. Maße dem menschlichen Körper entsprechend)
2. Arbeitstechnische Gestaltung (Bewegungstechnik)
3. Organisatorische Gestaltung (Arbeitsteilung, Arbeitszeit)
4. Informationstechn. Gestaltung (Informationsdarbietung)
5. Physiologische Gestaltung (Ermüdung, Beanspruchung)
6. Psychologische Gestaltung (Motivation, Frustration)
7. Soziologische Gestaltung (soziologische Umgebungseinflüsse, Gruppenprobleme etc.)
8. Umweltgestaltung (physikalische Umgebungseinflüsse wie Lärm, Staub, Hitze, Kälte etc.)

Wie unschwer zu erkennen ist, verlangt die Arbeitssicherheit ein Maß an Wissen, Können und Erfahrung auf den unterschiedlichsten Sachgebieten, wie z.B. Biologie, Medizin, Soziologie, Psychologie, Fertigungstechnik, Konstruktionslehre, Fördertechnik usw.

D.h., für eine erfolgreiche Unfallverhütungsarbeit müssen die anstehenden Aufgaben interdisziplinär gelöst werden. Im Bereich unserer BG hat dies dazu geführt, daß komplizierte Sicherheitsprobleme von einem Team bewältigt werden, das sich zusammensetzt aus Arbeitsmedizinern, Ingenieuren, Chemikern, Psychologen, Juristen, Mikrobiologie, Ergonomen und anderen Spezialisten.



Ablaufschema für die systematische Bearbeitung von komplexen Sicherheitsproblemen

Umfassend können die Probleme in komplexen Arbeitssystemen jedoch nur zufriedenstellend gelöst werden, wenn diese systematisch be- und verarbeitet werden, d.h., es müssen ganzheitliche Betrachtungsmethoden verwendet werden. Auch hierzu hat unsere BG Modelle entworfen, um komplexe Arbeitsschutzprobleme abarbeiten zu können. Das Denkraster wird z.Zt. bei DIN in ein Normblatt eingebracht.

Die wesentlichen Schritte dieses Denkrasters für das systematische Abarbeiten von Arbeitsschutzproblemen in komplexen Systemen zeigt nachstehendes Ablaufchema.

Vieles, was zur Lösung spezieller, meist vielschichtiger Probleme erforderlich ist, muß erst noch erarbeitet werden.

Ein Stillstand in unseren Bemühungen wird nie erreicht werden, weil, wie Technik und Technologie sich ändern, sich auch die Arbeitsplatzsituationen ändern und neu überdacht werden müssen.

~~Der Weg der Unfallverhütung wird auch für die Zukunft einmühsamer sein.~~

Autorenanschrift:

Dipl.-Ing. W. Defren

BG für Nahrungsmittel und Gaststätten

Steubenstr. 46

6800 Mannheim 1

## Zentrale Sterilgutversorgung - Praxis

H. Schaefer, Hannover

Die Praxis der Zentralen Sterilgutversorgung möchte ich Ihnen darstellen am Arbeitsablauf der Aufbereitung wiederverwendbarer Materialien in der Zentralsterilisation der Medizinischen Hochschule Hannover.

Diese Zentralsterilisation ist zuständig für

1. die Aufbereitung sämtlicher wiederverwendbarer Materialien (Instrumente, Utensilien und Umlaufgeräte für Diagnostik und Therapie) des gesamten Klinikums;
2. die Versorgung aller OP-Tische oder der vergleichbaren Einheiten mit sterilen Textilien und Verbandstoffen;
3. die Versorgung des gesamten Klinikums bei ergänzendem Bedarf an aufbereitbaren Materialien und Utensilien;
4. die Abwicklung von Reparaturen an Instrumenten, Utensilien und Umlaufgeräten und
5. die Einleitung der Ersatzbeschaffung nach Ausmusterung von wiederverwendbaren Artikeln und medizintechnischen Geräten.

Räumlich ist die Zentralsterilisation der Medizinischen Hochschule aufgeteilt in folgende Einzelbereiche:

### **1. Sterilzentrale**

zuständig für die Aufbereitung des Materials aus dem Bettenhaus und die Versorgung des gesamten Klinikums mit sterilen Textilien und Verbandstoffen

### **2. zehn Sachzentralen**

zuständig für die Aufbereitung des Materials der Operationsbereiche und der Polikliniken (einschließlich des Materials für die Anästhesie); die meisten der Sachzentralen liegen daher innerhalb der aseptischen Zonen

### **3. Pflegebedarfsmagazin**

zuständig für medizintechnische Geräte (z.B. Ultraschallvernebler, Spritzenpumpen, Extensionsgerätschaften)

#### **4. Werkstatt**

zuständig für Reparaturen an Umlaufgeräten (steht unter fachlicher Aufsicht der Technischen Verwaltung)

#### **5. Lager**

zuständig für die Ausgabe von wiederverwendbaren Artikeln (z.B. Instrumente, Ersatzteile für Beatmungsgeräte), aber auch von Bedarf für die Stomaversorgung.

Bei dem in der Zentralsterilisation eingesetzten Personal handelt es sich ausschließlich um angelernte Kräfte (Lohnempfänger). Die Leitung des Bereichs hat ein Krankenpfleger inne.

Das Hilfspersonal wird so angelernt, daß es in allen Teilbereichen eingesetzt werden kann; als Einarbeitungszeit müssen daher 6 - 12 Monate angesetzt werden.

Der Einsatz erfolgt per Dienstplan nach Betriebsbedarf in den einzelnen Teilbereichen - dort wieder abhängig von den Bedürfnissen der zu versorgenden Abteilungen.

#### **Die Aufbereitung**

erfordert die folgenden Einzelschritte:

1. Entsorgung
2. Waschen
3. Kontrollieren
4. Sortieren
5. Verpacken
6. Sterilisieren bzw. Desinfizieren
7. Versorgung

Im Folgenden der Ablauf der Einzelschritte im Detail:

#### **Beim Entsorgen**

wird unterschieden zwischen

#### **der Nassentsorgung**

d.h., das Material wird nach Gebrauch in Desinfektionsmittellösung abgeworfen und nach Ablauf der erforderlichen Einwirkungszeit des Desinfektionsmittels zur Aufbereitung transportiert (diese Entsorgungsmethode verwenden wir für den Bereich der Stationen), und

## **der Trockenentsorgung**

d.h., das benutzte Material wird ohne Vorbehandlung der Aufbereitung zugeführt (nur innerhalb der aseptischen OP-Bereiche, weil dort die Wege zur Aufbereitung sehr kurz sind).

Die gesamte Entsorgung wird mit Personal der Zentralsterilisation durchgeführt.

Zur Entsorgung der Stationen werden routinemäßig Mo - Fr 80 Punkte angelaufen (Aufteilung auf vier festgelegte Touren).

## **Beim Waschen**

kommen drei Verfahren zur Anwendung:

### **a) Waschmaschine**

Es werden Waschmaschinen eines Fabrikats verwendet, das die Anerkennung des Bundesgesundheitsamtes als Desinfektionsverfahren hat.

### **b) Ultraschall-Reinigungsbecken**

Die Ultraschallreinigung bietet den großen Vorteil, auch bei Hohlkörperinstrumenten (z.B. Endoskopen und Untersuchungskathetern) die Anschmutzungen im Innern lösen zu können.

### **c) manuelles Waschen**

Alle Teile, die weder per Maschine noch per Ultraschall gereinigt werden können, müssen manuell bearbeitet werden. Dies sind vor allem elektrische/elektronische Teile, die nicht vollständig getaucht werden dürfen, oder Pressluftmaschinen, deren Getriebe nicht naß werden darf.

Welches dieser Verfahren angewendet wird, hängt also ab von der Materialbeschaffenheit der aufzubereitenden Teile.

Danach folgt

## **das Kontrollieren**

Beim Trocknen der gewaschenen Teile mit Warmluft oder per Druckluft wird kontrolliert auf Sauberkeit und -soweit erforderlich bzw. möglich- auf Funktionsfähigkeit, z.B. die Leichtgängigkeit von Nadelhaltern und Klemmen oder ob Scheren auch wie gewünscht schneiden.



Daran schließt sich

### das Sortieren

an. Sortiert wird nach Vorgabe. Setlisten bzw. Sieblisten sind die Grundlage, nach denen die Instrumente und Utensilien in der vorgeschriebenen Reihenfolge zusammengestellt werden.

Hier das Beispiel einer Sortierliste für ein OP-Sieb:

GRUNDSIEB Seite 1

HTG/Tb. 5

von rechts nach links

	1	Knochen-Redonspieß
	1	Redonspieß Char. 12
	1	Kunststoffrinne kurz
B 93 L.....	1	Skalpellgriff lang
	2	Skalpellgriffe Nr. 4
	1	Skalpellgriff Nr. 3
B 1880.....	1	Myrtenblattsonde 16 cm
B 1993 o. B 1933.....	1	Rillensonde
B 20024.....	2	Wundhaken 4-zinkig stumpf
B 19315.....	je 1	scharfer Löffel Fig. 1, 3, 5
	2	Haken nach Langenbeck bezog.)Griffe nach unten,
B 19875.....	2	Haken nach Langenbeck )Spitzen
B 19876.....	2	Haken nach Langenbeck )nach rechts
B 19828/2.....	2	Haken nach Kocher Fig.2 )Griffe n.ob.
B 19830.....	2	Haken nach Kocher )Spitzen nach-links
B 19856.....	2	Wundhaken 6-zinkig stumpf
B 19688.....	je 2	Haken nach Roux Fig. 1, 2
B 19991.....	1	Wundspreizer
CV 2981.....	3	atraumat. Pinzetten 20 cm, 2mm breit
B 1339.....	2	chir. Pinzetten fein
B 1359.....	3	chir. Pinzetten ) ineinander
B 1332.....	2	anat. Pinzetten ) inein-
B 1218.....	1	anat. Pinzette ) ander
B 17481.....	10	Klemmen nach Halstead
F 3024.....	20	Klemmen nach Pean

links Seite von oben nach unten

B 20248.....	1	Bauchspatel
	1	Kunststoffrinne lang
	1	Knopfsonde 30 cm graduiert
BM 35.....	2	Nadelhalter
BM 67.....	2	Nadelhalter
BM 77.....	2	Nadelhalter
B 17310.....	2	Schwammzangen
B 17292.....	4	Kornzangen gerade
B 17294.....	2	Kornzangen gebogen

B 18250.....	4	Klemmen nach Mikulicz	
B 18155.....	4	Klemmen nach Haiss	
B 21177.....	je 2	Klemmen nach Overholt Fig. 1,2,3,4,5	
SB 14725.....	2	Klemmen nach Overholt Fig. 0	
SB 1472.....	2	Klemmen nach Pean lang	
B 18031.....	2	Klemmen nach Kocher	

**obere Schicht links**

B 1091.....	1	Schere	)
B 1055.....	3	Scheren 20,5 cm	) alle Scheren
B 24415.....	1	Schere 18,5 cm	) auf der 1091
F 3876.....	3	Präp.-Scheren	) aufgezogen
B 327.....	1	Schere gerade sp/st	)
B 5054/SB 14863.....	1	Schere	)
DP 551.....	1	Drahtschere	)

**obere Schicht rechts**

**40 Tuchklemmen**

Der größte Teil der Instrumente ist mit den Katalognummern der Hersteller gekennzeichnet. Darauf baut unser Sortiersystem auf. Außerdem ist auf den Listen genau aufgeführt, wie die Instrumente zu liegen haben, sodaß jeder Nutzer alle Teile immer am selben Platz im Sieb findet. So wird erreicht, daß auch Hilfspersonal in der Lage ist, Operationsinstrumente mit ihrer immensen Vielfalt ordnungsgemäß zusammenzustellen. Die Fehlerquote liegt unter 3%. Dies ist äußerst gering, wenn man bedenkt, daß das Personal der Zentralsterilisation Instrumente und Utensilien aus allen Fachkliniken eines Hochleistungsklinikums zu bearbeiten hat.

Nach dem Sortieren erfolgt

**das Verpacken.**

Je nach Größe bzw. Gewicht und Verwendungszweck des zu sterilisierenden Materials wird in eine Doppelverpackung aus Tuch/Papier oder Papier/Papier eingeschlagen. Einzelinstrumente und Einzelutensilien werden in eine Folien/Papier-Kombination eingeschweißt. In allen Fällen wird Spezialpapier für Sterilisationszwecke verwendet. Auch die Folien/Papier-Kombination ist Spezialmaterial für die Sterilisation. Das Verpackungsmaterial muß außerdem auf die vorgesehene Sterilisationsmethode abgestimmt sein. Verpackungen aus Tüchern, Papier oder Folien sind z.B. nicht für die Heißluftsterilisation geeignet, hierfür sind Metallkästen zu verwenden.

Die Verpackungsart ist daher von großer Bedeutung und wird entsprechend vorgeschrieben.

Nach dem Verpacken folgt

**das Sterilisieren.**

In der Klinik kommen üblicherweise folgende Verfahren zur Anwendung:

**a) Dampfsterilisation**

mit gespanntem, gesättigtem Wasserdampf bei einem Druck von 2,4 bar und 134° C oder 1,2 bar und 120° C für alle Materialien, die diese Temperaturen tolerieren. Dies sind überwiegend Instrumente, Textilien, Verbandstoffe und Gummitteile.

Alle thermolabilen Güter werden der

**b) Gassterilisation**

unterzogen.

Hier ist zu unterscheiden zwischen dem Überdruckverfahren mit Mischgas von z.B. 15% Ethylenoxid und 85% Kohlensäure und dem Unterdruckverfahren.

Bei beiden Verfahren kommen unterschiedliche Temperaturen zur Anwendung.

An Bedeutung verloren im Klinikbereich hat

**die Heißluftsterilisation,**

die früher weit verbreitet war. Hier kommt umgewälzte Heißluft von 180° C zur Verwendung.

Zur erwähnen ist noch

**die Sterilisation mit Flüssigkeiten,**

die in unserem Hause jedoch nur als Behelfsmethode bei Ausfall der Gassterilisation zugelassen ist.

In den letzten Jahren hinzugekommen ist in Kliniken

**die Sterilisation mit Formaldehyd,**

von der aber noch nicht abzusehen ist, welche Bedeutung sie in Zukunft haben wird.

Dampfsterilisation ist nach wie vor die weitverbreiteteste Sterilisationsmethode, am einfachsten anzuwenden und am wirtschaftlichsten durchzuführen.

Gassterilisation ist nach den entsprechenden Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes bezüglich der Verwendung von Ethylenoxid als Sterilisationsgas nur für die Güter anzuwenden, bei denen der Hersteller versichert, daß diese nicht aus anderen Materialien hergestellt werden können, die eine andere Sterilisationsmethode, z.B. Dampfsterilisation, erlauben.

Wie schon erwähnt, ist die Verpackung des Sterilisiergutes auf die Sterilisationsmethode abzustimmen, und es ist von Wichtigkeit, einen Sterilisator ordnungsgemäß zu beladen. Von großer Bedeutung ist es, Sterilisatoren regelmäßig auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Dies geschieht mit sogenannten Sporenproben.

Alle im Zusammenhang mit dem Betrieb von Sterilisatoren stehenden Fragen (von baulichen Anforderungen bis zur Prüfung auf Wirksamkeit etc.) sind geregelt in verschiedenen Normen, herausgegeben vom Normenausschuß Medizin (NAMed) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Weiterhin einzuhalten sind natürlich die einschlägigen Vorschriften wie Dampfkesselverordnung, UVV etc.

Bezüglich der Besonderheiten bei Verwendung von Ethylenoxid verweise ich auf den nachfolgenden Vortrag.

Zu beachten ist auch, daß Verpackungsmaterial den Inhalt nur eine begrenzte Zeit vor Kontamination zu schützen vermag. Die Lagerbedingungen sind dafür ausschlaggebend. Für Lagerzeiten (Verfallzeiten von sterilisierten Materialien) gibt es in der Bundesrepublik noch keine staatlichen Vorschriften. Für unser Haus gelten folgende Verfallzeiten:

Verpackungsart:	Verfallzeit:
Papier/Papier	1 Monat
Tuch/Papier	1 Monat
Folien/Papier-Kombination	3 Monate

Das gesamte Material, das die Aufbereitung durchläuft, wird auf der äußeren Verpackung zur optischen Kontrolle mit einem Sterilisationsindikator versehen, der außerdem das Verfalldatum trägt.

Nach Erreichen des Verfalldatums wird das Material der Re-sterilisation zugeführt.

Im Anschluss an die Sterilisation wird das dann aufbereitete Material in Sterillagern gesammelt, um es bei

### der **Versorgung**

dem jeweiligen Nutzer wieder zur Verfügung zu stellen, entweder automatisch (nutzergebundene Güter) oder auf Anforderung.

Dies geschieht auf den oben schon erwähnten Touren, auf denen die Materialien dann ausgeliefert werden - wiederum durch Personal der Zentralsterilisation.

Helmut Schaefer  
Medizinische Hochschule Hannover  
Zentralsterilisation  
Postfach 61 01 80  
3000 Hannover 61

Begasung mit Ethylenoxid - rechtliche und personelle  
Voraussetzungen gem. TRGS 512  
G. Just, Hannover

---

Wenn man vor einem halben Jahr eine Hygienefachkraft oder das Personal einer Sterilisationsabteilung nach der sog. TRGS 512 gefragt hat, war die Antwort Kopfschütteln, d.h. Unkenntnis.

Inzwischen hat sich die Situation geändert. Die ersten Sachkundelehrgänge für die Begasung mit Ethylenoxid im Krankenhaus und in der pharmazeutischen Industrie haben stattgefunden. Die ersten Teilnehmer dieser Lehrgänge haben den sog. Sachkundenachweis erbracht und anstelle verbreiteter Unkenntnis hat sich inzwischen die Einsicht durchgesetzt, das eine geregelte Kurzausbildung in diesem allzu oft übersehenen und vernachlässigten, aber dennoch wichtigen und letztlich unersetzlichen Servicebereich eines Krankenhauses nicht nur sinnvoll, sondern absolut notwendig ist.

Nachdem das Krankenhauspersonal in den Sterilisationsabteilungen jahrelang ohne jegliche Grundausbildung, abgesehen von der Einweisung des jeweiligen Herstellers, mit Ethylenoxid sterilisiert hatte, war es für die betroffenen Personen einigermaßen überraschend, plötzlich mit der gesetzlichen Anforderung konfrontiert zu sein, einen Befähigungsschein für Begasungen mit Ethylenoxid haben zu müssen. Während das betreffende Personal bisher hauptsächlich mit technischen und eventuell mit mikrobiologischen Fragestellungen befaßt war, wurden mit dem Erlaß der TRGS 512 nun plötzlich auch rechtliche Fragen aktuell.

Die sog. "Sachkundelehrgänge Ethylenoxid gem. TRGS 512", die im allgemeinen zwei bis drei Tage dauern und an denen jeweils maximal 20 Personen teilnehmen dürfen, haben zum Ziel, diese Wissenlücken, vor allem auf rechtlichem Gebiet, zu schließen. Ihre innere Berechtigung finden die Lehrgänge

Folie 1

**Überblick über die wichtigsten Gesetze,  
technische Regeln und sonstige Bestimmungen,  
die bei Begasungen mit Ethylenoxid zu beachten sind**

---

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen

(Chemikaliengesetz - ChemG)

Vom 16. September 1980



Verordnung über gefährliche Stoffe

(Gefahrstoffverordnung - GefStoffV)

Vom 26. August 1986



Erste Verordnung zur Änderung der Gefahrstoffverordnung

Vom 16. Dezember 1987



Technische Regeln für Gefahrstoffe "Begasungen"

TRGS 512

Ausgabe März 1988

darin, das Bedienungspersonal der Gasterilatoren und den Patienten, der mit begasten Medizingeräten in Kontakt kommt, vor schädlichen Auswirkungen zu schützen, die sowohl Kurz- wie auch Langzeitwirkungen sein können.

Wir sollten uns vor Augen halten, daß Ethylenoxid im Anhang II der Gefahrstoffverordnung als "gefährdend" im Sinne einer krebserzeugenden Wirkung eingestuft ist. Ethylenoxid ist also nicht ganz harmlos, zumindest im Tierversuch hat es sich als krebserzeugend erwiesen.

Deshalb hat der Gesetzgeber mit dem Erlaß der TRGS 512 eine Lücke geschlossen, denn bis zum Inkrafttreten der TRGS 512 am 1. Januar 1987 gab es bis auf die DIN 58948 Gassterilatoren und zwei Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes aus den Jahren 1985 und 1986 keine besonderen Vorschriften, wie das Bedienungspersonal der Gassterilatoren auszubilden sei.

Was bedeutet nun die Abkürzung TRGS? Die volle Bezeichnung lautet "Technische Regeln für Gefahrstoffe". Sie werden vom Ausschuß für Gefahrstoffe (AGS) aufgestellt und im Bundesarbeitsblatt oder im Bundesgesundheitsblatt veröffentlicht.

Wie der Name "Technische Regeln für Gefahrstoffe" bereits sagt, stellen die TRGS, von denen es bereits mehrere Dutzend gibt bzw. geben wird, eine Art Ausführungsbestimmungen zur Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) dar. (vgl. Folie 1). Durch die TRGS werden die in der GefStoffV genannten Regeln und Erkenntnisse inhaltlich näher bestimmt, soweit dies ihrer Art nach möglich ist, und, soweit es an einschlägigen Rechtsvorschriften fehlt, unmittelbar Pflichten des Arbeitgebers begründet (TRGS 001).

Es werden durch die TRGS aber nicht nur Pflichten des



Rechtliche und personelle Voraussetzungen  
für Begasungen mit Ethylenoxid

---

Firmenbezogene Erlaubnis

TRGS 512 Pkt. 4.1

Beim Betrieb von vollautomatischen Gas-Sterilisatoren  
über 500 Ltr. Inhalt:

2 Befähigungsscheininhaber

TRGS 512 Pkt. 4.4 (1)

Beim Betrieb von vollautomatischen Gas-Sterilisatoren  
bis 500 Ltr. Inhalt:

1 Befähigungsscheininhaber

TRGS 512 Pkt. 4.4 (2)

Bei jeder Begasung:

eine weitere sachkundige Person

TRGS 512 Pkt. 7.2 (1)

# -Luftfilter im Krankenhausbereich

Für die Krankenhaushygiene  
benötigen Sie die richtigen Luftfilter.

**ABSOLUTE GOLD-SEAL**  
®  
>99,9995%  
für Partikelgröße 0,12–0,17 µm



**ABSOLUTE**  
®  
DOP > 99,99% Klasse S



**MICRETAIR**  
®  
DOP > 95% Klasse R



**AIRSOOLVE HI-FLO 95**  
®  
ASHRAE 90–95% EU 8



**AIRSOOLVE HI-FLO 85**  
®  
ASHRAE 80–90% EU 7



**AIRSOOLVE HI-FLO 65**  
®  
ASHRAE 60–80% EU 6



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




**HI-CAP**  
®  
ASHRAE 25–40% EU 3/4



Nennen Sie uns  
Ihren speziellen  
Bedarfsfall.

Wir stehen Ihnen mit  
Rat und Tat zur Verfügung.

 **camfil**

## Spezialist für Luftfilter

Camfil GmbH  
Feldstraße 26-32  
2067 Reinfeld/Holst.  
Tel.: 0 4533/202-0  
Telex: 261 534  
Telefax: 0 4533/202202

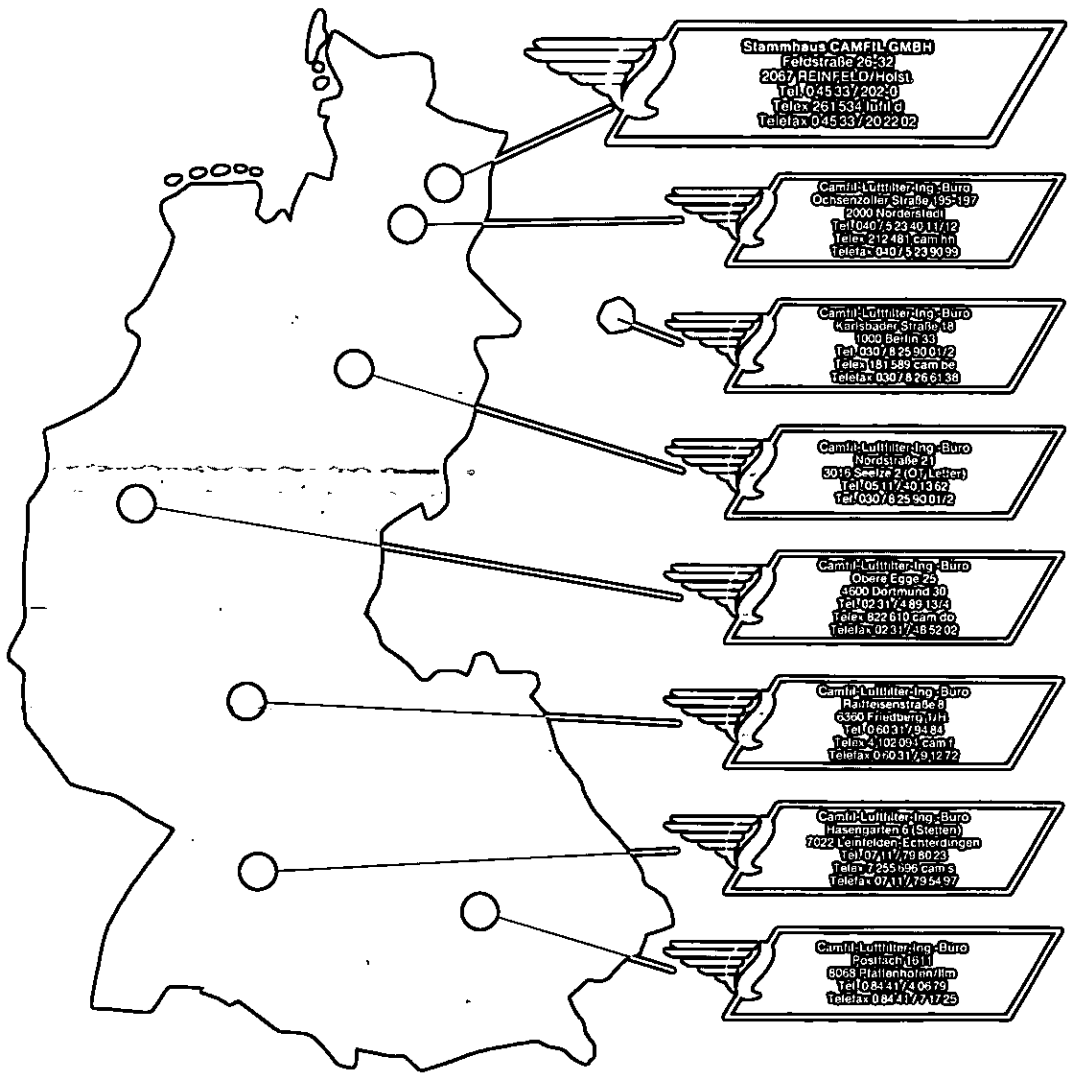
Camfil SA Belgien  
Camfil A/S Dänemark  
Camfil LTD England  
Camfil OY Finnland  
Camfil SARL Frankreich

Camfil BV Holland  
Camfil SPA Italien  
Camfil AB Schweden  
Camfil AG Schweiz

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



in der Bundesrepublik



**Stammhaus CAMFIL GMBH**  
Feldstraße 26/32  
2067 REINFELD/Holst.  
Tel: 0 45 33 / 202 0  
Tele: 261 534 Intl. 0  
Telefax: 0 45 33 / 20 22 02

**Camfil-Luftfiltering\*-Büro**  
Ochsenzeller Straße 195-197  
2000 Norderstedt  
Tel: 0 40 / 5 23 40 11 / 12  
Tele: 2 12 48 1 Camfil  
Telefax: 0 40 / 5 23 90 99

**Camfil-Luftfiltering\*-Büro**  
Karlshagen Straße 18  
1000 Berlin 33  
Tel: 0 30 / 8 25 90 01 / 2  
Tele: 181 589 Camfil  
Telefax: 0 30 / 8 26 01 30

**Camfil-Luftfiltering\*-Büro**  
Nordsstraße 21  
30195 Speyer 2 (O 1) Leisten  
Tel: 05 117 40 13 62  
Tel: 0 30 / 8 25 90 01 / 2

**Camfil-Luftfiltering\*-Büro**  
Obere Ege 25  
4500 Dortmund 30  
Tel: 0 2 31 / 2 89 13 / 4  
Tele: 322 610 Camfil  
Telefax: 02 31 / 2 8 52 02

**Camfil-Luftfiltering\*-Büro**  
Rautenstraße 8  
6300 Friedberg 1/H  
Tel: 0 60 3 1 / 52 83  
Tele: 3 102 90 6 Camfil  
Telefax: 0 60 31 / 9 12 72

**Camfil-Luftfiltering\*-Büro**  
Hasengarten 6 (Stetten)  
7022 Leinfelden-Echterdingen  
Tel: 0 71 1 / 79 80 23  
Tele: 2 255 196 Camfil  
Telefax: 0 71 1 / 79 54 97

**Camfil-Luftfiltering\*-Büro**  
Postfach 1611  
8068 Pfaffenhoim/Ilm  
Tel: 0 84 41 / 3 06 79  
Telefax: 0 84 40 / 0 17 25

Arbeitgebers, sondern vor allem auch des Arbeitnehmers begründet. Gerade in unserem Fall, der TRGS 512 Begasungen, ist sehr detailliert festgelegt, unter welchen Voraussetzungen und Bedingungen eine Begasung mit EO stattfinden darf.

Ohne die TRGS 512 Begasungen im einzelnen durchzusprechen, möchte ich hier nur kurz die wichtigsten Voraussetzungen nennen, die erfüllt sein müssen, bevor mit EO begast werden darf.

Jede Klinik oder jeder Industriebetrieb, der thermolabiles Material wie chirurgischen Nahtmaterial, Implantate, Knochenzemente, medizinische Geräte wie Optiken usw., daneben aber auch Drogen, mit EO begast, benötigt einen Begasungsleiter (vgl. Folie 2) und bei Sterilisatoren über 500 l Inhalt zusätzlich mindestens einen weiteren Befähigungsscheininhaber.

Dieser Begasungsleiter muß immer einen sog. Befähigungsschein für den Umgang mit Ethylenoxid besitzen, und wenn er ihn nicht besitzt, was heute in den Krankenhäusern noch die Regel ist, dann muß er ihn bis spätestens zum 30.09.1989 erwerben. Dies ist die Frist, welche die "Erste Verordnung zur Änderung der Gefahrstoffverordnung" vom Dezember 1987 vorschreibt. Im Klartext bedeutet dies, daß jedes Krankenhaus bzw. jeder Industriebetrieb, die in ortsfesten Anlagen Begasungen mit Ethylenoxid durchführen, dies nach altem Recht, also ohne einen sog. Befähigungsscheininhaber, längstens noch bis zum 30. September 1989 tun dürfen. Nach dem Stichtag 30.09.1989 muß man den "EO-Führerschein" haben, um weiter mit EO begasen zu dürfen.

Der Ausbildungsbedarf, der sich aus diesen Vorschriften ergibt, läßt sich nur grob schätzen. In der BRD gibt es rund 3.000 Krankenhäuser, von denen etwa 1/3 Gas-Sterilisatoren

betreiben dürften. 1.000 Krankenhäuser in der BRD müssen also über mindestens einen Befähigungsscheininhaber verfügen, um nach dem Stichtag 30. September 1989 weiter mit EO begasen zu dürfen.

Diese Zahl von 1.000 Befähigungsscheininhabern ist jedoch nur eine Mindestschätzung. Dies folgt aus der Überlegung, daß selbst dann, wenn jedes Krankenhaus mit einer ortsfesten Begasungsanlage nur einen Befähigungsscheininhaber ausbilden läßt, dieser Begasungsleiter einmal im Jahr Urlaub macht oder durch Krankheit ausfallen kann. Da laut TRGS 512 aber bei jeder Begasung mit EO der Begasungsleiter bei den sog. wesentlichen Arbeitsschritten anwesend sein muß - das sind das Starten des Sterilisiervorgangs und die Entnahme des Sterilgutes. Hieraus folgt, daß jedes Krankenhaus, das einen vollautomatischen Sterilisator bis 500 l Inhalt betreibt, theoretisch einen, praktisch jedoch mindestens zwei Befähigungsscheininhaber beschäftigen muß, um die Sterilisation vorschriftsmäßig betreiben zu können. Die Zahl der bis zum 30. September 1989 auszubildenden Befähigungsscheininhaber verdoppelt sich damit von 1.000 auf rund 2.000 Personen.

Ob dieser doch recht beträchtliche Ausbildungsbedarf innerhalb Jahresfrist bewältigt werden kann, steht dahin. 50 bis 100 Sachkundelehrgänge mit je 20 Teilnehmern innerhalb eines Jahres durchzuführen, dürfte kaum möglich sein. In der BRD gibt es bis jetzt nur zwei Lehrgangsträger, die den Sachkundelehrgang Ethylenoxid gem. TRGS 512 anbieten.

Die Firma Wülfel in Hannover, für die ich spreche, hat bisher fünf dieser Sachkundelehrgänge für Begasungen mit EO durchgeführt, an denen ca. 100 Personen aus allen Teilen der BRD teilgenommen haben. Qualifizierte Referenten ver-

mitteln den umfangreichen Lehrstoff. Die praktische Übung einer EO-Begasung findet in der Zentralsterilisation der Medizinischen Hochschule Hannover statt. Jeder Lehrgang endet mit einer schriftlichen Prüfung, die nach dem multiple-choice-Verfahren durchgeführt wird, und einer mündlichen Prüfung, die vor einem Vertreter der Bezirksregierung Hannover, Gesundheitsdezernat, stattfindet. Nach bestandener Prüfung erhält der Teilnehmer ein Zeugnis, das seine Sachkunde im Umgang mit EO und die Kenntnis der wichtigsten Rechtsvorschriften bescheinigt.

Alles in allem kann man also sagen, daß mit dem Inkrafttreten der Gefahrstoffverordnung zum 1.10.1986 und dem Erlass der TRGS 512 Begasung zum 1. Januar 1987 die rechtlichen und personellen Voraussetzungen für Begasungen mit EO wesentlich geändert und - wie wahrscheinlich nicht nur ich meine - im Vergleich zum vorherigen, "rechtlosen" Zustand wesentlich verbessert worden sind.

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. pol G. Just

c/o Chemische Fabrik Wülfel GmbH & Co.

Postfach 890109

3000 Hannover 81

Tel. 0511 - 831341

Literatur

Empfehlung des Bundesgesundheitsamtes und der  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz zur Vermeidung  
von gesundheitsschädigenden Gefahren beim  
Umgang mit Ethylenoxid im medizinischen Bereich.  
Vom 3. März 1985

\*

Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes zur  
Frage der Verwendung von Ethylenoxid.  
Vom 1. Januar 1986

\*

Merkblatt M 045 Ethylenoxid  
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie  
Ausgabe 7/85

\*

DIN-Norm 58 948 Gas-Sterilisatoren

\*

Deutsches Arzneibuch (DAB9)  
9. Ausgabe 1986

## **Untersuchungen an radioaktiv-kontaminierten Luftfiltern eines Großklinikums**

R. Hindricks  
Institut für Isotopentechnik der FH Hannover

### **1. Einleitung**

Durch den Reaktorunfall in Tschernobyl am 26. April 1986 sind große Mengen radioaktiver Spalt- und Aktivierungsprodukte in die Atmosphäre freigesetzt worden. In den Filtern von Raumlufttechnischen-Anlagen (RLT-Anlagen) kam es daraufhin zu einer Ansammlung von radioaktivem Filterstaub. Da bei RLT-Anlagen, wie sie z.B. in Krankenhäusern und Kliniken eingesetzt werden, eine ständige Kontrolle und Wartung erforderlich ist, stellt sich die Frage nach der Strahlenbelastung für Personen, die sich in der Nähe der Luftfilter aufhalten bzw. einen erforderlichen Filterwechsel durchführen. Bei der Handhabung kontaminierter Luftfilter ist neben der externen Strahlenbelastung auch die Inkorporationsgefahr von radioaktiven Staubpartikeln zu beachten.

Für die Ermittlung der Strahlenbelastung muß dem Wartungspersonal von RLT-Anlagen ein geeignetes Strahlenmeßgerät zur Verfügung gestellt werden. Um aus der Vielzahl der heute auf dem Markt erhältlichen Meßgeräte ein für diesen speziellen Anwendungsfall geeignetes Meßgerät auszuwählen, wurde anhand verschiedener Beurteilungskriterien ein Meßgerätevergleich durchgeführt.

Weiterhin werden einige Empfehlungen angesprochen, wie sich beim Umgang mit radioaktiv belasteten Luftfiltern das Risiko einer erhöhten Strahlenbelastung deutlich reduziert läßt.

### **2. Auswirkung der radioaktiven Strahlung auf den Menschen**

Für die Beurteilung der Strahlenbelastung, hervorgerufen durch die in den Luftfiltern abgelagerten Nukliden, ist neben der Aktivität vor allem die Strahlenart und die Strahlensenergie maßgebend. Die in diesem Zusammenhang wichtigsten Strahlenarten sowie deren Bewertung bezüglich der Strahlenbelastung werden im folgenden kurz erläutert.

#### **2.1 Alpha-Strahlen**

Wird beim radioaktiven Zerfall eines Atomkerns ein Teilchen emittiert, das aus jeweils zwei Protonen und Neutronen besteht, spricht man vom sogenannten  $\alpha$ -Zerfall. Die Reichweite eines Alphateilchens ist sehr gering. In Luft beträgt sie nur wenige Zentimeter und beim Auftreffen auf festere Stoffe nur noch einige tausendstel Millimeter. Die relativ kurze Reichweite eines  $\alpha$ -Teilchens beruht auf der starken Wechselwirkung mit Materie.

#### **2.2 Beta-Strahlen**

Auch beim  $\beta$ -Zerfall wird infolge der Kernumwandlung ein Teilchen emittiert. Hierbei kann es sich um ein Elektron oder um



ein Positron handeln. Da die Ladung dieser beiden Teilchen negativ oder positiv ist, unterscheidet man zwischen  $\beta^-$ - und  $\beta^+$ -Zerfall. Beta-Teilchen verlieren ihre Energie ähnlich wie Alpha-Teilchen, durch Anregung bzw. Ionisation von Atomen. Ihre Wechselwirkung mit Materie ist aufgrund ihrer höheren Geschwindigkeit und kleineren Masse geringer als die der  $\alpha$ -Teilchen. Die Reichweite der  $\beta$ -Strahlen kann in Luft somit mehrere Meter betragen.

### 2.3 Gamma-Strahlen

Beim radioaktiven Zerfall wird neben einem Alpha- oder Beta-Teilchen häufig auch ein Photon emittiert. Dieses Photon bezeichnet man als Gamma-Strahlung, wobei es sich jedoch nicht um ein Teilchen sondern um ein elektromagnetisches Wellenpaket handelt. Da das Photon Lichtgeschwindigkeit besitzt, ist die Wechselwirkung beim Auftreffen auf Materie sehr gering. Aus diesem Grund besitzt die Gamma-Strahlung eine sehr hohe Reichweite.

Alpha- und Beta-Strahlen lassen sich durch geeignete Materialien vollständig abschirmen. Aufgrund der geringen Wechselwirkung mit Materie ist dies bei der Gamma-Strahlung nicht möglich.

### 2.4 Bewertung der radioaktiven Strahlung

Um die Wirkung der radioaktiven Strahlung, insbesondere für Personen die dieser Strahlung ausgesetzt sind, bemessen und beurteilen zu können, wurde der Begriff der Strahlendosis eingeführt. Erst durch die Angabe der Dosis ist es möglich, Aussagen über die Schwere bzw. die Wahrscheinlichkeit einer Strahlenwirkung zu treffen. Die biologische Wirkung der radioaktiven Strahlung ist in erster Linie davon abhängig, wie groß die Energiefreisetzung im Körper ist. Die so entstandene Energiedosis hat die Einheit Joule pro Kilogramm oder Gray (Gy). Sie gibt an, wieviel Energie pro Masseneinheit im Körper deponiert wurde. Da sich die unterschiedlichen Strahlenarten hinsichtlich ihrer Wechselwirkung unterscheiden, wurde für jede Strahlenart ein Qualitätsfaktor festgelegt. Durch Multiplikation mit dem dimensionslosen Qualitätsfaktor ergibt sich die sogenannte Äquivalentdosis. Der Qualitätsfaktor beträgt für Beta- und Gammastrahlen  $Q=1$  und für Alphastrahlen  $Q=20$ . Die biologische Wirkung von Alphastrahlen ist also zwanzigmal höher als die von Beta- oder Gammastrahlen. Als speziellen Einheitennamen hat man für die Äquivalentdosis das Sievert (Sv) gewählt. Mit Hilfe der in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte für die Äquivalentdosis hat man nun die Möglichkeit, eine Strahlenexposition hinsichtlich der Strahlenwirkung zu beurteilen. Da sich die Äquivalentdosis in Abhängigkeit von der Expositionszeit im Körper aufbaut, hat man weiterhin den Begriff der Äquivalentdosisleistung (Sv/h) eingeführt. Durch Multiplikation der Äquivalentdosisleistung mit der Aufenthaltszeit im Strahlenfeld läßt sich somit die für die Beurteilung der Strahlenbelastung maßgebliche Äquivalentdosis bestimmen.

### 3. Auswirkung radioaktiver Staubpartikel und Aerosole auf die Filter von RLT-Anlagen

Für die Abscheidung von Staub und Aerosolen ist in erster Linie die Korngrößenverteilung und die Beschaffenheit des Filtermaterials ausschlaggebend, unabhängig ob es sich um inaktive oder radioaktive Partikel handelt. Die Freisetzung von radioaktiven Spaltprodukten führt, wie nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, zu der Anlagerung von Radionukliden an luftgetragene Aerosole. Desweiteren werden jedoch auch gasförmige Nuklide sowie radioaktive Edelgase freigesetzt. Da gasförmige Stoffe aber nicht von herkömmlichen Luftfiltern zurückgehalten werden, haben sie keinen Einfluß auf die Belastung der Luftfilter nach einer Aktivitätsfreisetzung. Besondere Bedeutung kommt hier dem radiologisch wichtigem Jod-131 zu. I-131 liegt nach einer Aktivitätstfreisetzung nur zu etwa 1/3 als Aerosol vor.

#### 3.1 Größenverteilung radioaktiver Aerosole

Um die Abscheidung von radioaktiven Aerosolen in Luftfiltern beurteilen zu können, müssen Angaben über die Größenverteilung dieser Aerosole vorhanden sein. Bilden sich radioaktive Aerosole während eines Reaktorunfalls in einer Wasserdampfatosphäre, so beträgt der Aerosoldurchmesser etwa 15 µm /1/. Während der Ausbreitung vermindert sich der mittlere Aerosoldurchmesser infolge nasser und trockener Ablagerung auf dem Erdboden. Trockene Ablagerungen (Fallout) treten infolge der Schwerkraft auf und betreffen somit hauptsächlich große Aerosole. Nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl wurde (u.a. auch in der Bundesrepublik) die Größenverteilung radioaktiver Aerosole bestimmt. Hierbei ergab sich, daß mehr als 80% der Hauptaktivität an Aerosolen mit einem Durchmesser von 0,2 bis 2 µm angelagert war /2/. Der mittlere Aerosoldurchmesser für Te-132, Cs-137, Cs-134, Ru-106 und Tc-99m lag zwischen 0,7 und 0,9 µm. Für I-131 läßt sich eine Verschiebung der Aerosoldurchmesser zu kleineren Werten, zwischen 0,3 und 0,5 µm, feststellen /2+3/.

#### 3.2 Aerosolförmiges Jod-131

Die Aktivität in der Luft wurde in den ersten Tagen nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl von dem radiologisch wichtigem Nuklid I-131 bestimmt. Dieses Nuklid wird jedoch nicht wie andere Nuklide -mit Ausnahme der radioaktiven Edelgase- vollständig an Aerosole angelagert. Die Gesamtaktivität von I-131 läßt sich in drei Klassen aufteilen. Hierbei handelt es sich um organisch gebundenes Jod, elementares gasförmiges Jod und aerosolförmiges Jod. Da in herkömmlichen Filtern von RLT-Anlagen nur Staubpartikel bzw. Aerosole abgeschieden werden, bleibt hier nur das aerosolförmige I-131 zu berücksichtigen. Messungen haben ergeben, daß dieser Anteil des freigesetzten I-131 etwa 1/3 der Gesamtaktivität ausgemacht hat /4/. Während des gesamten Zeitraums erhöhter Luftaktivität war das Verhältnis zwischen aerosolgebundenem und elementarem gasförmigem Jod nahezu konstant (1:1).

#### 4. Radioaktive Staubpartikel in den Filtern von RLT-Anlagen nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl

Am Institut für Isotopentechnik der Fachhochschule Hannover wurden nach dem Reaktorunfall zwei Typen von Luftfiltern untersucht. Die Filter waren in zwei verschiedenen Klimaanlage der Medizinischen Hochschule Hannover im Einsatz. Hierbei handelt es sich um einen Rollbandfilter der Klasse B (Vorfilter), sowie um einen Taschenfilter der Klasse C. Die Aktivität der Filter wurde mit einem Halbleiterdetektor bestimmt. Dieser Detektor ermöglicht hochauflösende Gammapektroskopien, so daß eine nuklidspezifische Analyse möglich ist. Da die Bestimmung der Aktivität ca. 18 Monate nach dem Reaktorunfall durchgeführt wurde, konnten lediglich langlebige Nuklide nachgewiesen werden. Die gemessene Aktivität wurde wegen der Zerfallszeit korrigiert und bezieht sich auf den 1. Mai 1986.

##### 1. Rollbandfilter

(Die rechte Spalte gibt das Verhältnis zu Cs-137 an)

Nuklid	Aktivität in Bq/m <sup>2</sup>	
Cs-137	20083	1
Cs-134	10792	0,54
Ru106	9092	0,45
Ce-144	2202	0,12
Sb-125	1135	0,05
Ag-110m	514	0,02
Gesamtaktivität 43739 Bq/m <sup>2</sup>		

Aus dem Filter wurde weiterhin eine Probe entnommen, die etwa 4 Monate nach dem Reaktorunfall am Filterprozeß beteiligt war. Von den oben angegebenen Nukliden konnte lediglich noch Cs-137 mit 52 Bq/m<sup>2</sup> und Cs-134 mit 25 Bq/m<sup>2</sup> ermittelt werden.

##### 2. Taschenfilter

Nuklid	Aktivität in Bq/m <sup>2</sup>	
Cs-137	4499	1
Cs-134	2165	0,54
Ru-106	1809	0,45
Sb-125	202	0,05
Ag-110m	62	0,02
Gesamtaktivität 8247 Bq/m <sup>2</sup>		

Bei der Analyse des Taschenfilters wurde neben der Gesamtaktivität auch die Aktivitätsverteilung im Filter untersucht. Aus der Mitte des Filters wurde eine Tasche in drei Einzelproben aufgeteilt. Anhand der Meßergebnisse läßt sich ein Anstieg der Aktivität von etwa 14% im hinteren Teil des Filters feststellen.

#### 4.1 Berücksichtigung kurzlebiger Nuklide

In den ersten Tagen nach dem Reaktorunfall wurde die Aktivität der bodennahen Luft hauptsächlich von Radionukliden mit kurzen Halbwertszeiten bestimmt. Dies betrifft vor allem die Nuklide Te-132 mit einer Halbwertszeit von 3,25 Tagen und I-131 mit einer Halbwertszeit von 8 Tagen. Entsprechend der Nuklidzusammensetzung der Luft und über die gemessene spezifische Aktivität von Cs-137 läßt sich die effektive Gesamtaktivität der abgelagerten Nuklide bestimmen. Abb. 1 zeigt die Zusammensetzung der abgelagerten Radionuklide vor und nach dem Zerfall kurzlebiger Nuklide.

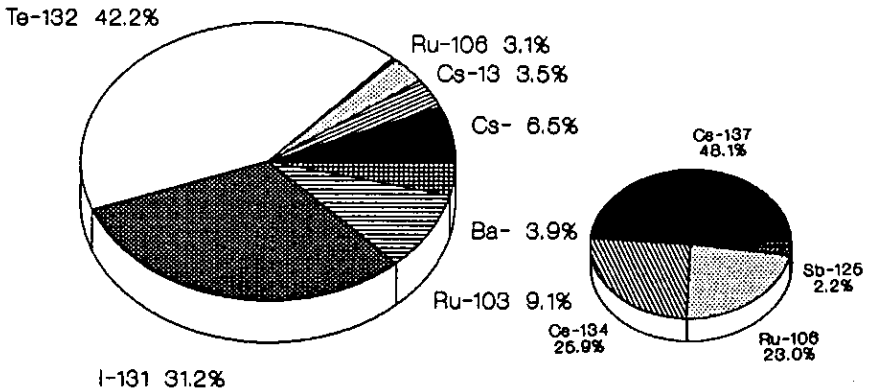


Abb.1: Radionuklidzusammensetzung in den Luftfiltern vor und nach dem Zerfall von kurzlebigen Nukliden

#### 4.2 Äquivalentdosisleistung der kontaminierten Luftfilter

Anhand der gemessenen Aktivitäten und unter Berücksichtigung der Radionuklide mit kurzen Halbwertszeiten, wurde für verschiedene Filtergeometrien die Äquivalentdosisleistung über ein Computerprogramm berechnet.

Für den ungünstigsten Fall, daß sich eine Person z.B. beim Auswechseln der Filter in deren unmittelbaren Nähe befindet, ergibt sich eine Dosisleistung von 0,5 bis 1,0  $\mu\text{Sv/h}$ .

Bei einem Aufenthalt von etwa einer Stunde in einem derartigen Strahlenfeld wird eine Person also mit max. 1,0  $\mu\text{Sv}$  zusätzlich belastet. Dieser Wert fällt gegen die natürliche effektive Ganzkörperbelastung von ca. 2200  $\mu\text{Sv}$  pro Jahr nicht ins Gewicht. Die externe Strahlenbelastung durch Radionuklidablagerungen in Luftfiltern stellte also zu keinem Zeitpunkt eine Gefährdung dar.

Eine Aktivitätsfreisetzung in der näheren Umgebung einer RLT-Anlage kann jedoch zu erheblich höheren Strahlenbelastungen führen. Für diesen Fall ist eine meßtechnische Überwachung der Luftfilter notwendig.

## 5. Strahlenmeßgeräte für die Luftfilterüberwachung

Für die meßtechnische Überwachung der in den Luftfiltern abgelagerten Radioaktivität bieten sich zwei verschiedene Typen von Strahlenmeßgeräten an.

Hierbei handelt es sich um einen mit einem Großflächenzählrohr ausgerüsteten Kontaminationsmonitor und um ein Dosisleistungsmeßgerät mit Szintillationszähler. Beiden Geräten liegen verschiedene Meßprinzipien zugrunde, so daß sich die Aussagekraft der jeweiligen Meßwerte unterscheidet.

Nach einer Radionuklidablagerung ergeben sich für die Überwachung von Luftfiltern spezielle Anforderungen, die das verwendete Meßgerät erfüllen muß.

Eine Beurteilung der Strahlenbelastung ist nur möglich, wenn das Meßgerät Angaben über die Dosisleistung liefert. Die von einem Kontaminationsmonitor angezeigte Zählrate muß demzufolge in die entsprechende Dosisleistung umgerechnet werden. Weiterhin ist für die Ermittlung der Dosisleistung eine hohe Ansprechwahrscheinlichkeit gegenüber Gammastrahlen erforderlich. Die Belastung durch Alpha- und Betastrahlen ist aufgrund der geringen Reichweite, die sich durch Selbstabsorption im Luftfilter ergibt, um ein Vielfaches geringer.

Ein weiteres Kriterium bei der Beurteilung der Strahlenmeßgeräte betrifft den Meßbereich, für den das Gerät verwendbar ist. Der Szintillationszähler des Dosisleistungsmeßgerätes registriert Impulsraten, die die maximale Zählrate des Großflächenzählrohres um mehrere Zehnerpotenzen überschreitet. Für Strahlenquellen hoher Aktivität ist der Kontaminationsmonitor also nicht mehr geeignet.

Eine genaue Bestimmung der Strahlenbelastung ist aus den oben genannten Gründen mit einem Dosisleistungsmeßgerät problemloser. Aufgrund der relativ hohen Anschaffungskosten für ein Dosisleistungsmeßgerät wurde der Frage nachgegangen, welche Grenzen sich bei der Verwendung eines Kontaminationsmonitors ergeben.

### 5.1 Untersuchung eines Kontaminationsmonitors

Steht für die Überwachung von Luftfiltern kein Dosisleistungsmeßgerät zur Verfügung, so ist mit einigen Einschränkungen auch der Einsatz eines Kontaminationsmonitors möglich.

Es ist jedoch erforderlich, daß dann einige Daten über den verwendeten Monitor bekannt sind und diese bei den Messungen berücksichtigt werden. Neben der maximalen Zählrate betrifft dies besonders die Umrechnung der gemessenen Aktivität in die entsprechende Dosisleistung.

Ein Kontaminationsmonitor, der zur Überwachung von Luftfiltern eingesetzt werden soll, wurde daraufhin näher untersucht. Zum Vergleich wurden die Messungen auch mit einem geeichten Dosisleistungsmeßgerät durchgeführt.

### 5.2 Ermittlung der maximalen Zählrate

Um die obere Grenze des Meßbereiches zu bestimmen, wurden beide Meßgeräte dem Nutzstrahl einer Cs-137 Strahlenquelle ausgesetzt. Zur Erhöhung der Zählrate bzw. der Dosisleistung

ist der Abstand zwischen Quelle und Meßgeräten schrittweise verringert worden. Hierbei ergaben sich die in Abb. 2 wiedergegebenen Kurvenverläufe.

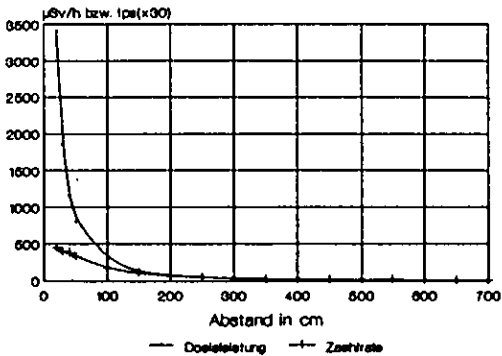


Abb.2: Maximale Zählrate des Kontaminationsmonitors

Da bei niedrigen Werten die Dosisleistung proportional zur Zählrate ist, können beide Meßgrößen in einem Diagramm aufgetragen werden. Bei einem Abstand von 200 cm zwischen Strahlenquelle und Monitor ist die obere Grenze des Meßbereiches erreicht. Wird der Abstand zur Strahlenquelle weiter verringert, so kann das Zählrohr die höhere Impulsrate nicht mehr entsprechend registrieren.

Trägt man die Dosisleistung als Funktion der Zählrate auf, ergibt sich der Meßbereich, in dem der Kontaminationsmonitor eingesetzt werden kann. Abb. 3 zeigt, daß der lineare Bereich bis etwa 3300 Impulsen pro Sekunde (Ips) reicht.

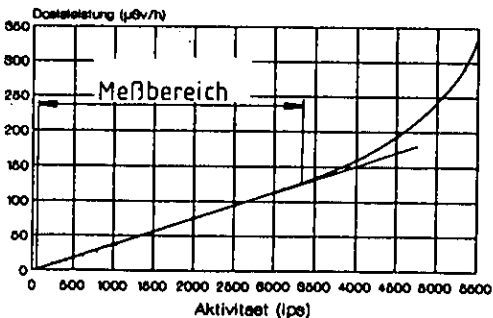


Abb.3: Meßbereich des Kontaminationsmonitors

### 5.3 Bestimmung der Dosisleistung mit einem Kontaminationsmonitor

Um aus der gemessenen Zählrate des Kontaminationsmonitors auf die entsprechende Dosisleistung zu schließen, ist neben der Aktivität einer Strahlenquelle vor allem die Energie der Gammastrahlung zu berücksichtigen. Die Höhe der in einem Großflächenzählrohr ausgelösten Impulse ist jedoch unabhängig von der Strahlenenergie. Bei der Anwendung eines Kontaminationsmonitors für die Dosisleistungsbestimmung kann demnach nur die Impulsrate als Detektorinformation genutzt werden. Für die Berechnung der Dosisleistung benötigt man somit Kalibriergeraden, die nur experimentell zu ermitteln sind. Wird bei unterschiedlichen Aktivitäten neben der Zählrate des Kontaminationsmonitors gleichzeitig die entsprechende Dosisleistung mit einem geeichten Meßgerät aufgenommen, so lassen sich diese Kalibriergeraden bestimmen. Für die Gammastrahlen von Co-60 und Cs-137 wurde folgende Abhängigkeit zwischen Zählrate und Dosisleistung festgestellt.

Kalibriergerade  
Nuklid Cs-137

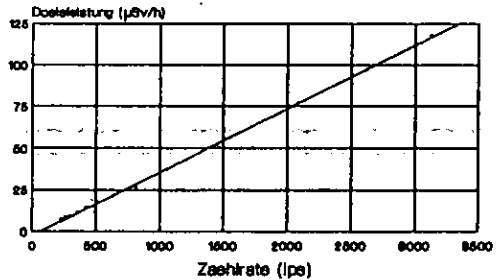


Abb.4: Kalibriergerade für Cs-137

Kalibriergerade  
Nuklid Co-60

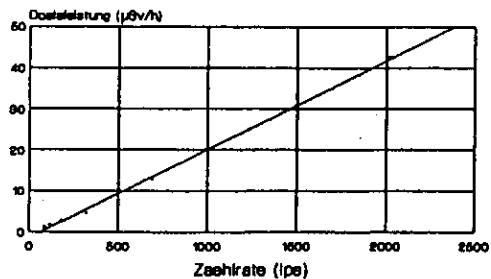


Abb.5: Kalibriergerade für Co-60

Für die Luftfilterüberwachung ist die Kalibriergerade von Cs-137 zu verwenden. Die Energie der Gammastrahlen von Cs-137 beträgt 0,662 MeV und kann als mittlere Strahlenenergie der in den Luftfiltern abgelagerten Radionuklide angesehen werden. Bei höheren Energien, im Bereich von etwa 1,0 bis 1,5 MeV, ist die Kalibrierung von CO-60 zur Ermittlung der Dosisleistung maßgebend.

Ein Kontaminationsmonitor mit Großflächenzähler ist bei Berücksichtigung der oben genannten Punkte durchaus für die Überwachung von Radionuklidablagerungen in Luftfiltern geeignet. Auch einfachere Meßgeräte mit Geiger-Müller-Zähler lassen sich für diese Zwecke verwenden. Dies setzt jedoch wie beim Kontaminationsmonitor voraus, daß vor Beginn der Messungen eine Kalibrierung für die Umrechnung der Zählrate in die Dosisleistung durchgeführt wird.

#### **6. Empfehlungen für den Umgang mit radioaktiv belasteten Luftfiltern**

Die Strahlenbelastung, die sich beim Umgang mit radioaktiv belasteten Luftfiltern ergibt, läßt sich durch gezielte Schutzmaßnahmen wesentlich reduzieren. Dies betrifft vor allem das Einatmen und Verschlucken von radioaktivem Filterstaub. Da beim Auswechseln eines Luftfilters Staubbpartikel aufgewirbelt werden, ist das Tragen von Filtermasken, die Mund und Nase bedecken, sehr zu empfehlen. Ein ausreichender Schutz gegenüber radioaktivem Staub ist gewährleistet, wenn die Maske mit einem Filter der Schutzstufe IIc ausgerüstet ist. Es ist jedoch zu beachten, daß das Filter nur für begrenzte Zeit lagerfähig ist. Spätestens nach zwei Jahren ist das Filter, auch wenn es nicht gebraucht wurde, durch ein neues zu ersetzen.

Durch den radioaktiven Staub besteht weiterhin die Gefahr, daß unbedeckte Körperbereiche kontaminiert werden. Es ist deshalb ratsam, einen Schutzanzug mit Kapuze sowie Handschuhe zu tragen.

Um bei einem Luftfilterwechsel auch die externe Strahlenbelastung so gering wie möglich zu halten, sollte die Aufenthaltszeit in der Nähe der Filter nur von kurzer Dauer sein. Die belasteten Luftfilter sollten nach dem Ausbau luftdicht in Plastiksäcken verpackt werden.

Besteht nach Abschluß der Arbeiten der Verdacht, daß Hände oder andere Körperteile kontaminiert sind, so ist dies mit einem Kontaminationsmonitor zu überprüfen. Wird eine Kontamination festgestellt, so sind die betroffenen Hautstellen durch gründliches Waschen mit einer milden Seife unter lauwarmem, fließendem Wasser zu reinigen.



## 7. Literaturverzeichnis

- /1/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit  
Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke  
Fachband 6  
Köln: TÜV Rheinland
- /2/ Winkelmann, I.  
Ergebnisse von Radioaktivitätsmessungen nach dem  
Reaktorunfall in Tschernobyl  
ISH-Heft 99, September 1988
- /3/ Gägler, H.  
Falloutmessungen an größenfraktinierten Aerosolen  
Tagungsbericht: Radioaktivitätsmessungen in der Schweiz  
nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl  
Bern: 1986
- /4/ Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktor-  
sicherheit  
Veröffentlichung der Strahlenschutzkommission, Band 7  
Stuttgart: Fischer 1987

### Verfasser

Dipl.-Ing. Rainer Hindricks  
Adalbertstraße 20  
4440 Rheine 1

Im Jahre 1984 erschien ein Fachbuch mit dem Titel Planung, Steuerung des betrieblichen Materialflusses in dem der Begriff der Materialwirtschaft wie folgt definiert wird.

Betrachtungsgegenstand der Materialwirtschaft sind stoffliche Verbrauchsfaktoren die im betrieblichen Leistungsprozess untergehen, d. h. deren Eignung für einen nochmaligen Einsatz in einem identischen Prozess verlorengeht. Durch diese Einmaligkeit ist eine Abgrenzung zu Faktoren wie Personal und Kapital, die mehrfach einsetzbar sind, möglich. Diese Definition beinhaltet für das Krankenhaus zunächst im Grundsatz zwei wesentliche Aspekte nämlich

1. der Begriff der Materialwirtschaft kann und wird heute mit großer Selbstverständlichkeit aus dem industriellen Bereich aus dem er kommt in die Terminologie des Krankenhauses übernommen, was die Notwendigkeit impliziert ihn auch in allen seinen Konsequenzen einzusetzen. Es entsteht eine Verpflichtung, Erprobtes aus dem industriellen Bereich zu übernehmen.
2. Ist in dieser Eigangsdefinition der Begriff der stofflichen Verbrauchsfaktoren benutzt worden, die im betrieblichen Leistungsprozeß untergehen. Wir nennen das im Krankenhaus Ver- und Gebrauchsgüter. Auch hier ist die Identität mit dem industriellen Begriff gegeben.

Darüberhinaus und das sei hier anfänglich gleich erwähnt sind selbstverständlich unter diesem Begriff auch die Güter zu verstehen, die innerhalb eines Krankenhauses einen Aufbereitungs- und damit einen Mehrfachverwendungszweck erfüllen. (Wäsche, Sterilgut etc.)

Materialwirtschaft ist ein Sammelbegriff. Eine Einteilung nach Funktionsbereichen kann bei einer aufbauorganisatorischen Betrachtung in drei Hauptteile erfolgen.

Diese sind

- die Materialbeschaffung die im Rahmen der Beschaffungswirtschaft betrachtet wird,
- die Materialverwaltung die im Zuge der Lagerwirtschaft Berücksichtigung findet,
- die Materialverteilung die alle Distributionsfunktionen zum Gegenstand hat.

In diesen Teilbereichen entstehen die Probleme, die auch für die Materialwirtschaft als Ganzes von Bedeutung sind.

Die Materialbeschaffung oder Beschaffungswirtschaft kann ebenfalls in zwei Formen unterteilt werden. Einmal nach dem Arbeitsablauf, also nach dem Verrichtungsprinzip. In diesem Falle sind Bestellwesen, Terminkontrolle, Qualitätskontrolle und Rechnungsprüfung als Untereinheiten möglich, aber es kann auch eine Gliederung nach Materialgruppen erfolgen. Bei dieser Gliederung spricht man vom Objektprinzip. Im Krankenhaus haben wir hier vielfache Beispiele dafür. Beispielsweise die Trennung von medizinischen Ver- und Gebrauchsgütern und von Produkten der Verpflegungsversorgung. Auch hier wären Bestellwesen, Terminkontrolle, Qualitätskontrolle und Rechnungsprüfung eine Untereinheit.

Die Aufgabe der Materialverteilung ist es, den Materialfluß innerhalb des Krankenhauses vom Eingang bis zum Einsatz in den Leistungsstellen zu sichern. Zentrale Aufgabe hier ist die rechtzeitige und richtige Versorgung der Verbraucher mit den nötigen Materialien.

Problemkreis hier ist

- die Auswahl kostenoptimaler Verteilwege,
- die Auswahl kostenoptimaler Standorte,
- die Wegeminierung innerhalb des krankenhausspezifischen Transportsystems.

Der gesamte krankenhauserne Transport ist der Materialvertei-

lung zuzuordnen. Dabei sind Wegeoptimierung und Transportsteuerung die zentralen Probleme. Auch hier kann die Materialverteilung sowohl nach dem Verrichtungsprinzip mit Untergliederung wie Transportmittelbereitstellung, Tourenplanung etc. oder nach dem Objektprinzip in Materialgruppen gegliedert werden.

Die Lagerwirtschaft als 3. Bereich soll Materialien aufnehmen und im Rhythmus des Bedarfsanfalls an die erforderlichen Stellen abgeben. Die Lagerwirtschaft muß jederzeit ein Nachweis nach Menge und Wert der am Lager gebundenen Materialien geben können.

Die Lagerwirtschaft wird meist nach dem Objektgliederungsprinzip aufgeteilt. Dies ist zur Kontrolle von einzelnen Abteilungen und Leistungsstellen notwendig.

Die Bedürfnisse einer Materialwirtschaft im Krankenhaus erfordern die Durchgängigkeit der Materialfluß- und Lagersysteme. D. h., eine einheitliche Betrachtung der 3 vorgenannten Begriffe Beschaffungswirtschaft, Materialverteilung, Lagerwirtschaft.

Dies wären Begriffsdefinitionen meine Damen und Herren, Übernahmen aus theoretischen Abhandlungen. Wie sieht es nun in unseren Krankenhäusern aus. Ein zunächst mal oberflächlicher Katalog der Mißstände gibt folgendes Bild wieder.

- zu hoher Bestand
- zu breites Sortimentsangebot
- Inventurdifferenzen
- unkontrollierter Wareneingang
- keine oder mangelhafte Information über dezentrale Lager an Bedarfsstellen
- zu hohe Verfallraten
- häufige Fehlmengen am Lager
- Beschaffung langwierig
- Beschaffung teuer
- personalintensive Lagerhaltung
- unübersichtliche Bestandsführung
- hohe Anzahl von Lagergütern

Das kann alles sein, es muß nicht. Vergegenwärtigen wir uns jedoch, daß 25 % der laufenden Betriebsmittel im Bereich der Materialwirtschaft entstehen und es ist zweifelsfrei, daß dieser Bereich die Aufgabe hat, alle zur Leistungserbringung im Krankenhaus erforderlichen Güter und Dienstleistungen bereitzustellen. Diese Versorgungsdienste sind auf dem höchstmöglichen Niveau unter qualitativ lokalen und temporalen Gesichtspunkten zu erbringen. Die Aufgabe bezieht sich dabei für die Beschaffung und Materialwirtschaft auf "wieviel", "wo", "wie" gekauft oder bereitgestellt wird.

Mißstände sollten im allgemeinen behoben werden können. Eine Möglichkeit besteht darin, Steuerungselemente einzusetzen die ein entsprechendes Ziel verfolgen.

Die nachfolgende Grafik zeigt die Zusammenhänge von Mißstand, dem zugehörigen Steuerungselement und dem Ziel, das erreicht werden soll.

MISSTAND	STEUERUNGSELEMENT	ZIEL
- zu hoher Bestand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zentrale Lagerbestandsdatei</li> <li>- Korrektur des Bestellrhythmus</li> <li>- Korrektur der Mindestbestellmenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhöhung des Flächennutzungsgrades damit Zuführung von Flächen für andere Bestimmungszwecke möglich, bzw. zusätzlicher Flächenbedarf für Lagerzwecke verwertbar</li> <li>- Verminderung der Kapitalbindung durch Bevorratung</li> </ul>
- zu breites Sortimentsangebot	- Artikelkatalog	- geringere Einkaufsstreuung, damit günstigere Einkaufspreise zu erzielen
- Inventurdifferenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestandsdatei (zentral)</li> <li>- zentral definierter Wareneingangsdialog</li> <li>- zentral definierter Anforderungsdialog</li> </ul>	- übersichtliche Bestandsführung
<ul style="list-style-type: none"> <li>- unkontrollierter Wareneingang</li> <li>- keine oder mangelhafte Informationen über dezentrale Lager an den Bedarfstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zentraler Wareneingang</li> <li>- Wareneingangsdialog</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine unkontrollierbare Lagerhaltung</li> <li>- Wareneingangskontrolle</li> <li>- Bestandskontrolle</li> <li>- Rechnungsprüfung gewährleistet</li> </ul>
- zu hohe Verfallsraten	- Bestandsdatei mit Terminüberwachung	- Verminderung der Verfallsraten
- häufige Fehlmengen am Lager	- Bestandsdatei mit entsprechenden Dialogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- höhere Versorgungssicherheit</li> <li>- Verminderung der Angstbevorratung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschaffung langwierig</li> <li>- Beschaffung teuer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschaffungsmarktforschung</li> <li>- Lieferantendatei</li> <li>- Einkaufsorganisation</li> <li>- Einkaufsstrategie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kurzfristige Wiederbeschaffungsmöglichkeiten</li> <li>- Schaffung günstiger Einkaufsquellen</li> </ul>
- Personalintensive Lagerhaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagerhaltungssystem</li> <li>- Einlagerungssystem</li> <li>- Kommissionierdialog</li> </ul>	- Personaleinsparung (Umachichtung von Personal)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- unübersichtliche Bestandsführung</li> <li>- hohe Anzahl von Lagerhütern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ABC-Analyse</li> <li>- Artikelgruppierung in Bestandsdatei mit entsprechenden Dialogen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- übersichtliche Bestandsführung</li> <li>- Kenntnis über Bedarfshäufigkeit der einzelnen Güter</li> <li>- geringe Zahl von Lagerhütern</li> </ul>

Die Forschungsgruppe Medizinökonomie am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre und Operation-Research der Universität Erlangen-Nürnberg hier zu diesem Thema ein Bericht herausgegeben hat, der sich mit der Darstellung eines computergestützten Lagerinformationssystems an einem Klinikum der Maximalversorgung beschäftigt. Ich möchte das nicht wiederholen, das können Sie sich alle beschaffen. Ich möchte es jetzt stellenweise und nur im Ansatz zitieren, weil in dieser Studie das was ich Steuerungselemente nenne jetzt in praktische Formen umgesetzt ist.

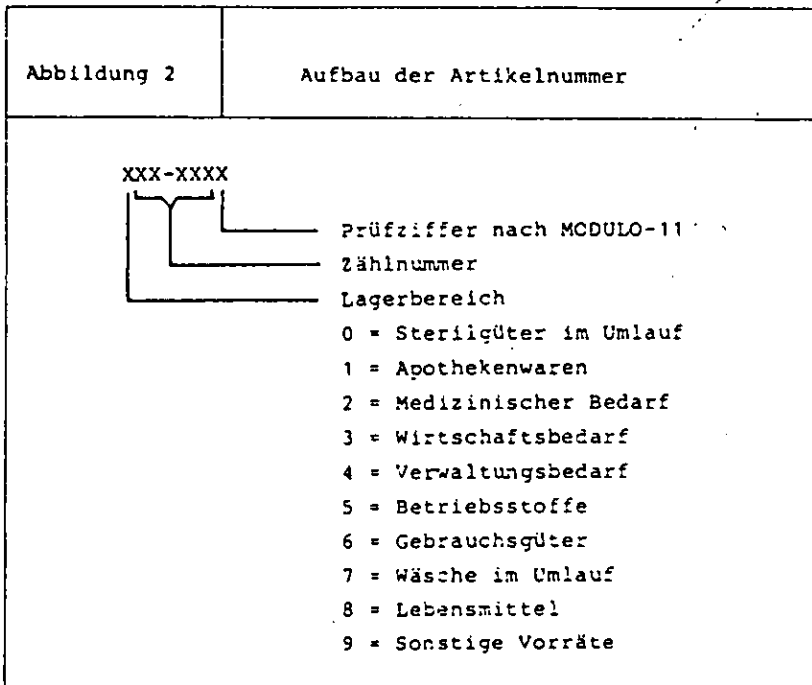
In der Einleitung heißt es eine der wesentlichen Voraussetzungen für einen medizinisch effektiven und wirtschaftlichen Krankenhausbetrieb ist die rechtzeitige und ausreichende Versorgung aller Leistungsstellen mit den Gütern des täglichen Ge- und Verbrauchs. Hierzu bedarf es einer Vorratshaltung zum Teil recht unterschiedlicher Artikel bei hoher Lieferbereitschaft des Lagers. Ebenso müssen Güter des Umlaufes - Sterilgüter und Wäsche sind hier gemeint - nach dem Gebrauch in den Leistungsstellen wieder aufbereitet werden und für eine erneute Verwendung bereitgestellt werden. Schließlich ist dafür zu sorgen, daß die auf Vorrat zu erhaltenden und die für die Wiederverwendung bereitgestellten Güter mit einem Minimum an Personal und sonstigem Sachgüteraufwand ein- und ausgelagert, kommissioniert, transportiert und damit an die Leistungsstellen des Krankenhauses verteilt werden können.

Dann heißt es weiter: "unerlässlich für die Realisierung ist Transparenz bezüglich der Funktionen und sie kann nur durch ein computergestütztes Lagerinformationssystem erreicht werden." Und damit meine Damen und Herren sind wir bei dem Herzstück, beim Thema Lager. Im Rahmen eines Lagerinformationssystems werden Daten des Materialflusses erfaßt. Lagerung, Disposition, Einkauf und Anforderungsbearbeitung sind in einem zentralen Administrationsbereich zu organisieren.

Für ein Lagerinformationssystem sind organisatorische Vorarbeiten erforderlich. Auch hier zitiere ich wieder aus diesem Bericht. Um einerseits eine Integration des Lagerinformationssystems in bestehende EDV-Problemlösungen zu gewährleisten und um andererseits die

Akzeptanz des Nutzers gegenüber dem neuen Softwareprodukt zu erhöhen. Im einzelnen betrifft dies

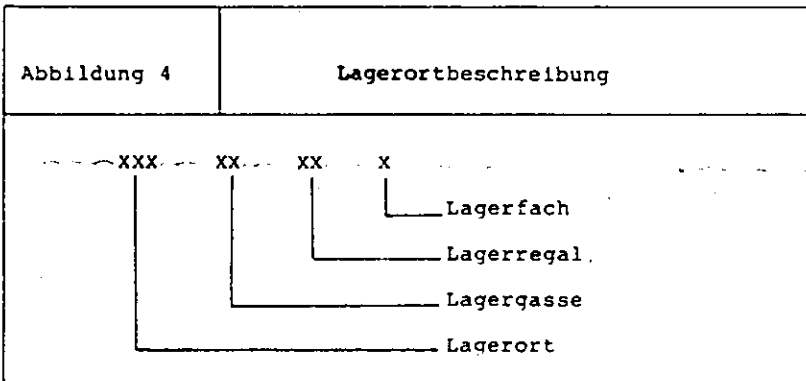
- Einführung einer eindeutigen Artikelnummer für jeden Artikel
- Festlegung einer prägnanten, gruppierungsfähigen möglichst kurzen Artikelbezeichnung
- Gruppierung der Artikel nach Warenklassen und Warengruppen
- Festlegung der Abgabeform
- Festlegung der Mindestanforderungsmenge
- Einteilung des Lagers und Bestimmung des Lagerorts für jeden Artikel und letztlich
- Festlegung des Transaktionscodes.





Jeder Artikel erhält zu seiner Identifikation eine aus 7 Ziffern bestehende Artikelnummer.

In der Abbildung sehen Sie den Aufbau dieser Artikelnummer (nach Artur Löffler und Ralf Schmidt). In der nächsten Abbildung, wenn wir jetzt den Bogen zum Lager schlagen, dann ist es weiterhin wichtig auch den Ort, an dem ein Artikel gelagert wird, zu erfassen. Hierfür ist für jeden Artikel der Lagerort mit Lagergasse, Lagerregal und Lagerfach festzulegen. Der Lagerort kann mit 3, die Lagergasse und das Lagerregal mit jeweils 2 und das Lagerfach mit einem Zeichen definiert werden. Auch hier eine Abbildung nach Löffler/Schmidt.



ORGANISATORISCHE STEUERUNGSELEMENTE (BEISPIELE) IN BETRIEBSSTÄTTEN DER MATERIALWIRTSCHAFT

BETRIEBS- STÄTTE STEUERUNGS- GRUPPE	APOTHEKE	STERILISATION	REINIGUNGS- DIENST	TRANSPORT- DIENST	MÜLL- ENTSORGUNG	KÜCHE	WÄSCHEREI	LAGER
SYSTEM	VERSANDSYSTEM ABRECHNUNGSSYS. BESTELLSYSTEM	BEVORRAATUNG VERSORGUNGSSYST. ENTSORGUNGSSYST.	REINIGUNGSSYSTEM (EIGEN/FREUND)	TRANSPORTSYSTEM (MANUELL/AUTOM.) VERSANDSYSTEM	ENTSORGUNGSSYST. SORTIERSYSTEM RECYCLING	SPÜSENVERS. SYST. GESCHNENTSORGUNG BESTELLSYSTEM	AUFBEREITUNGSSYS. EIGEN/FREUND SORTIERSYSTEM	LAGERHALTUNGSSYS. EINLAGERUNGSSYS. WARENEINGANG KOMMISSIONERSYS.
DIALOGE	KOSTENSTELLER- BELASTUNG BESTELLDIALOG	BESTELLDIALOG KOSTENSTELLER- BELASTUNG	KOSTENSTELLER- BELASTUNG	ANFORDERUNGS- DIALOG KOSTENSTELLER- BELASTUNG	ANFORDERUNGS- DIALOG KOSTENSTELLER- BELASTUNG	BESTELLDIALOG KOSTENSTELLER- BELASTUNG	BESTELLDIALOG KOSTENSTELLER- BELASTUNG	KOSTENSTELLER- BELASTUNG WARENEINGANGSSCHA. BESTELLDIALOG
DATEIEN	ARZNEIMITTELSTELLE BESTANDSDATEI VERFALLDATEI	BESTANDSDATEI	REINIGUNGSPLANE VERRECHNUNGS- SCHLÜSSEL	FAHRPLAN EINSATZPLAN	MENGEN / ZE SORTIERPLÄNE	LAGERDATEN REZEPTURER	BESTANDSDATEI	BESTANDSDATEI VERBANDSDATEI ARTIKELKATALOG
SONSTIGE HILFSMITTEL	TRANSPORTLISTEN FORMULARE	TRANSPORT- BEHÄLTNER STANDARDSETS	FORMULARE	TRANSPORTMITTEL	FORMULARE BEHÄLTNER	FORMULARE	FORMULARE	TRANSPORTMITTEL LAGERKÄSTEN FORMULARE

Was wir brauchen sind organisatorische Steuerungselemente in den Betriebsstätten der Materialwirtschaft. Hier verfügen wir über ein Spektrum an Instrumentarien zur Betriebssteuerung. Insbesondere sind die Steuerungsgruppensysteme, Dialoge und Dateien dann einer näheren Analyse zu unterziehen. In einigen Fällen ist die Wirksamkeit von genannten Steuerungselementen nicht getrennt zu betrachten, da diese nur in Kombination mit weiteren Elementen eben aus anderen Steuerungsgruppen funktionsfähig werden. Hierzu das Bild "Organisatorische Steuerungselemente in Betriebsstätten der Materialwirtschaft". Sie sehen hier alle aufgeführt. Mein Beispiel vorhin bezog sich hier ausdrücklich auf die Lagerartikel. Sie sehen aber auch, daß bei der Apotheke natürlich Bestandsdateien und Verfalldateien ebenso notwendig sind wie innerhalb der Wäscherei eine Bestandsdatei ein wesentliches Steuerungselement innerhalb der Materialwirtschaft ist.

Wenn man von Materialwirtschaft spricht konzentriert sich immer wieder alles um den Dreh- und Angelpunkt das Lager. Die Zeiten sollten vorbei sein, in denen im Lager ein Dornröschenschlaf der Waren und Güter stattfindet. Hier sollte gepuffert, sortiert, disponiert und bewegt werden. Das Lager ist keine statische Einheit im Sinne eines Warenspeichers. Das Lager ist ein dynamisches Materialfluß- und Materialwirtschaftssystem mit den Systemelementen Vereinnahmung, Einlagern, Auslagern und Verteilen und über die I- und K-Punkte soll eine Verbindung zum Informationssystem sichergestellt sein.

Gehen wir wieder einen Schritt zurück in die Theorie und versuchen uns vorzustellen wie das Lager der Zukunft aussehen kann. Wie lassen sich Aussagen über Lagerbedarfe mit Aussagen vereinbaren, daß wir im Zeitalter von Just in time und Lieferverbund zwischen Erzeuger und Verbraucher Krankenhaus gar keine Lager mehr benötigen. Antwort; der Begriff Lager wird sich wohl im Laufe der Zeit wandeln. Das Lager im klassischen Sinne wird möglicherweise sich begrifflich verändern. Stattdessen werden wir es Versorgungszentrum,

Transport- und Zuteilsystem nennen. Und eine solche Umbenennung kann durchaus ihre Berechtigung haben, denn die Konzentration von Funktionen und Aufgaben in einem solchen Lager erweitern die Bedeutung des klassischen Begriffes erheblich. Es gilt zu klären, welche Trends und Umwelteinflüsse die Situation des klassischen Lagers verändern können und welche Auswirkungen sich daraus für Funktion und Technologie des Lagers der Zukunft ergeben.

#### Trends

Die Trends und Umwelteinflüsse, soweit sie Auswirkungen auf das Materialwirtschaftssystem haben, lassen sich aus den Entwicklungen innerhalb der folgenden Bereiche ableiten.

- a) Personal
- b) Kapital
- c) Markt
- d) Wirtschaftsstruktur
- e) Umweltenergiesicherheit

### Zu a) Personal

#### Trend

Weniger Arbeitskräfte, weniger verfügbare Wochenarbeitszeit, geringere Lebensauftragszeit, aber höhere Qualifikation durch bessere Ausbildung.

#### Trendableitung

Eine Verknappung des Produktionsfaktors Arbeit bewirkt eine Kostensteigerung dieses Faktors, d. h. Arbeitsstunden werden viel teurer und es entsteht ein Zwang zur Produktivitätssteigerung und zur höheren informellen Integration.

### b) Kapital

#### Trend

Mehr Kapital für neue Entwicklungen, zunehmender Investitionsbedarf für die Leistungserstellung, d. h. für die Finanzierung des Produktionsfaktors Information.

#### Trendableitung

Zwang zur Kapitalfreisetzung an anderer Stelle, d. h. Kostensenkung durch Bestandsreduzierung, kürzere Durchlaufzeiten, geringere Lagerzeiten, aber auch Zwang zur kurzen Amortisation der getätigten Investition durch Verlagerung von Investitionen auf Zulieferer.

### c) Markt

#### Trend

Steige Produktvielfalt, höhere Produktqualität, kürzere Lebenszyklen.

## Trendableitung

Höhere Produktvielfalt, höherer Kommunikationsaufwand dadurch und höherer innerbetrieblicher Transportaufwand, individuelle Produkte bei patientenspezifischen Lösungen.

### d) Wirtschaftsstruktur

#### Trend

Rahmenverträge mit Abruf-Vereinbarungen, schnellerer Durchlauf vom Zulieferer zum Verbraucher. Dadurch Zwang zur Standardisierung und Normung von Transportmitteln, Behälter und Standardisierung der Informationsdaten- und Kommunikationsstrukturen. Organisation der Gebindekreisläufe.

### e) Umwelt, Energie, Sicherheit

Höhere Betriebssicherheit, stärkere Beachtung von Baudimensionen und baulicher Gestaltung, stärkere Beachtung der Verpackung und deren Entsorgung (Abfallvermeidung), mehr Sicherheit am Arbeitsplatz, geringerer Energieverbrauch.

Trend zur höheren Anforderung an Materialfluß- und Lagersysteme. Recyclingprobleme führen zu mehr Kreislaufwirtschaft im Sinne von Leergutrücklauf.

Aus diesen Trends und ihren Ableitungen können sich für die Materialwirtschaft und die Lagerwirtschaft des nächsten Jahrzehnts folgende Anforderungen ergeben:

#### 1. Individualisierung und Segmentierung der Lager.

Auch das Lager muß dem Trend zu höherer Differenzierung und größerer Individualisierung folgen.

#### 2. Automatisierung der Systeme.

Der Bedarf an automatischen und damit personalunabhängigen Materialflußsystemen wird stark zunehmen. Eine durchgängige Automati

sierung des gesamten Materialflusses wird irgendwann erforderlich sein.

### 3. Standardisierung und Modularisierung der Behälter

Eine Voraussetzung dafür ist eine tiefgreifende Standardisierung und Normung aller Transport- und Lagergebäude, die so aufgebaut sein muß, daß sie eine flexible Nutzung der Lagersysteme, auch bei strukturellen Veränderungen des Produktes erlaubt. Damit wird bestimmt dem Trend zum kleinen Behälter, wobei Lagereinheit gleich Verbrauchseinheit sein kann, Beachtung geschenkt werden müssen. Ansätze hierfür gibt es im Bereich der modularen Systeme. Weiterhin müssen preiswerte und leicht anwendbare Behältercodiersysteme, die verwechslungsfrei, lesbar und leicht austauschbar sind, geschaffen und eingeführt werden.

### 4. Aufbau des Informationsverbundes

Automatisierung, Segmentierung und Bestandstransparenz etc. lassen sich nur schaffen durch einen vollständigen Informationsverbund.

### 5. Schaffung von Leergutsystemen

Hand in Hand mit der Behälterstandardisierung geht hier die Anforderung an durchgängige, leistungsfähige Leergutentsorgung und Aufbereitungssysteme, d. h. Erhöhung des Stellenwertes für Leergut-, Rückführ-, Speicher-, Wasch- und Sortiersysteme um einen Behälterverbund zu ermöglichen.

### 6. Schließen der Materialflussskette

Vor und nach dem Lager im innerkrankenhäusischen und außerkrankenhäusischen Transport durch Schaffung von innerbetrieblich flexiblen Transportsystemen.

### 7. Bildung von Systemarbeitsplätzen verbunden mit der Aufwertung der Arbeitsplätze innerhalb des Lagersystems mit hoher Leistungs- und Funktionsdichte.

Dort lohn es sich wieder den Menschen einzusetzen für Kontroll-, Sortier- und Kommissionierfunktionen und Schaffen neuer Servicefunktionen im Umfeld des Lagers, wie z. B. Reinigung von Systembehältern.

8. Sicherstellung der Verfügbarkeit und einer hohen Zuverlässigkeit der Systeme und des Gesamtverbundes der Materialwirtschaft, da die betrieblichen Abhängigkeiten zunehmen

Damit besteht ein Zwang zur Kopplung und Entkopplung von Elementen, ausgefeilten Redundanz- und Bypass-Verhalten, hohe Wartungs- und Installationsfreundlichkeit und schnelle Störanalyse.

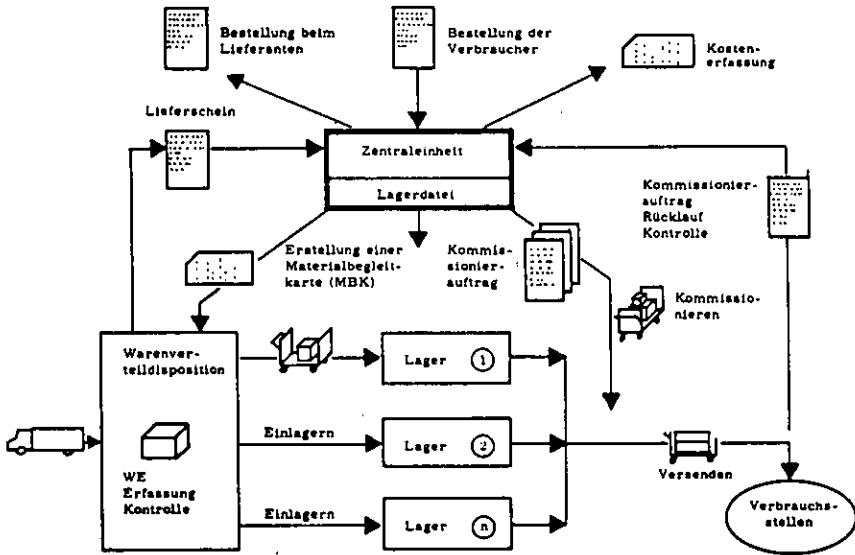
Die Auflistung der Anforderungen an künftige Lagersysteme zeigt deutlich: Es besteht ein Trend zu kleinen, schlagkräftigen, integrierten und teilautomatisierten Systemen. Die Leistungs- und Kostenwerte werden sich stark nach oben bewegen. Eine Amortisation der Materialwirtschaftssysteme ist nicht mehr durch Einsparung an Personalkosten allein zu erreichen, sondern muß unbedingt mit einer starken Reduzierung der Bestände und damit der Kapitalbindung Hand in Hand gehen.

Nun werden durch den zunehmenden Kostendruck die Krankenhäuser gezwungen auch nach Sofortmaßnahmen mit dem Ziel einer wirtschaftlicheren und kostentransparenteren Betriebsführung zu suchen. Dabei müssen in bestehenden Baukörpern häufig ohne bauliche Maßnahmen Verbesserungen erzielt werden. Deswegen könnte die Einrichtung eines "organisatorischen Zentrallagers" eine Lösungsmöglichkeit sein, bestehende Räume und Flächen werden ohne unmittelbare Zuordnung mittels eines organisatorischen Verbundes über eine bereits zur Verfügung stehende Datenverarbeitungsanlage zu einem Verbund als Zentrallager zusammengefaßt.

Sie sehen es hier an dieser Ablaufskizze "Zentraler Lagerverbund im Krankenhaus".

ZENTRALER LAGERVERBUND IM KRANKENHAUS

- Ablaufskizze -



Der notwendige Dialog den der Verbund erfordert, geschieht mit Hilfe von peripheren Geräten zur zentralen Rechneinheit. Bei einer solchermaßen vorgegebenen Lagersplittung ergeben sich darüberhinaus mit zunehmender räumlicher Annäherung an die Bedarfsstellen Einsparungen durch verminderten Bestand wegen Wegfall der Zwischenlagerfunktionen. Darüberhinaus ist durch gezielte Nutzung der EDV-Anlage eine Bestandsoptimierung zu erreichen, was dem ökonomischen Faktor der Lagerhaltung zu Gute kommt.



Quellen

- Dipl.-Ing. H. F. Vischer "Lagerszenario 1987"  
3. Deutscher Materialfluß-Kongress
- Materialwirtschaft im Krankenhaus - Teil I  
Artur Löffler und Ralf Schmidt

Anschrift des Verfassers:

Industrieplanung + Organisation GmbH  
R. H. Randel, Prokurist  
Kußmaulstr. 10

6900 Heidelberg 10

Wäsche und Wäscherei - heute  
R. Schmitz-Hertzberg, Hannover

Gestützt auf eine Wäschereierhebung aus 1986 kann man davon ausgehen, daß auch heute ca. 1,5 Milliarden DM/anno für die Bereitstellung von hygienisch einwandfrei gereinigter Krankenhauswäsche eingesetzt werden. Davon entfallen 40% auf krankenhauseigene Betriebe, 60% auf die Privatwirtschaft. Der Betrag erhöht sich um Kosten für Instandhaltung und Nachholbedarf; insgesamt ein Grund, um über Wirtschaftlichkeit nachzudenken. Der hohe Stellenwert der Textilversorgung für den Schutz von Patient und Personal schlägt sich in einer Vielzahl von Gesetzen, Verordnungen und Anweisungen nieder; die sich mit der Behandlung und dem Umfeld von Textilien befassen, wobei das Kernstück die Bestimmungen über desinfizierendes Waschen darstellt.

Für die Desinfektion der Objektwäsche werden 2 unterschiedliche Verfahren angewandt:

1. die thermische Desinfektion,
2. die chemo-thermische Desinfektion.

In der Liste des Bds.Ges.Amt's für geprüfte und genehmigte Mittel und Verfahren werden festgeschrieben: Wasch- und Desinfektionsmittel, deren Konzentration, die Temperatur und die Einwirkungszeit.

Erreicht werden muß der Wirkungsgrad AB, d.h. Abtötung aller vegetativen bakteriellen Keime (= A) und Inaktivierung von Viren (= B). Die weitergehende Abtötung von Sporen (= C) kann nicht mehr Aufgabe des Waschverfahrens sein. Die thermische Desinfektion verlangt entweder eine Temperatureinwirkung von 85 °C über 15', oder 90 °C über 10'. Die chemo-thermische Desinfektion stützte sich über lange Zeiträume auf den Wirkstoff Chlor, gebunden an einen organischen oder anorganischen Trägerstoff. Das billigere Natriumhypochlorid wurde nicht gelistet, weil die Chlorkonzentration nicht stabil gehalten werden kann und insofern Mengenvorgaben ungenau bleiben müssen.

Mit seiner Liste vom 1. 6. 87 stimmte das Bds.Ges.Amt der Verwendung von Peressigsäure als Desinfektionswirkstoff neben dem herkömmlichen Chlor zu und gab damit auch für den Krankenhausbereich den Weg frei für einen breiteren Einsatz der inzwischen entwickelten sog. Niedrig-Temperatur-Waschverfahren. Dabei wird die Waschtemperatur auf +70°C begrenzt, die Desinfektion erfolgt mittels Peressigsäure und erfordert eine Temperatur ab 60°C über mindestens 15 Min. Das sind zwar 5 Min. mehr als beim Chloreinsatz gefordert wird, aber neue Waschwirkstoffe in Verbindung mit der Peressigsäure stellen schon bei der Niedrigtemperatur die Waschwirkung und Bleichintensität sicher, die vorher erst bei 90°C erreicht worden ist. Damit ergeben sich beachtliche Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und den Umweltschutz, die dann voll ausgeschöpft werden können, wenn der Wäscher die Möglichkeit hat, sich einer modernen Überwachung des Waschverfahrens bedienen zu können.

In Verbindung mit dem Einsatz von elektronischen Steuerungs- und Kontrollsystemen, die sich aus einer Leitwertmessung durch einen Sensor im Waschmitteldosierbereich und einer pH-Wert-Messung im Spülbereich zusammensetzen, kann die geringstmögliche, auf den jeweiligen Verschmutzungsgrad programmierbare Dosierung festgeschrieben, der gewünschte pH-Wert in der Klarspülzone unter Kontrolle gehalten werden. So ergibt sich neben einer Materialeinsparung auch ein reduzierter CSB (Abwasserbelastung durch organische Stoffe insgesamt, also Schmutz- und Waschmittelbelastung) und ein höherer BSB-Wert und damit bessere Abbaubarkeit der organischen Stoffe. Das wirkt sich reduzierend auf die Berechnung der Abwasserabgabe aus, die sich aus der Menge der eingeleiteten Schadstoffe ergibt. Das 70°C Limit für die Waschtemperatur erspart die Dampfmenge, die sonst zum Aufheizen auf 90°C und Halten dieser Temperatur nötig gewesen wäre. Bei der Einleitung von Abwässern in das Kanalsystem macht es sich kostensparend bemerkbar, wenn um 20°C weniger herabgekühlt werden muß.



Flächen-Aktiv-Lüftung

## Be- und Entlüftungsdecke für Großküchen



Krankenhaus Rottweil a. N.

**Gesellschaft für Ingenieur-Projekte**

Brühlstraße 7, 7800 Freiburg-Opfingen  
Telefon (076 64) 20 93, Telex 7721 305



**Freiburg mbH**

## Die GIF Be- und Entlüftungsdecke wurde innerhalb der letzten 18 Monate in folgenden Krankenhausküchen montiert:

Krankenhaus Ettenheim  
Krankenhaus Stockach  
Krankenhaus Oberstdorf  
Krankenhaus Offenburg  
Orthopädische Klinik Frankfurt  
Städt. Krankenhaus Frankfurt-Höchst  
Krankenhaus St. Georgen/Schwarzwald  
Krankenhaus Lünen-Brambauer  
Uni-Klinik Freiburg  
Stadt Krankenhaus Neuwied  
Taunus-Klinik Bad Nauheim

Mathias-Spital Rheine  
Krankenhaus Maria Frieden Telgte  
Kliniken Schweningen  
Landkrankenhaus Coburg  
Klinik Lipperland Bad Salzuflen  
Rhön-Klinik Bad Kissingen  
Kreis Krankenhaus Rottweil  
Krankenhaus Saarlouis  
Fachklinik Höhenblick Baden-Baden  
Kurklinik Bad Orb  
Elisabeth-Krankenhaus Dorsten

GIF Be- und Entlüftungsdecke ist in Technik und Form optimal konstruiert. Über große Flächen werden Koch-, Brat- und sonstige Dämpfe abgesaugt und gefiltert. Durch ein sinnvolles System wird die Zuluft **zugfrei** eingeblasen und dadurch ein gutes Strömungsbild erzielt.

Die Kassetten im Abluftbereich wirken als Fettfilter und können leicht und ohne Werkzeuge aus dem Deckenverbund herausgenommen werden. Die Reinigung erfolgt dann einfach in der Spülmaschine. Dies bedeutet optimale Hygiene bei minimalem Aufwand.

Nutzen Sie unsere Vorteile:

- keine tiefhängenden Hauben
- völlig zugfrei
- einwandfreie Hygiene
- Vermeidung von Fettbränden
- optimale Abscheidung

Fordern Sie uns! Wir beraten Sie gerne.

Niedrigtemperaturwaschverfahren wirken sich auch günstig auf die Wäscheschonung aus. Den Nachweis darüber erbringt die Waschgangkontrolle unter Verwendung eines Baumwollprobestreifens nach DIN Norm. Die Auswertung des 50 mal zu waschenden Probestreifens ergibt Aussagen über Reißkraftverlust, Schädigungsfaktor, Glühasche und Weißgrad: er wird damit zu einem wichtigen Instrument der Betriebsführung!

Auf den steigenden Einsatz von Flüssigwaschmitteln anstelle der Pulverware sei nur hingewiesen. Unbestreitbar ein wirtschaftlich interessanter Lösungsvorschlag bei der Bearbeitung von Objektwäsche. Wirtschaftlichkeit und Umweltbewußtsein gehen in der Wäscherei Hand in Hand und es ist sicher nicht falsch darauf hinzuweisen, daß die Waschmittelindustrie schon vor Jahren einen über die Forderungen der Phosphat-Höchstmengen-Verordnung hinausgehenden Beitrag für den Umweltschutz durch den Ersatz des Komplexbinders Natriumphosphat gegen das Natrium-Aluminium-Silikat geleistet hat.

Der Begriff "Verfügbarkeit" bezieht sich auf Bereitstellung und Auslieferung von ausreichenden, hygienisch und optisch einwandfreien Wäschemengen zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort. Diese Zielsetzung ist aber untrennbar verbunden mit der Verfügbarkeit einer leistungsfähigen und zuverlässigen Technik für den Wäschereibetrieb, wobei Umfang und Entwicklungsstand derselben zusätzlich einen entscheidenden Einfluß auf die ständig geforderte Wirtschaftlichkeit ausüben. Es muß als wichtiger Aktivposten gewertet werden, daß die Wäschereimaschinen-Industrie in den vergangenen Jahrzehnten an der allgemeinen technischen Entwicklung 100%ig partizipiert hat. Wir verfügen in der Bundesrepublik über ein Marktangebot, das eine führende Position auf dem Weltmarkt einnimmt und alle Bereiche der Wäscherei mit modernsten Techniken abzudecken in der Lage ist.

Was erwarten wir eigentlich von der Technik und ihren Produkten? Da möchte ich an die Spitze einen Begriff stellen, der leider in der Werbung zu wenig herausgestellt wird: die "Arbeitserleichterung". Ich brauche alte Kollegen nicht daran zu erinnern, was

für eine Knochenarbeit wir noch in den fünfziger Jahren leisten mußten! Heute sind die schlimmsten Arbeitsplätze entschärft, Maschinen haben die Arbeit übernommen und in Verbindung mit der Elektronik und EDV träumen fortschrittliche Planer nicht ohne Berechtigung schon von dem personalfreien Betrieb, der nur noch aus einem von der Wäscheaufgabe bis hin zur sortierten Auslieferung geschlossenem EDV gesteuertem System besteht. Entsprechende Bausteine stehen schon zur Verfügung. Andererseits, ein Wäschereibetrieb ist zu allerletzt ein Wohlfahrtsbetrieb, darum ist es nur folgerichtig, wenn gebotene Arbeitserleichterungen kompensiert werden; durch höheren Mengendurchsatz auf gleichem Raum oder durch Anhebung der pro Kopf-Leistung bzw. der Stückzahlen. Diese Konsequenz aus Einbringung von Innovationen, wenn sie richtig interpretiert wird, dürfte auch in den meisten Fällen die Zustimmung der betroffenen Mitarbeiter finden bzw. wird sich nachträglich einstellen. Anders, wenn Neuerungen einseitig auf Personaleinsparung abzielen und nur damit begründet werden bzw. ein reiner Tausch Mensch gegen Maschine vorgenommen wird. Das führt in der Praxis nur zu oft zu Entwicklungen, die am gesteckten Ziel vorbeigehen. Weitere Erwartungen an die Technik sind: Energieeinsparung durch bessere Ausnutzung, Materialeinsparungen - z. B. Waschmittel - und mit steigender Tendenz Antworten auf die Lösung von anstehenden ökologischen Aufgaben. Bewußt stelle ich die Erwartung auf Kostenreduzierung an den Schluß, denn es hat mir stets widerstrebt, alles nur unter dem Gesichtspunkt "Kosten" zu sehen, obwohl ich Kaufmann genug bin, um die Unumgänglichkeit zu begreifen. Verfolgen wir ein wenig die technische Entwicklung im Waschmaschinenbereich: Der Durchbruch zur modernen Entwicklung und Abkehr von der alten Trommelwaschmaschine mit dem Badwechsel (= ständigem Flottenwechsel-System) ist verbunden mit dem Namen Sulzmann. Er hat das Gegenstromprinzip in den Maschinenbau eingebracht, wobei Wasser bzw. Flotte und Waschgut sich in entgegengesetzter Richtung begegnen. Die so gebotene Mehrfachverwendung der Flotte, einschließlich der in ihr gebundenen Wärme und Waschmittel boten enorme Kosteneinsparungen an. Die praktische Nutzung im sog. "Ring" der Fa. E & F und im Gegenstrom-Karussell von Pönsgen wiesen dem Waschgut noch eine feste Position in einer Waschein-

heit zu, die Einzeleinheit mußte aber taktmäßig be- und entladen werden. Der nächste Durchbruch kam darum mit dem Namen Stoll, der den Wäschetransport in einer Waschröhre konstruktiv durch Verwendung der sog. archimedischen Schraube löste. Waschbewegung und Wäschetransport ließen sich nun exakt von einander trennen und stellten die Kontinuität zwischen Wäschepostenzugabe und -ausgabe sicher. Das Problem der Waschmittelversorgung während der verschiedenen, voneinander zu trennenden Abschnitte eines Waschverfahrens löste Stoll in seiner Eintrommel-Kontinueanlage durch die sog. Hohlachse, ein Versorgungsrohr durch die Mittelachse, in dem die verschiedenen Medienleitungen gebündelt wurden. Das Transportprinzip wurde von allen Firmen übernommen, die Medienzuführung aber in unterschiedlichster Weise gelöst. Dabei spielt die Frage Eintrommelmaschine, Doppeltrommel oder abschnittsweise Verbindung beider Möglichkeiten eine entscheidende Rolle. Auch die Frage der Wäschebewegung in der Kontinueanlage, durch volle Trommelumdrehungen und einmalige entgegengesetzte Transportumdrehung einerseits, begrenzte Wechselbewegung zwischen 240 und 320 und einer vollen Umdrehung zum Wäschetransport andererseits, bewegte die Gemüter. Offensichtlich durchgesetzt hat sich heute die begrenzte Trommelbewegung, aber hier mit der Zwischenlösung auch  $1\frac{1}{2}$ fache Umdrehungen durchführen zu können, wodurch die volle Wäschebewegung - ohne strapazierende Mechanik - sichergestellt wird. Dem Waschprozeß schließt sich die Entwässerung an. Ein mechanischer Arbeitsgang, der über Jahrzehnte durch Verwendung der Zentrifugalkraft gelöst wurde. Namen wie Freischwinger, Gleitschwinger und Pendelzentrifuge stehen im Raum. Die Entwässerungsmöglichkeit auf Werte um eine Restfeuchte bis 50% waren in Ordnung, aber die Anpassung an die Vorteile einer Kontinue-Anlage mußte gelöst werden. Die erste nachgeschaltete Walzenentwässerung basierte auf dem Wäschestrang und bereitete erhebliche Probleme bei der späteren Absortierung vom Transportband. Die Postentrennung durch die archimedische Schraube eröffnete neue Möglichkeiten und hier gehört der Verdienst Hans Arendt, der als erster die Zweistufen-Membran-Entwässerungs-Pressen auf den deutschen Markt brachte. Der Wäscheposten, in Stufe 1 aus der Waschanlage übernommen, wurde dort geformt und an Stufe 2 über Band weitergegeben. Die aufgesetzte



Membran passte sich dem Wäschekuchen an, der Entwässerungsdruck wurde durch komprimiertes Öl aufgebaut. Auf die Zweistufen-Presse folgte in den achtziger Jahren die Einstationenpresse, die auf das Prinzip Kolben und Stahlzylinder, unter Verwendung aufweniger Preßbeläge, zusätzlicher Preßluftzufuhr und Absaugung des Preßwassers, zurückgreift. Der Entwässerungseffekt konnte auf Werte mit vierzig% gedrückt, das Preßwasser kostensparend der Wiedernutzung zugeführt werden. Neben den Waschanlagen für die Bearbeitung der Massenwäsche hat bis heute die Waschschleudermaschine für Sonderprogramme ihren Platz erfolgreich behauptet. Ihrer Konstruktion gemäß eine Badwechselmaschine, aber schon mit integrierter Entwässerung, bietet sie neben Arbeitserleichterung die Möglichkeit freier Programmgestaltung, geht aber an kostensparenden Effekten sowohl im personellen wie im materiellen Bereich vorbei. Nun wächst aber z. Z. der Anfall von Einzelposten mit steigender Tendenz in Menge und Häufigkeit. Wohl bietet der Markt Kontinueanlagen mit Umschaltmöglichkeit auf Mitstrom, aber es fehlt die letzte Sicherheit der Flottentrennung und es ergeben sich Leistungsverluste durch nötige Leertakte. In diese Marktlücke stoßen 1987/88 wieder 2 Neukonstruktionen, die es tatsächlich schaffen, Waschschleudermaschinen voll zu ersetzen. Die Arbeit vollzieht sich in voneinander getrennten Kammern in stehenden Wasch- und Spülbädern, die Flotten sind einzeln austauschbar und können in Chemie und Temperatur differieren; keine Gefahr von Flusen oder Farbübertragung und damit volle Ausnutzungsmöglichkeit der hintereinander geschalteten Kammern. Die Entwässerung erfolgt durch synchron geschaltete Zentriefugen-Entwässerung, somit eine Rückkehr zu früheren Prinzipien, die aber so sicherstellen, daß empfindliche Gewebe strukturell nicht geschädigt werden. Die Waschzeit muß sich der längsten gewählten Taktzeit anpassen; somit bleibt der Mengendurchsatz begrenzt; der betriebswirtschaftliche Nutzen liegt im kontinuierlichen Arbeitsablauf von der Sortierung bis zum Finishbereich.

Die Weitergabe der entwässerten Wäsche über Transportband und Zuordnung über ein Hubverfahrband an Tumbler mit der Aufgabe, den Preßkuchen wieder aufzulockern und nach Bedarf die Rest-

feuchte weiter zu reduzieren, funktioniert schon langfristig. Ein noch offenes Problem ist die folgende Absortierung vom Band mit dem Ziel, nun größere gleichartige Wäscheportionen den zweckgebundenen Maschineneinheiten in der Finishzone zuzuleiten. Je größer diese nach Art, Zuschnitt und Größe zusammengestellten Portionen sind, um so besser der Maschinenausnutzungsgrad und damit die Wirtschaftlichkeit im Mangel- und Bügelbereich. Überwiegend wird hier in Federbodenwagen absortiert, aus denen dann manuell das Einzelteil zur Weiterbehandlung entnommen wird. Erwähnt werden soll aber auch eine Lösung, die in der Praxis anzutreffen ist: nämlich sog. Aufgabenstationen in den Absortierbereich zu verlegen und Absortieren mit Aufgabe auf eine Förderstrecke in einen Arbeitsgang zusammenzufassen. Die Teile können in verschiedenen Speicherstrecken programmiert werden und von dort erfolgt der Abruf zur Mangleingabe automatisch und personalfrei. Erforderlich ist neben einem geeigneten Wäscheangebot viel Freiraum in der Arbeitshalle. Die Einmuldenmangel früherer Jahrzehnte hat sich heute zu einer geschlossenen Arbeitseinheit entwickelt, die mehrere Arbeitsgänge selbsttätig erledigt und damit zu dem Schwerpunkt in der Wäscherei im Hinblick auf angestrebte Wirtschaftlichkeit geworden ist. Durch die Hintereinanderschaltung mehrerer Mulden wurde die Verdampfungsleistung erhöht und damit hohe Mangelgeschwindigkeiten ermöglicht. Der Wärmeaustausch zwischen Mulden und Walzen wurde gezielt durch Dampfführung innerhalb der Mulden und durch kombinierte Walzenbewicklung (Federn und Textil) verbessert, die Wärmeausnutzung durch geschlossene Mangelabdeckungen und neuartige Abluftregulierung, z. T. im Gegenstrom, erhöht. In einem System übernimmt ein Vorheizzyylinder die abfließende Arbeitswärme und heizt damit die Wäscheteile vor.

Es muß klar gesagt werden - nach langem Stillstand im Mangelbau -, heute verlohnt es sich wieder an eine neue Mangel zu denken, ein Arbeitsgerät, das in früheren Vorstellungen praktisch verschleißfrei gewertet wurde.

Vor und hinter der Mangel dürfte - aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus - in keinem Betrieb mehr die Eingabe- bzw. die

Faltmaschine fehlen. Nur so besteht die Möglichkeit, über echte Stück-an-Stück-Eingabe und Abfaltung wettbewerbsfähig zu bleiben, weil man nur so eine Mangel voll auslasten kann, ohne seine Mitarbeiter zu überfordern. Die Mangel ist nach wie vor das Herzstück einer Wäscherei! Barometer für gute Vorleistung im Naßbereich und Gewähr für funktionierende Endversorgung. Abstapelgeräte vervollständigen die Mangelausstattung; sie haben eine arbeitsplatzberuhigende Wirkung gegen Hektik, auch bei Spitzenmangelgeschwindigkeiten. Im einzelnen sind die Kombinationsmöglichkeiten im Mangelbereich so vielfältig, daß eigentlich für jeden Betrieb und seine spezielle Wäschezusammensetzung eine Problemlösung griffbereit ist. Die Grenze der Technik liegt hier - aber nicht nur im Mangelbereich - nach meiner Auffassung nicht im Machbaren, sondern in der Qualitätsvernachlässigung. Massenwäsche ist in dieser Hinsicht verführerisch. Trotzdem auf Qualität zu achten, kann sich nur positiv auswirken.

Bei der Bügelabteilung kommen wir an dem Thema "Tunnelfinishen" nicht vorbei. Diese in den ausgehenden sechziger Jahren auf den Markt gekommene Möglichkeit, Oberbekleidung zu finishen, bedeutete eine echte Revolution im Bereich Schutzkleidung. Gemessen an der Bügelleistung einer Heimbüglerin für Baumwollhemden oder Kittel bringt das moderne Gerät eine Verhundertfachung der personenbezogenen Stundenleistung, vorausgesetzt die Ware ist aus Mischgewebe gefertigt. Gemessen an den Forderungen der Gem.Unfall-Vorschriften über Tragen und Wechsel von Schutzkleidung und den tatsächlichen Kosten bei der desinfizierenden Reinigung bleibt überhaupt keine Alternative zur Verwendung von Mischgewebeartikeln, die dann über Finisher laufen können. Der heute in allen Leistungsgrößen erhältliche Tunnel-Finisher ist eine Weiterentwicklung früherer Dämpfkammern, Dämpfpuppen oder Unifinisher. Ergänzt durch Aufgabestationen, von denen die Ware automatisch in der vorgegebenen Geschwindigkeit dem Tunnel zugeführt wird, verbleibt der Büglerin nur noch das Aufbügeln. Der Finisheffekt ist weitgehend von dem richtigen Waschverfahren, schonender Entwässerung und stimmender Restfeuchte abhängig.

Die neuesten Geräte trennen nicht mehr in eine Dampf- und eine Heißluftzone beim Durchlaufen des Tunnels, sondern es wird auf der ganzen Strecke mit einem Gemisch von Dampf und Heißluft gearbeitet. Eine Vorkammer zum Vorwärmen und eine Nachkammer zum Abkühlen ergänzen das System. Unter Umständen ist ein Tunnel-Finisher auch für leichte Baumwollgewebe geeignet, nämlich dann, wenn keine große Bügelqualität verlangt wird. Richtiger ist es aber, für den verbleibenden Baumwollanteil noch einen Kombinations-Kabinettsatz vorzuhalten. Insbesondere ein modernes Rumpfkabinett - mit selbstanpassenden Formkörper - bietet eine erstklassige, aber teure Arbeitsqualität. Im Gegensatz zur gängigen Meinung empfehle ich für die Bearbeitung von Hosen - und dabei meine ich Baumwoll- und Mischgewebhosen gleichermaßen - die Vorhaltung von Hosenstoppern. Dieser Weg erscheint mir unter Berücksichtigung des ganzen Bearbeitungsablaufs gegenüber dem Tunnel immer noch richtiger.

Nun sind alle leistungssteigernden Maschinen in ihrer Effizienz von der Arbeitsplatzgestaltung vor- und nachher abhängig. Das trifft auch für die Bügelabteilung zu. Der hohe Durchsatz im Tunnel-Finisher forderte die Weiterentwicklung der Faltechnik, Anpassung der Stückzahlen. Man fand die Lösung: Der Handfalttisch mit einfacher Schablone führte zum automatischen Falttisch mit beweglichen Faltklappen. Es folgte der heutige Faltautomat, der in sich die Arbeitgänge - Falten, Stapeln und Transport - konstruktiv zusammenfaßt. Die horizontale Arbeitsfläche wurde durch fast vertikal angeordnete Auflageflächen ersetzt. Alle mechanischen Bewegungen durch Lichtschranken in Gang gesetzt, die die Bedienungsperson in flüssiger Bewegung bei dem Transport des Wäscheteiles vom Bügel auf die Auflagefläche kreuzt. Die simultane Arbeitsweise des Faltautomaten macht die Faltqualität von einer Bedienungsperson unabhängig, die erreichbaren Stückzahlen sind der Vorgabe durch den Tunnel-Finisher angepaßt. Eine noch neuere Version, die jetzt auf dem Markt ist, möchte auch diese Bedienungsperson noch einsparen, indem die Übergabe des Textils von der Zuführung zur Aufgabefläche noch automatisiert worden ist. Es wird dadurch eine Arbeitskraft freigestellt, die

andererseits - bei einer derart hohen Teilefrequenz - für zusätzliche Aufgaben mit Sicherheit erforderlich ist.

Dieser kurze Überblick über die Wäschereitechnik zeigt auf welchem hohem Stand dieselbe heute ist bzw. eingesetzt werden kann. Von mir bisher kaum erwähnt wurde die Tatsache, daß all diese weitgehend schon automatisierten Arbeitsabläufe nur durch den Einsatz modernster Elektronik möglich wurde und werden. Durch sie werden alle mechanischen Vorgänge erfaßt, gesteuert und begleitet. Wir haben heute in der Wäscherei die Computer-Vollsteuerung. In Steuerpulten oder zentralen Schalttafeln werden alle für eine Einheit relevanten Programme gespeichert und warten auf Abruf. Durch Steuerungsfunktionen in Gang gesetzte Programme wiederholen sich automatisch bis zum Widerruf. Digitalanzeigen geben laufend Betriebsinformationen. Diagnose-Displays geben im Störfall Verhaltensanweisungen und nachfolgend Ursachenhinweise. Für die Bedienerführung findet der Bildschirm mit Aufzeichnung der Zyklusphase Verwendung. Bei Waschstraßen gibt es z.B. die Steuereinrichtung Digital-Transfer, die für den einzelnen Wäscheposten das gezielte Programm von der Aufgabestation bis zur Abgabe an das Absortierband mit allen mechanischen, chemischen und physikalischen Bearbeitungswerten in Gang setzt. Erst dadurch kann die Wäschebearbeitung kurzfristig gewechselt werden. Programmierung, Steuerungsfunktionen, Prozeßrechner, Mikrochip u. a. m. sind zu alltäglichen Begriffen geworden.

Bleibt die Frage, was die nächste Zukunft der Wäscherei zu bieten hat?! Wohl kaum entscheidende Änderungen in der Maschinenteknik, aber verstärkten Eingang der EDV, insbesondere als Instrument der Erfassung und Auswertung von Betriebsdaten; als Hilfsmittel für die Sortierung, Postenzusammenstellung und Versand, für Qualitätskontrolle und Schwundverfolgung. Ferner die Programmierung weiterer selbsttätiger Arbeitsabläufe, Funktionsüberwachung und Fehlerdiagnosen. Das Ziel ist die Wäscherei als ein in Technik, Betriebsorganisation und Wirtschaftlichkeit geschlossenes System und damit zuverlässiger Partner im Krankenhauseschehen.

Mit einigen Sätzen über das Waschgut komme ich zum Abschluß dieses Überblicks. Die Konstruktion geeigneter Maschineneinheiten folgt der Marktbeobachtung über Art und Menge der im Einsatz befindlichen Textilien. Neuplanungen bzw. Nachrüstungen von Wäschereibetrieben folgen der Analyse des für den Betrieb zu erwartenden Waschgutes. Danach richtet sich die Zusammensetzung des Maschinenparks. Wie einschneidend Auswirkungen des Textils auf die Technik sein können, das hat uns die Einbeziehung von Mischgeweben bewiesen. Möglicherweise stehen wir heute wieder vor einem Einbruch in bisheriges Denken. Die Rolle von Textilien als vielseitigste und kostengünstigste Lösung für das Hygieneproblem hat uns eine neue Generation von Waschartikeln beschert, die der angestrebten Schutzfunktion noch besser gerecht werden soll. Vom OP Bereich ausgehend - mit seinem für das medizinische Personal gewachsenen Infektionsrisiko - kam die Forderung nach feuchtigkeitabweisender Ware für Schutzkleidung und Abdecktücher. Die Textilindustrie stieg darauf ein und stellt inzwischen dem Nutzer mehrere Alternativen zur Verfügung. Das Ziel lautet immer: Durch Sterilität mehr Sicherheit für Arzt und Patient! So stoßen wir heute in den OP Bereichen auf den konventionell geschnittenen OP Kittel mit Bänderverschluß, aber in der Frontpartie von der Brust abwärts und in den Unterarmen mit verstärkten Einsätzen. Feuchtigkeitabweisende Textilkonstruktionen sollen dort jeden Bakteriendurchtritt verhindern, ohne dabei die notwendige Temperaturregulierung in Frage zu stellen. Beim sog. Trenchcoatsystem werden die genannten Partien aus besonders feinen Garnen und sehr dicht gewebten Textilien gefertigt. Andere verwenden BARCATEX für Frontpartie und Unterarme, ein imprägniertes Spezialgewebe aus 50% Baumwolle und 50% Polyester. Die Imprägnierung muß in der Wäscherei von Zeit zu Zeit aufgefrischt werden. Die Flusenhaftung auf dem Textil wird durch seinen Polyesteranteil stark reduziert. Diese beiden Möglichkeiten können im Autoklav bei 134 °C sterilisiert werden. Sie sind also Wiederverwendungstextilien, die zusätzlich helfen, das Abfallproblem für Einmalartikel zu mindern. Angeboten wird ferner - und das überwiegend von Leasingbieteren - in den kritischen Bereichen mehrschichtig gestaltete Textilien. Eine Membraneinlage aus PTFE wird einseitig oder beidseitig mit feinem Baum-

wollgewebe laminiert (verschweißt). Das Material wirkt saugfähig, atmungsaktiv und warmhaltend. Ein 100%iger Schutz für den Operateur! Ein weiteres Angebot nutzt die Erfahrung aus der Sportkleidung. Es verwendet Material aus texturierten Garnen und 100%igen synthetischen Endlosfäden. Es erfolgt keine Feuchtigkeitsaufnahme, aber hinreichende Abgabe der verdunsteten Körperwärme.

Problemlos für die Behandlung in der Wäscherei ist dabei nur die 1. Lösung, auf Baumwolle beruhend. In allen anderen Fällen entstehen Mehrbelastungen bezüglich der Waschbehandlung. Aussortierung, mehrfacher Badwechsel, Temperaturgrenzen, schonende Entwässerung sind einige davon. Und -so merkwürdig es auch klingen mag- Berücksichtigung führt uns technisch in die fünfziger Jahre zurück. Doch auch dieses Problem wird sich in einer fortschrittlichen Wäscherei lösen lassen. Auf Möglichkeiten wurde vorher schon hingewiesen. Vertrauen in die Leistung der Wäscherei im Krankenhausdienst ist voll gerechtfertigt.

Autorenanschrift:

R:-Schmitz-Hertzberg-  
Wäschereileiter a.D.  
von Escherte-Str. 4  
3000 Hannover 72

## 5 Jahre Betriebserfahrung mit einem Küchenverpflegungssystem von Karl-F. Globig, Braunschweig

Die Kostendämpfung im Gesundheitswesen gehört zu den derzeit bevorzugten Zielen der ausübenden und gesetzgebenden Staatsgewalt, die Krankenhäuser sehen sich aber durch die Patienten einem anderen Erwartungsdruck ausgesetzt als dem, Opfer der Kostendämpfung zu werden. Die Ansprüche zielen zwar in erster Linie auf teure Geräte, Chefärzte mit Professorentitel und kurz gesagt auf alles, was nicht nur Heilung, sondern auch Nachrichtensstoff für die Tage zu Hause bringt. Der lange Krankenhaustag, der beim ersten Hahnenschrei beginnt und nicht durch Arbeit oder Hobby verkürzt werden kann, besteht nicht nur aus Chefarztvisiten und Untersuchungen. Der Krankenhausalltag ist langweilig und zu den willkommensten Abwechslungen des Tages gehört das Essen.

Das Essen im Krankenhaus entfaltet seine therapeutische Wirkung, weil es dem Patienten als Menschen und Gast serviert wird. Es bietet Anlaß zu Gesprächsstoff, es kann verglichen werden mit der Vollpension während der letzten Pauschalreise und ist daher ein wichtiger Baustein des Krankenhausmarketing. Dies ist ein Bereich, in dem die Krankenhäuser als Betriebe miteinander um die Gunst der Patienten wetteifern sollen.

Die Speiserversorgung als Teil der Therapie hat also eine psychologische Wirkung. Sie gilt - je nach Klinik und Krankenhaus unterschiedlich - für rund die Hälfte der Patienten. Die Diäten müssen aus den Gründen des Betriebsablaufs - die Integration von Hauptküche und Diätküche muß die Regel sein - und der Schmackhaftigkeit der Speisen weitgehend der Vollverpflegung angepaßt sein.

Zur Sicherheit des Küchenbetriebs gehört die reibungslose Einordnung in den Stationsbetrieb, der wie die großen funktionsdiagnostischen Einrichtungen im Röntgen und Labor und der OP den Tagesablauf der Patienten bestimmt.

Die Verfügbarkeit der Speiserversorgung richtet sich nach den Auswirkungen auf den Stationsbetrieb. Die Küchen haben mit den medizinischen Teilbetrieben gemeinsam, daß sie zu den bestimmten Zeiten des Tages ihre Produkte bereitstellen müssen. Diese Taktvorgaben durch die einzelnen Mahlzeiten strukturieren den Krankenhaustag, so daß sich das "Modul Küche" sehr stark auf den Stationsbetrieb auswirkt.



Schließlich muß die Küche ihre Produkte ausnahmslos bis auf die Station zum Patienten liefern.

Die Speisenversorgung muß grundsätzlich jedem Patienten an jedem Tag zu bestimmten Zeiten mindestens drei Mahlzeiten garantieren, davon möglichst eine warme. Die Krankenhausessenversorgung muß darauf Rücksicht nehmen, daß Patienten zu bestimmten Tageszeiten, vor oder nach Operationen nichts oder nur bestimmte Speisen essen dürfen. Aus religiöser oder anderer Überzeugung lehnen Patienten bestimmte Speisen ab (Schweinefleisch, Fleischspeisen überhaupt). Die Speisenversorgung muß sich daher bemühen, jeden Patienten wie einen Gast zu sehen und so zu tun, als gäbe es nur ihn allein und nicht, wie im Klinikum täglich rund 1.400 Gäste.

Die Beispiele zeigen, daß eine Krankenhausküche etwas besonderes ist und sich Krankenhausküchenplanung und -organisation sowohl von Bedeutung für den Patienten als auch von den Kosten her mit jedem anderen Krankenhausbetriebsteil messen kann.

### 1. Organisationsformen der Krankenhausküche

Krankenhausküchen werden in unterschiedlichen Formen betrieben. Grundsätzlich gibt es zwei Betriebsformen, die sich in erster Linie von der Art und Weise der Speisenportionierung und der Organisation des Geschirrspülens her unterscheiden. Es sind dies

- a) das konventionelle System der Speisenportionierung in den einzelnen Stationsküchen und der dezentralen Geschirrspüle und
- b) Systeme mit der Portionierung der Speisen in der Zentralküche und der zentralen Geschirrspüle, wobei wiederum unterschieden werden kann

- zwischen der Frisch- oder Sofortportionierung oder
- der Portionierung und anschließender Kühlung (wiederum unterschieden je nach Grad der Kühlung und Lagerdauer der einzelnen Speisen) und Wiedererhitzung, insbesondere durch Mikrowellenherde, auf den Krankenstationen.

Bei einer Würdigung der Systeme soll die Versorgungsart Kühlung/Wiedererhitzung außer Betracht bleiben, da sie wegen des hohen Energieaufwandes nicht mehr als Stand der Technik bezeichnet werden kann. Vorteile kann dieses System lediglich bieten, wenn die Küche an Samstagen, Sonn- und Feiertagen geschlossen bleiben kann.

Im Übrigen fällt der Vergleich der Systeme "Portionierung in der Küche" und "Portionierung auf Station" aus folgenden Gründen für die Portionierung in der Küche, also für das Tablettssystem aus:

a) Kostengünstige Speisenherstellung

Durch den Wegfall der Portionierung auf der einzelnen Krankenstation und der Zentralisierung der Spülarbeiten in einer Zentralen Spülküche ergibt sich ein deutlicher Rationalisierungsvorteil im klinischen Hauspersonal, der im Klinikum insgesamt 30 Kräfte beträgt.

b) Qualitätsgesichtspunkte

Das Portionieren und sofortige Verteilen der warmen Speisen vermeidet wiederholtes Umfüllen, bei dem z. B. druckempfindliche Lebensmittel zerstört würden. Das Portionieren am Band sichert Garnituren ("das Auge ißt mit") und verschönert auf diese Weise die Speisen.

c) Wunschkost

Die sich unmittelbar an den Produktionsprozeß anschließende Portionierung erlaubt eine deutlich größere Vielfalt der Speisenarten. Je nach Leistungsfähigkeit der Küche können in Einzelfällen auch Sonderwünsche erfüllt werden (z. B. Kindergeburtstag mit Lieblingsesspeise, Einzelwunsch bei Schwerstkranken als "gastronomische Indikation"). Allgemein sind zwei Wunschkostarten gebräuchlich, die Menüwahl und Komponentenwahl genannt werden. Während bei der Menüwahl täglich mindestens zwei oder mehrere vollständige Menüs auf einer Speisekarte angeboten werden, bleibt bei der Komponentenwahl das Speisenangebot grundsätzlich in Form der Komponenten Fleisch, Beilage usw. gleich. Der Patient kann sich aus den verschiedenen Komponenten ebenfalls ein täglich wechselndes Menü zusammenstellen.

Das Klinikum Braunschweig hat sich für die Menüwahl entschieden und bietet im täglichen Wechsel jeweils zwei Menüs an; diese werden ergänzt durch zwei weitere Menüs, die als "Spezialitäten der Woche" bezeichnet werden. Die Entscheidung für die Menüwahl wurde aus folgenden Gründen getroffen:

- Das tägliche Studium einer verlockend aufgemachten Speisekarte ist ein Mittel der Kommunikation zwischen Küche und Patienten sowie unter den Patienten selbst.
- Die Speisenplangestaltung läßt Menükampagnen zu, wie z. B. eine deutsche Spezialitäten-Woche, eine französische Woche usw.

- Das Küchenpersonal ist eher motiviert, schmackhafte Speisen zusammenzustellen, die Komponentenwahl ist in ihrem Angebot statischer, da grundsätzlich durchgehend dieselben Komponenten angeboten werden müssen.

Es ist festzustellen, daß die Menüwahl die Herstellungskosten der Speisen nicht erhöht, da ein Rückgang der Schonkost beobachtet wurde und auch weniger Lebensmittelreste anfallen. Der Zufriedenheitsgrad der Patienten mit dem Tablettssystem ist sehr hoch. Bei Beschwerden hat sich ein Besuchs- und Telefondienst der Küche sehr bewährt, auf den Speiseplänen ist die Telefonnummer der Küche angegeben.

## 2. Der Betriebsablauf der Küchen im Klinikum

Als Grundlage aller Bau- und Organisationsüberlegungen wurden eigene Gutachten erstellt. Sie verwerteten die Erfahrungen aus anderen Küchen und dienten auch als Verhandlungsgrundlagen mit den Kostenträgern.

Grundlage für die Speiseanforderungen ist der Speiseplan, der im 14-Tage-Rhythmus erstellt wird und als Wochenplan jedem Patienten ausgehändigt wird. Die Wünsche der Patienten werden rund einen Tag vorher abgefragt:

- für das Frühstück am Vormittag des Vortages, damit die Karten mit dem Rücktransport des Frühstückswagens in der Küche ankommen,
- für das Mittagessen ebenfalls am Vormittag des Vortages, damit die Karten mit dem Mittagessenwagen zur Küche gelangen,
- für das Abendessen am Nachmittag des Vortages.

Telefonische Nachmeldungen für Neuaufnahmen sind bis zum Beginn der Bandlaufzeiten möglich. Während der Bandlaufzeiten bleibt das Telefon unbesetzt.

Die Schwestern müssen bei der Befragung der Patienten und dem Ausfüllen der Karten zimmerweise vorgehen, weil die Tablettts in dieser Reihenfolge in den Wagen gestellt werden.

Es sind je Mahlzeit je 3 Anforderungskarten gebräuchlich, und zwar für die Bereiche Normal-/Schonkost, Diabetes/Reduktionskost und Sonderdiäten. Die Anforderungskarten werden mit einem Beleglesegerät und einem "Menücomputer" ausgewertet. Es werden Produktionspläne, Lageranforderungen sowie Beköstigungsstatistiken gedruckt. Auf diese Weise können die Speiseanforderungen mit den Stationsbelegungen verglichen werden.

Der tägliche Dienstablauf in Haupt- und Spülküche bietet folgendes Bild:

Arbeitszeit Anfang/Ende	Tätigkeit	Zahl der Kräfte Küche/Spülküche		Insgesamt
06.00	Suppen für das Frühstück, Kaffee kochen	2		2
06.30	Produktionsbeginn	20		20
06.45-08.15	Bandportionierung Frühstück	13		20
06.45-08.15	Produktion	<u>7</u>		20
07.00	Arbeitsbeginn Spülküche mit Abendessen vom Vortag	20	8	28
08.15-12.15	Produktion	20	8	28
10.45-12.15	Bandportionierung Mittagessen Produktion für das lfd. Band	13 <u>7</u> 20	 — 8	 — 28
12.15-12.45	Zeitversetzte Mittagspause, Band auf- und abrüsten	20	8	28
12.45-14.15	Bandportionierung Abendessen Reinigung	13 <u>7</u> 20	 — 8	 — 28
14.15-15.00	Band abrüsten, Reinigen, Vorbereiten für nächsten Tag	20	8	28
14.30	Ende des Frühdienstes	18	8	26
15.00	Ende des Hauptdienstes	--	8	8
15.30	Ende der Spülküche		-	-

Der Einsatz der Kräfte in den einzelnen Bereichen hängt von der Art der Speisen, dem Umfang der Vorportionierung und der täglichen Ausfallzeit ab. U. U. muß der Produktionsbetrieb zugunsten des Bandbetriebes Kräfte abgeben.

Zur Tablettportionierung am Band soll folgende Übersicht für die einzelnen Bandarbeitsplätze dienen:

Abend	Mittag	Frühstück	BAND		Frühstück	Mittag	Abend
			1		Tabletts, Karte, Kännchendeckel		
Teller, Tasse/Untertasse			2	3	Besteck und Serviette		
Teebeutel Glas, Känn- chen	Fleisch	Teebeutel Kaffeesehne Glas, Känn- chen	4	5	Brot, Bröt- chen, Anzahl nach Wunsch	Sauce	Brot, An- zahl nach Wunsch
Butter, Margarine Zucker, Süßstoff	Gemüse	wie Abend	6	7	Marmelade, Honig, Nuß- Nugat-Creme	Kartof- feln, Nudeln, Püree, Reis	Käse
Aufschnitt	Nachtsch Vorsuppe	Käse, Ei Salz	8	9	Wurst, Quark	Obst, Diabetes, Zu- lagen f. Reduktions- kost	
Suppen- tasse	Diät	2. Früh- stück	10				
Spätmahl- zeit Garnituren		spez. Diäten		11	Kontrolle, Garnituren, Bandstop		
			12		Abnahme		
13	Nachbringen Kaffeeposten				Speisetransport- wagen		

"Hofkolonne", Transportdienst

Beim Einsatz der Kräfte muß bedacht werden, daß ein Fließband nur so gut arbeitet, wie der schwächste Mitarbeiter. Auch die Leitungskräfte müssen ans Band, insbesondere an Platz 11 - Kontrollplatz.

Die Arbeitsplätze haben folgende Besonderheiten:

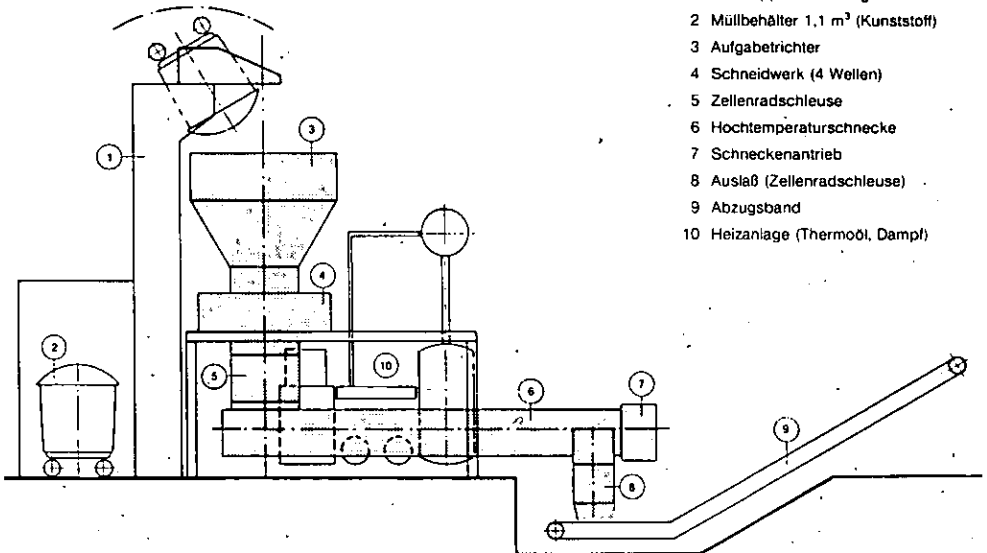
- Plätze 1 - 3: Hier wird das Tempo organisiert, geschicktes Platzieren des Geschirrs sichert anschließend schnelles Portionieren
- Plätze 4 - 10: Diese Kräfte müssen die Menükarten - hoffentlich sauber ausgefüllt! - von weitem lesen, um die angeforderte Speise zu portionieren. Kleckern ist verboten.
- Platz 11: Kontrollkraft, dies ist am besten der Chef, die Chefin bzw. eine Diätassistentin. Hier wird die Speise freigegeben und entschieden, ob das Band angehalten werden muß.
- Platz 12: Einräumen des Tablettts ist körperliche Schwerarbeit. Es kommt auf die richtige Reihenfolge der Tablettts an, diese Reihenfolge ist für alle Tablettts in allen Transportwagen gleich und generell mit allen Stationen abgestimmt. Dadurch wird das Servieren der Mahlzeiten einfacher.

# Frühbis Öko-Entsorgungssystem



ökonomisch – hygienisch – ökologisch

## Hochtemperatur - Desinfektionsanlage mit Eigendesinfektion - Aspiration und Umluftsystem



- 1 Hub-Kipp-Vorrichtung
- 2 Müllbehälter 1,1 m<sup>3</sup> (Kunststoff)
- 3 Aufgabetrichter
- 4 Schneidwerk (4 Wellen)
- 5 Zellenradschleuse
- 6 Hochtemperaturschnecke
- 7 Schneckenantrieb
- 8 Auslaß (Zellenradschleuse)
- 9 Abzugsband
- 10 Heizanlage (Thermoöl, Dampf)

Gesteuerte zirkulare Luftströmung zur Sicherstellung eines definierten Desinfektionsklimas in der Desinfektionsstrecke bei Anlagenbetrieb.

Gesteuerte Luftströmung beim Befüllen der Anlage. Erzeugung eines leichten Vacuums im Einfüllbereich zur Vermeidung von Emissionen in die Außenluft (Staub, Krankheitserreger).

Gesteuerte Umluftströmung zur Eigendesinfektion der beim Betrieb kontaminierten inneren Anlagenteile. In den Desinfektionsprozeß werden Schneidwerk, Einfülltrichter, Schnecke und Übergangsstücke einbezogen. Die Temperatur liegt zwischen 137° und max. 300° C. Die Zeitdauer ist frei wählbar.

### Verfahrensablauf

Der gesammelte Abfall wird in den Einfülltrichter der Anlage verbracht und dieser verschlossen. Der Abfall wird jetzt definiert fraktioniert. Der fraktionierte

Abfall gelangt durch einen Übergang in die Desinfektionsstrecke.

Um ein schnelles Durchheizen des Abfalls zu erreichen, wird im Einlaufbereich die relative Feuchtigkeit geregelt. Die Prozeßtemperatur in der indirekt beheizten Desinfektionsstrecke beträgt 137° - 140° C, max. 300° C. Der Abfall wird zeitlich geregelt durch die Desinfektionsstrecke gefördert. Hierbei wird der fraktionierte Abfall ständig umgewälzt und einer heißen zirkularen Luftströmung entgegen der Förderrichtung ausgesetzt.

Über einen Systemtrenner wird der jetzt desinfizierte Abfall ausgetragen.

Der Abfall ist:

- desinfiziert
- volumenreduziert
- hat kein krankenhausspez. Aussehen mehr

**Kostenentlastung** im Entsorgungsbereich – **Sicherheit** bei der Entsorgung von Problemmüll, ohne aufwendiges u. unsicheres Sortieren nach Gruppe B oder C (BGA Richtlinien).

Keine Entsorgungsunsicherheit durch GGVS 561.

– Die optimale Entsorgungstechnologie –

Patent Nr. 360 45 82

# Wir bieten mehr als nur Anlagen.

---

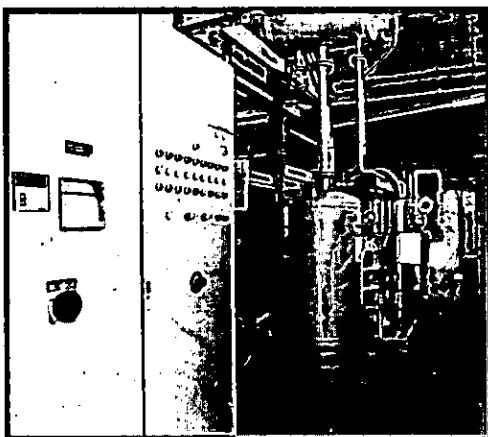
**Wir bieten:**

- Entsorgungskonzepte
- Schlüsselfertige Problemlösungen
- Umfassenden Entsorgungsservice
- Betreiben der Anlagen
- Finanzierung und Vermietung von Entsorgungsanlagen

**Unser Arbeitsgebiet:** Entwickeln, Planen und Realisieren von Entsorgungstechnologien für

- Haus-, Büro-, Krankenhausmüll
- Industrieabfälle
- Aufbereitung von schwach radioaktiven Stoffen
- Förder- und Transportanlagen

Wir stehen Ihnen mit 15jähriger Erfahrung zur Seite.



**Frühbis GmbH · In den Seewiesen · Postfach 69 · D-6732 Edenkoben  
Telefon (0 63 23) 30 88 - 30 89 · Telex 454641 · Telefax (0 63 23) 72 55**

Das gesamte Fließband muß so besetzt werden, daß die Speisen mit einer Taktzeit von bis zu 8 sec. portioniert werden. Diese Produktionszeit bestimmt die Dauer der Bandlaufzeit und beeinflußt den Stellenplan damit wesentlich. Bei längeren Taktzeiten als 8 sec. muß eine "Bandstopanalyse" durchgeführt werden. Die Speisen können in verschiedenen Gefäßsystemen portioniert werden, grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen Porzellan- und Isoliertablettsystem. Im Klinikum hat man sich wegen des besseren Aussehens von Porzellan und des besseren Handlings am Krankenbett für Porzellangeschirr entschieden. Die Warmhaltung erfolgt durch Metallwärmekern und Kunststoffglossen, die Kühlung durch Kühlpellets. Das Essen hält ab Portionierung ca. 50 Minuten - im einzelnen speisenabhängig - die Verzehrtemperatur.

Der Transport zur Station ist krankenhausindividuell zu organisieren. Entscheidungserheblich sind die Entfernungen von der Küche zu den Stationen. Das Klinikum setzt für den Ferntransport (ca. 3 km) sog. Niederflurhubwagen ein, da diese Fahrzeuge schnelle Be- und Entladevorgänge ermöglichen. Der Transportdienst holt beim Bringen der einen Mahlzeit den Wagen der Vormahlzeit zurück. Dieser Austausch erfordert eine gewisse Mehrfachausstattung an Wagen und Geschirr, halbiert aber die Transportzeit und sichert die optimale Einschichtbesetzung der Spülküche. Moderne Spülmaschinen schaffen die Reinigung des Abendessengeschirrs auch 14 Stunden nach der Mahlzeit ohne Probleme.

### 3. Die Wirtschaftlichkeit der Küchen

Die zwei Küchen im Klinikum Braunschweig sind unterschiedlich finanziert worden. Während die eine Küche vor ca. 6 Jahren mit Eigenmitteln des Trägers und pauschalen Fördermitteln bezahlt wurde, wurde die zweite Küche zur Hälfte durch einen Rationalisierungsvertrag mit den Kassen finanziert. Bei dieser Finanzierungsform ist zu beachten, daß es

- a) außerordentlich mühevoll ist, Krankenkassen und Landespflegebehörde von der Richtigkeit dieser Finanzierungsform zu überzeugen,
  - b) darauf ankommt, die Rationalisierungsleistungen auch tatsächlich zu erfüllen. Ein exaktes Gutachten als Planungsgrundlage ist daher wichtig.
- Die Stellenpläne der Küchen sind nicht nach in der Literatur (z. B. Bay. komm. Prüf. Verband) angegebenen Erfahrungswerten, sondern analytisch berechnet worden. Wesentlicher Teil der Berechnungen sind die Bandlauf- und Taktzeiten für die Portionierung.



Die Tätigkeiten in der Produktion hängen sehr vom Wareneinsatz ab (Frischkost oder vorbereitete Kost wie Konserven oder Tiefkühlprodukte). Eine Stellenplanberechnung ohne Berücksichtigung der Lebensmittelstruktur und -kosten ist daher unvollständig. Der Stellenplan der Spülküche richtet sich nach der Menge des Spülgutes und der Bandlaufgeschwindigkeit der Spülmaschinen. Es verbleiben Stellen für Leistungsaufgaben, Menücomputerbedienung und Reinigungstätigkeit. Insgesamt sind für die beiden Küchen 50 und 68 Planstellen eingerichtet. Für die Speiserversorgung hinzugerechnet werden müssen Aufgaben der zentralen Transportdienste und der Fahrbereitschaft, für die ebenfalls analytische Berechnungen vorliegen.

Die Wirtschaftlichkeit des Tablettsystems ergibt sich aus dem Umstand, daß Spülaufgaben zentralisiert und Transportaufgaben optimiert werden können, so daß insgesamt der klinische Hausdienst erheblich reduziert wurde. Die eingesparten Planstellen mußten zum weit überwiegenden Teil zu den Küchen und zum geringeren Teil zum Transportdienst verlegt werden, letztlich blieb ein Rationalisierungssaldo für eine Küche von 12,5 Kräften. Die vor 6 Jahren in Betrieb genommene Küche hatte bei einem größeren Versorgungsgebiet einen Rationalisierungssaldo von 17,5 Kräften erbracht.

Die Personaleinsparungen konnten mit geringen Zeitverzögerungen realisiert werden, weil Küchenbau und Küchenorganisation aufeinander abgestimmt wurden und von Beginn der ersten Planung an Kräfte für Küchen und klinisches Hauspersonal nur mit Zeitvertrag eingesetzt wurden.

#### **4. Kostenvergleich mit anderen Betriebsteilen**

Die Speiseversorgung gehört zu den großen und kostenträchtigen Bereichen im Krankenhaus. Ein Vergleich der Kostenstellen Röntgendiagnostik und Labor mit den beiden Küchen hat ergeben, daß die Speiseversorgung fast soviel Kosten verursacht wie Röntgen und Laboratorien zusammen. Die Küchen sind deutlich mehr als doppelt so teuer wie die Labors, die Zahl der Planstellen beträgt im Vergleich Küchen und Labors fast das Dreifache.

Die Küchenorganisation und die Speiseversorgung betrifft die Bereiche, in welchen die kaufmännische Leitung fast allein verantwortlich ist und sich im Vergleich zur Röntgen- und Labororganisation ärztlichen Interessen kaum beugen muß. Insofern sollen die Krankenhausleitungen durch diesen Bericht angeregt werden, der Küchenorganisation und der Speiseversorgung der Patienten besondere Beachtung zu schenken.

Anschrift des Verfassers:  
Karl-F. Globig  
Freisestraße 10  
3300 Braunschweig

## 1. Problemstellung

Bei aufmerksamer Verfolgung der Diskussion, die über die Müllentsorgung von Krankenhäusern und Arztpraxen geführt wird, fällt auf, daß zwar der Gesetzgeber eine Fülle von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien erlassen hat, die notwendige Rechtssicherheit für die Beteiligten damit aber nicht geschaffen wurde.

Die Unsicherheit beginnt mit der unpräzisen Definition krankenhausspezifischer Abfälle und endet mit der Verwirrung, die durch die GGVS und die Ausnahmeregelung S 61 verursacht wird.

Unzweifelhaft ist lediglich die Eigenverantwortlichkeit der Abfallerzeuger, die durch die Verordnung über Betriebsbeauftragte für Abfall vom Oktober 1977 und die Abfallnachweisverordnung vom Juni 1978 eindeutig geregelt wurde. Nachfolgend eine Auflistung aller Gesetze, Verordnungen und Richtlinien, die von den Abfallverursachern und -entsorgern zu beachten sind:

- Bundes-Seuchengesetz (BSeuchG)
- Abfallbeseitigungsgesetz (AbfG)
- Abfallbestimmungsverordnung
- Abfallnachweisverordnung (AbfNachwV)
- Verordnung über Betriebsbeauftragte für Abfall (AbfBetrv)
- Unfallverhütungsvorschriften (UVV)
- Abfallbeförderungsverordnung (AbfBefV)
- Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)
- Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft)
- ZFA Merkblatt Nr. 8
- BGA Richtlinien Anlage zu Ziffer 6 - 8

Mit vorgenannten Gesetzen und Verordnungen wurde, wie es scheint, dem Verantwortlichen in Krankenhaus und Praxis ein umfangreiches Instrumentarium zur Verfügung gestellt, seine Abfälle nach Recht und Gesetz unter Beachtung ökonomischer und ökologischer Grundsätze zu beseitigen. Die Praxis zeigt aber, daß damit die notwendige Sicherheit nicht geschaffen wurde.

An den nachfolgenden Beispielen soll dieser Gedanke verdeutlicht werden.

Gemäß BGA-Richtlinien sind Abfälle aus nicht infektiösen Abteilungen (Tupfer, Verbandstoffe, Unterlagen, Abdecktücher usw.) B-Müll und wie Hausmüll zu entsorgen. Was geschieht aber, wenn der den Abfall verursachende Patient an einer bis dahin nicht erkannten Infektionskrankheit leidet? Der Tupfer, die Einmalwäsche usw. sind dann durch Erreger übertragbarer Krankheiten infiziert und damit als C-Müll gemäß AbfG § 2 Abs. 2 zu entsorgen.

Auch bei der Wahl der geeigneten Transportbehälter wird die bestehende Rechtsunsicherheit deutlich.

Gemäß BSeuchG ist nur derjenige Abfall in geschlossenen transportsicheren Behältnissen zu sammeln und zu transportieren, der durch Erreger meldepflichtiger Krankheiten infiziert ist.

Die GGVS S 61 6.2 legt aber weitaus strengere Maßstäbe an.

Hier heißt es: "Die Beförderung von ekelregenden oder ansteckungsgefährlichen Stoffen, die von Menschen oder Tieren herrühren und mit Körperausscheidungen wie Harn, Kot, Auswurf, Blut, Eiter in Berührung gekommen sind, hat in Gefäßen mit einer besonderen Zulassung zu erfolgen."

An dieser Stelle erscheint es dringend notwendig, folgenden relevanten Sachverhalt zu verdeutlichen. Per Gesetzesdefinition, im Rahmen der GGVS, obliegt die Entscheidungskompetenz, welche krankenhausspezifischen Abfälle ausschließlich in BAM zugelassenen Behältnissen (z.B. 30 oder 60 l Einmalgefäßen) befördert werden müssen, nicht mehr allein im hygienischen Bereich. Eine zweite gleichwertige Entscheidungskompetenz hat der Gesetzgeber mit der Einordnung der krankenhausspezifischen Abfälle in die Klasse 6.2 Randnummer 2650 + 2651 geschaffen. Hier kommt es bei der Einordnung der Abfälle durch den Verursacher auf keine hygienische Wertung und Betrachtung an.

## 2. Möglichkeiten der Entsorgungspraxis

Der Abfallverursacher hat im Prinzip zwei Möglichkeiten, seine Abfälle zu beseitigen.

1. Die Sortierung und Entsorgung der Abfälle erfolgt gemäß BSeuchG nach / als A-, B-, C- und Sonder-Müll im Vertrauen darauf, daß die Mitarbeiter genügend qualifiziert und motiviert sind, eine korrekte Klassifizierung in infektiös und nicht-infektiös vorzunehmen. Damit kann der Umfang des C-Mülls klein gehalten werden.

Ob damit aber alle Rechtsvorschriften, insbesondere die der GGVS erfüllt werden, ist jedoch fraglich und hätte im Schadensfall u.U. entsprechende Konsequenzen für die Verantwortlichen.

2. Eine Sortierung und Entsorgung erfolgt gemäß GGVS S 61 6.2, wonach alles, was mit körperlichen Ausscheidungen in Berührung gekommen ist, als Sondermüll in Gefäßen mit Zulassung entsorgt werden kann - eine Entscheidung nach Sicherheits Gesichtspunkten und Gesetz, die aber ökonomische und ökologische Folgen hat.

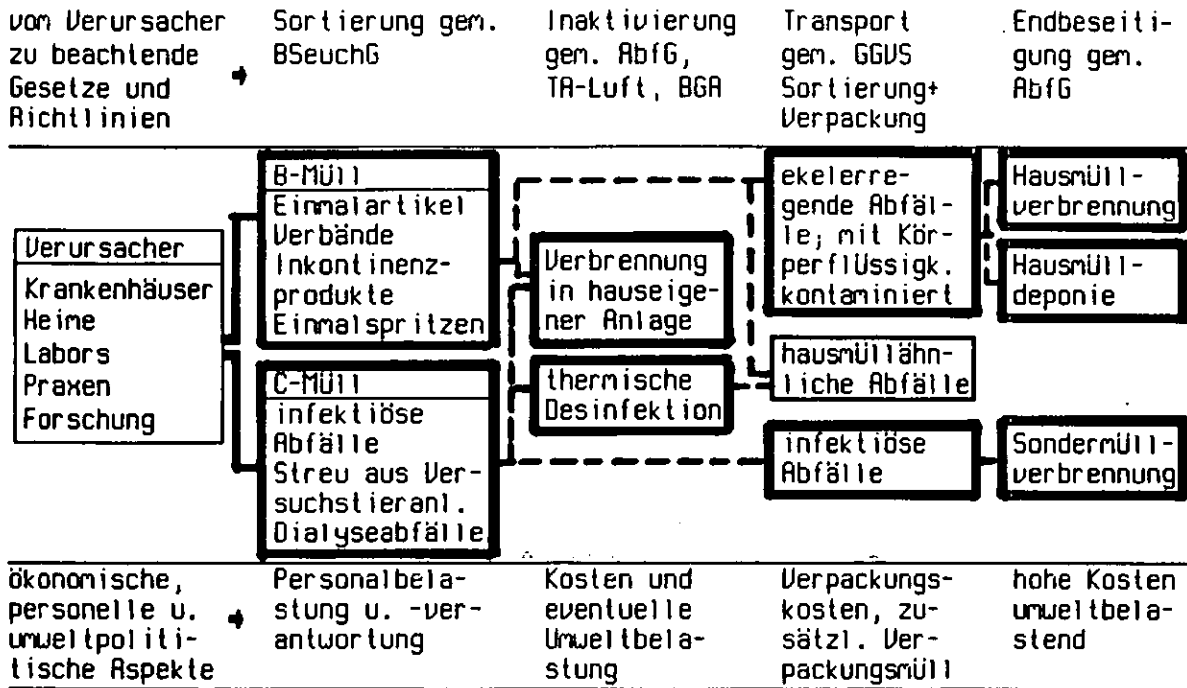
Der Transport des krankenhausspezifischen Abfalls ist z.Zt. gemäß GGVS in zugelassenen 30- oder 60-l-Einwegbehälter durchzuführen. Diese Methode ist sehr aufwendig und verursacht zusätzlichen Abfall. Die Transportgefäße sind aus Kunststoff und können unter Umständen zu Schwierigkeiten in der Verbrennungsanlage führen. In jedem Fall hat die Verbrennung höhere Immissionen zur Folge, was gegebenenfalls zu einer Überschreitung der Grenzwerte der TA Luft führt.

Ein weiteres Problem ist die begrenzte Kapazität der Verbrennungsanlagen in vielen Regionen des Bundesgebietes. Während einer Wartung der Verbrennungsanlagen (zweimal jährlich mit einem Zeitaufwand von 3 bis 4 Wochen) ist eine Entsorgung nicht möglich. Steht keine andere Verbrennungsanlage zur Verfügung, müßte der krankenhausspezifische Müll (max. 14 Tage bei 5 Grad Celsius) zwischengelagert werden. In der Praxis ist dies kaum durchführbar.

Neben den erwähnten organisatorischen und ökologischen Problemen sind die hohen Kosten dieser Entsorgungsmethode zu kritisieren. Der Aufwand für Beschaffung, Transport und Verbrennung liegt bereits heute bei 2.000 bis 3.000 DM/Tonne. Die Tendenz ist steigend und bei einer weiter zunehmenden Abfallmenge, die von Fachleuten für das Jahr 2000 auf eine Tonne pro Bett und Jahr geschätzt wird, steigt die Belastung für Krankenhäuser und somit für die Versicherten.

Den Arztpraxen als Abfallverursacher steht z.Zt. kein geordnetes Entsorgungssystem zur Verfügung. Praxen produzieren sicher geringere Mengen Abfall, die zu stellenden Anforderungen bei der Entsorgung sollten jedoch den bei Krankenhäusern vorgeschriebenen Auflagen entsprechen.

## Die Entsorgung krankenhausspezifischer Abfälle der Klassen B und C



Schema - Zeichnung 1

### 3. Anforderungen an ein ganzheitliches Entsorgungskonzept

Unter Berücksichtigung aller Aspekte sind an ein Konzept für die Entsorgung von Krankenhäusern, Heimen und Praxen folgende Anforderungen zu stellen:

**-Gesetzliche Aspekte**

In allen Stufen der Entsorgung vom Sammeln und Sortieren bis zur Endbeseitigung, müssen die aktuellen Gesetze und Verordnungen eingehalten werden können.

**-Organisatorische Aspekte**

Das Personal in Krankenhaus und Praxis darf durch Sortierung und Beurteilung nicht belastet oder gefährdet werden.

**-Ökonomische Aspekte**

Keine neuen Investitionen, deutlich geringere Sach-, Personal- und Fremdkosten sind oberstes Ziel. Die Aufwendungen müssen für längere Zeiträume planbar und vergleichbar sein.

**-Hygienische Aspekte**

Das Konzept sollte die Einhaltung der seuchenhygienischen Richtlinien gewährleisten und das Infektionsrisiko für alle an der Entsorgung beteiligten Mitarbeiter so gering wie möglich halten.

**-Ökologische Aspekte**

Es dürfen keine zusätzlichen Abfälle durch Verpackungsmaterial anfallen. Das Konzept sollte Verfahren zur Kompostierung (sofern möglich) und zur Verbrennung in Hausmüllanlagen enthalten.

### Die Entsorgungspraxis eines Großklinikums

Das Klinikum verfügt über ca. 1800 Betten. Die einzelnen Fachabteilungen sind räumlich im Gebäude verteilt. Durch den hauseigenen Dienst wird der in Säcken vor Ort gesammelte Abfall von den einzelnen Fachabteilungen zu einer auf dem Gelände des Klinikums befindlichen Hochtemperatur-Desinfektionsanlage transportiert. Die Trennung vor Ort erfolgt nach den gesetzlichen Ansprüchen der Klasse 6.2 GGVS. Das heißt, alle Stoffe oder Gegenstände, die mit Körperausscheidungen in Berührung gekommen sind (z.B. Harn, Kot, Auswurf, Blut, Eiter) werden wie C-Müll behandelt. Zur Entlastung des Personals und der gebotenen Entsorgungssicherheit wurde dieser Bereich großzügig ausgelegt. Hinzu kommen die Abfälle, die außer den vorgenannten Kriterien nach § 10 a BSeuchG oder aufgrund der Entscheidung der verantwortlichen Hygieniker als C-Abfall entsorgt werden müssen.

Ausgenommen von diesem Entsorgungsweg sind aus ethischen Gründen Körperteile und Organabfälle. Ebenso Versuchstiere.

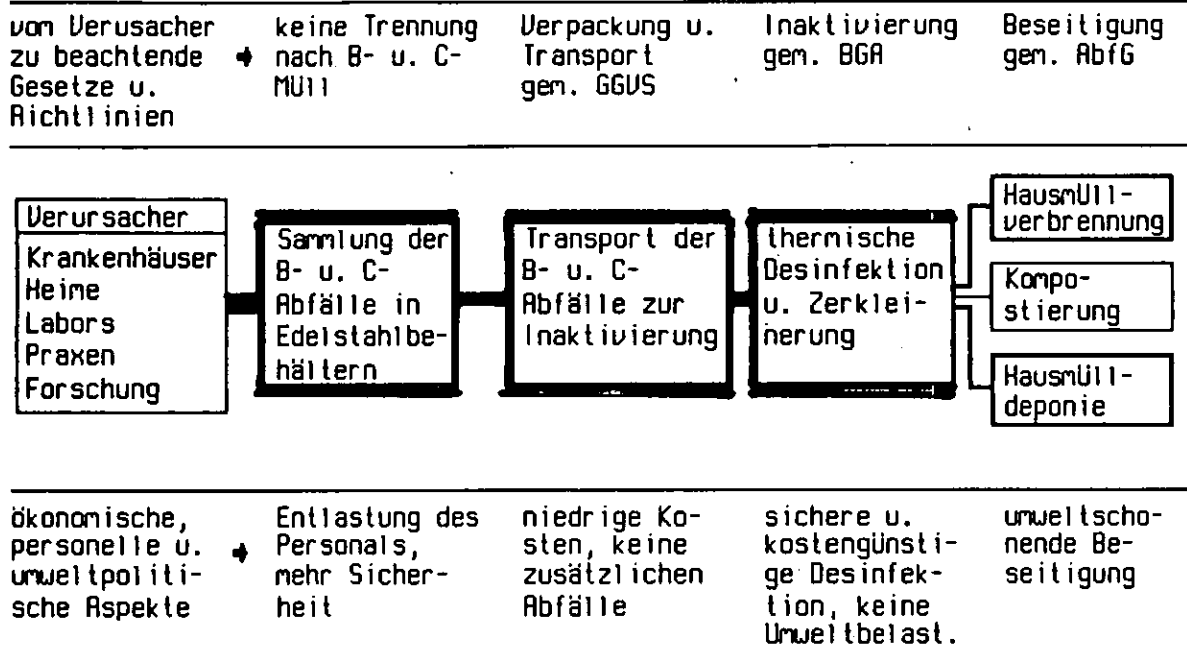
Schema - Zeichnung 2

### Inaktivierung der Abfälle

In der speziell für Krankenhausabfälle entwickelte Hochtemperatur-Desinfektionsanlage der Fa. Frühbis GmbH, Edenkoben, wird der Müll zerkleinert und thermisch desinfiziert. Der Verfahrensablauf geht über folgende Arbeitsstufen:

Der in geschlossenen Säcken oder Behälter in die Anlage gegebene Abfall wird definiert fraktioniert, um eine Zerkleinerung der einzelnen Teile und damit eine größere Oberfläche zu erreichen. Der so konditionierte Abfall gelangt dann über einen Systemtrenner in die Desinfektionsstrecke. Die Desinfektionsstrecke besteht aus einem doppelläufigen Schneckenförderer.

## Gesetzeskonforme Entsorgung krankenhausspezifischer Abfälle nach ökonomischen und ökologischen Kriterien



Schema - Zeichnung 2

Die Wandungen des Schneckenförderers werden mit Thermoöl von einer Temperatur von ca. 260 Grad Celsius durchströmt. Dadurch steigt die Lufttemperatur in der Desinfektionsschnecke auf Werte zwischen 137 bis ca. 165 Grad Celsius. Als Wärmeträger und zur Beschleunigung des Desinfektionsvorganges wird die erhitzte Luft mit Feuchtigkeit (Wasser) gesättigt.

Durch die besondere Ausbildung der Schneckenwelle werden die Abfallfragmente ständig während des Fördervorganges umgewälzt und zusätzlich in Körperkontakt mit dem ca. 260 Grad Celsius warmen Innenmantel gebracht. Die Verweildauer für die einzelnen Abfallfragmente beträgt 20 Minuten.

Der Wirkungsgrad der Anlage ergab bei laufenden Kontrolluntersuchungen durch das dortige Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene Keimzahlreduktionen von mehr als 6 Zehnerpotenzen.

Im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit wurde die dargestellte Anlage untersucht. Hierzu wurde eigens ein Prüfverfahren für diese Art Anlagen entwickelt. Die Ergebnisse werden in Kürze veröffentlicht werden.

Die Prüfung der Abluft nach BIm SchG ergab eine Immission von max. 11,3 mg/N m Gesamt - C und 3 mg/N m für Staub. Die Werte liegen deutlich unter den zulässigen Grenzwerten der TA Luft. Von dem zuständigen Gewerbeaufsichtsamt konnte der Stand der Technik bescheinigt werden.

Nach dem vorherbeschriebenen Prozeß werden die Abfallfragmente ausgetragen. Die Volumenreduzierung in Bezug auf das Ausgangsvolumen beträgt ca. 1 : 5. Der Müll verliert durch die Behandlung sein krankenhausspezifisches Aussehen. Zur notwendigen Eigendesinfektion der inneren Anlagenteile besitzt die Anlage ein autarkes Umluftsystem. Hiermit wird durch Wärmetauscher erhitzte Luft im Kreis durch die geschlossene Anlage gefahren und diese desinfiziert. Die Luft kann eine Temperatur bis ca. 160 Grad Celsius (technische Grenze für die Schneidwerke) erreichen und die Dauer über Zeitschalter gesteuert werden. Oberhalb des Einfülltrichters, der während des Befüllens geöffnet wird, befindet sich eine Absaughaube. Hiermit wird über ein ebenfalls autarkes Aspirationsystem abgesaugt und über Filter gereinigt.

#### Weiterbehandlung der inaktiven Abfällen

Die zerkleinerten und desinfizierten Abfälle können ohne weitere Behandlung deponiert oder in einer Hausmüllverbrennungsanlage verbrannt werden. Eine umweltfreundliche Lösung ist die Kompostierung. Durch die Vermischung mit Hausmüll oder Belebtschlamm scheint dies möglich. In Auftrag gegebene Versuche hierzu sind noch nicht abgeschlossen.

Das Klinikum setzt im vorliegenden Fall das eigene Hausmüllfahrzeug zur Abfuhr der thermisch behandelten Abfälle ein.

#### Die Kostensituation

Die Investition und das Betreiben der thermischen Desinfektionsanlage wurde bzw. wird von einem Entsorgungsunternehmen durchgeführt. Das Klinikum hat auf dem Gelände einen Platz zum Aufbau der Hochtemperatur-Desinfektionsanlage zur Verfügung gestellt. Einen Kostenvergleich hat das Klinikum freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Schema - Zeichnung 3

KOSTENGEGENÜBERSTELLUNG  
für die ENTSORGUNG INFEKTIOSEM MÜLL

Schema - Zeichnung 3

(Bei der Berechnung wurde 1 Monat mit 20 Tagen zugrundegelegt)

AUFBEREITUNGSKOSTEN - durch die Pilotanlage -

- 6.741 Säcke = 674,10 m<sup>3</sup> (10 Säcke = 1 m<sup>3</sup>)  
674,10 m<sup>3</sup> x 47,30 DM/m<sup>3</sup> + MWSt. = 36.348,82 DM

Anteilige HAUSMÜLLENTSORGUNGSKOSTEN -f. infekt.Müll -

- 192 Behälter zerkleinerte Müllmasse  
192 Behälter x 1,00 m<sup>3</sup> = 192,00 m<sup>3</sup>  
192 m<sup>3</sup> : 45 m<sup>3</sup> .losen Müll pro Fahrzeug = 4,27 Transp.  
4,27 Transporte mit Müllwagen x 750,-- DM/Transp. = 3.202,50 DM  
(für einen Transport 10 Gebühren-Marken à 75,-- DM)

---

pro MONAT: = 39.551,32 DM  
pro TAG: 39.551,32 : 20 = 1.977,57 DM

---

39.551,32 DM : 674,10 m<sup>3</sup> Müllmenge = pro m<sup>3</sup> = 58,67 DM  
=====

ALTERNATIVE:

ENTSORGUNGSKOSTEN IN DER VERBRENNUNGSANLAGE NEUNKIRCHEN

- 6.741 Säcke : 70 Säcke pro Container = 96,3 Container  
96,3 Cont. x 570,-- DM/Container + 14 % MWSt. = 62.575,74 DM

---

pro MONAT: = 62.575,74 DM  
pro TAG: (62.575,74 DM : 20 = 3.128,79 DM

---

62.575,74 DM : 674,10 m<sup>3</sup> Müllmenge = pro m<sup>3</sup> 92,83 DM  
=====

Die Kosteneinsparung gegenüber dem derzeitigen Verfahren zu dem Verfahren - Aufbereitung und Entsorgung - beträgt 36,79% *~ 40%*  
Mit der endgültigen Einführung der Gefahrgut-Ausnahmereverordnung (1 m<sup>3</sup>/Transp.Behälter) dürfte die Einsparung wesentlich höher liegen.



### Schlußbetrachtung

Dieses Beispiel zeigt, daß es durch diese neuentwickelte Technologie durchaus möglich ist, den gesetzlichen Erfordernissen gerecht zu werden, ohne einer Kostenexplosion ausgesetzt zu sein. Es ist auch kein Problem dieses hier angesprochene Öko-Entsorgungssystem mit entsprechender Logistik flächendeckend einzusetzen.

Darüber hinaus wird hier die Möglichkeit zum Anschluß der Arztpraxen an eine geordnete Entsorgung eröffnet.

Wolfgang Silber

In den Seewiesen  
6732 Edenkoben

Überwachung, Steuerung und Optimierung mit Energie-Management-Systemen  
von K. Müller

---

1. Allgemeines

Die zentrale Gebäudeleittechnik (ZLT-G) und die DDC-Technik erlauben es heute, die haustechnischen Anlagen zu führen, zu überwachen und zu analysieren. Mit modernen Systemen sind gegenüber der alten Störmeldezentrale und den konventionellen Regel- und Steuersystemen alle mathematisch formulierbaren Zusammenhänge lösbar. Dem Ingenieur steht damit ein Werkzeug zur Verfügung, das ihm einen fast unbegrenzten Dialog mit den haustechnischen Anlagen gestattet. Die folgende Abhandlung soll die Möglichkeiten dieser neuen Technik exemplarisch darstellen.

2. Struktur der Gebäudeleittechnik

Grundsatz bei der Festlegung der Struktur der Gebäudeleittechnik ist der Aufbau einer Hierarchie, die in allen Stufen für sich allein funktionsfähig ist. Bild 1 zeigt dazu den Aufbau einer fabriksreinen Gebäudeleittechnik, und in Bild 2 sind

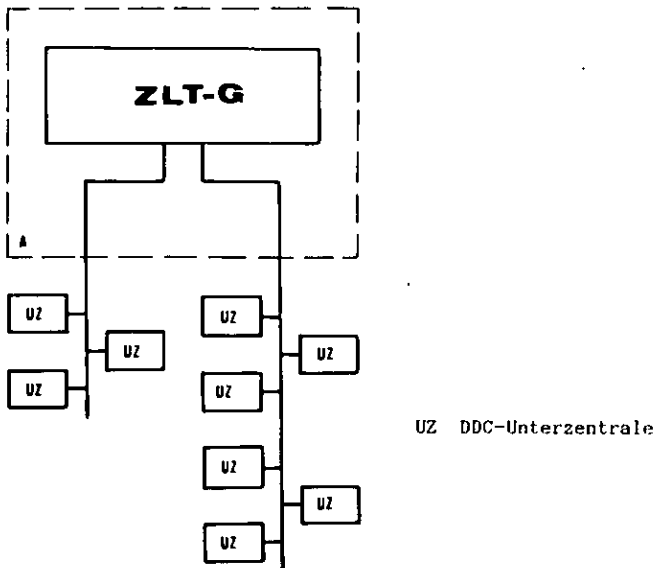
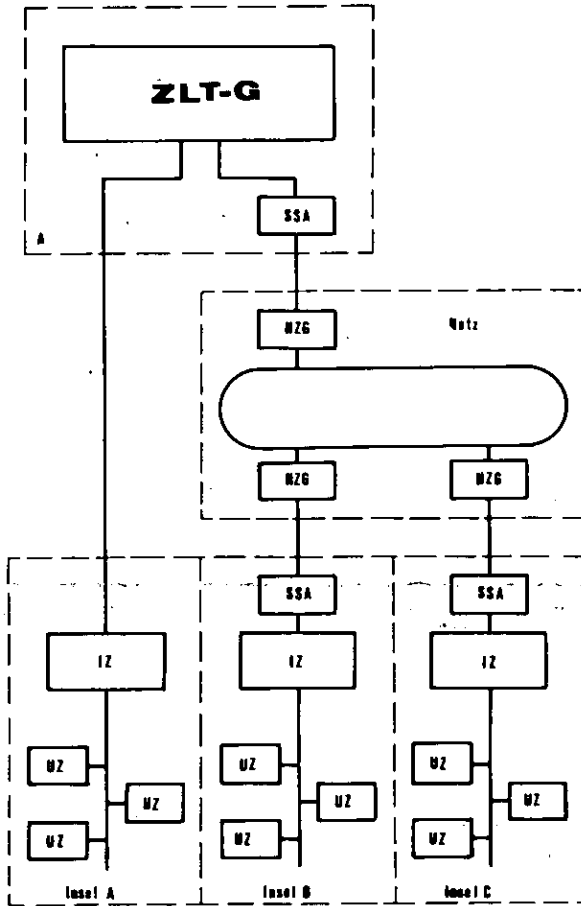


Bild 1: Fabriksreine ZLT-G

die Ebenen einer Gebäudeleittechnik mit der Verknüpfung über das fabriksneutrale Datenformat (FND) abgebildet.



IZ Inselzentrale  
UZ DDC-Unterzentrale

NZG Netzzugangsgerät  
SSA Schnittstellenadapter

Bild 2: Verknüpfung unterschiedlicher Fabrikate über das fabriksneutrale Datenformat FND zur ZLT-G

# JOHNSON CONTROLS

## Für Systeme — alles aus einer Hand

Gebäudeautomations-  
systeme ○

○ Instandhaltungs-  
management

Elektronische und  
pneumatische  
Regelungstechnik ○

○ Projektierung

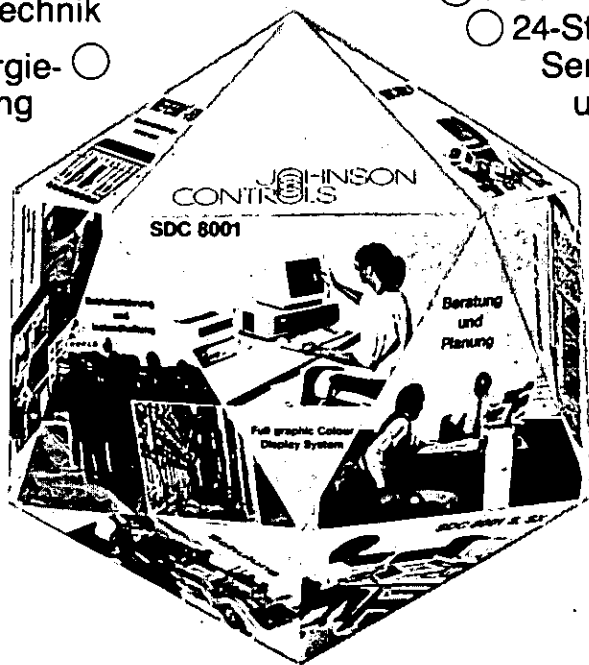
○ Installation

○ Inbetriebnahme

○ 24-Stunden

Energie-  
optimierung ○

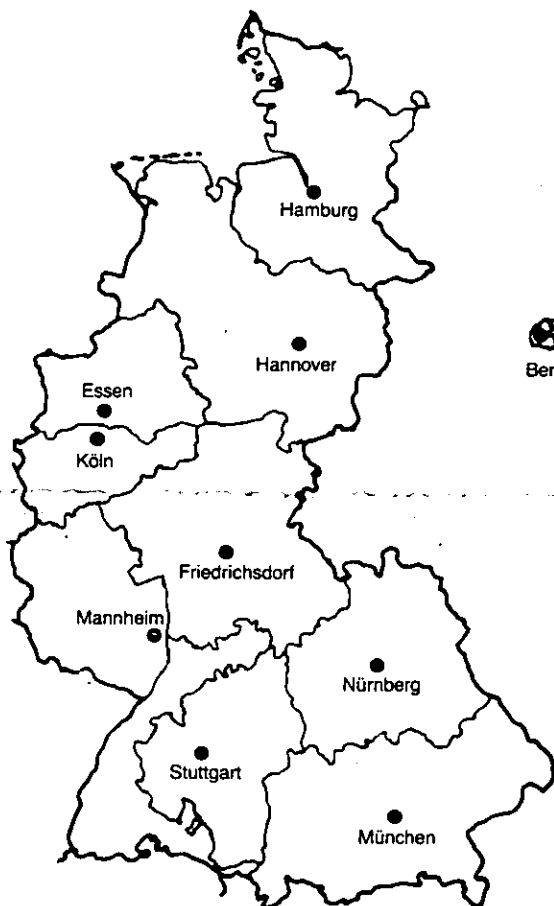
Service — rund  
um die Uhr



## JCI Regelungstechnik GmbH

Westendhof 8 · 4300 Essen 1 · Tel. 02 01-24 00

## Geschäftsstellen in Deutschland



Frankenallee 13  
1000 **Berlin-Westend (19)**  
Tel.-Nr. 030/3023093  
Telex-Nr. 183482

Adlerstr. 1  
4300 **Essen-Kray**  
Tel.-Nr. 0201/5588-0  
Telex-Nr. 857540

Max-Planck-Str. 16  
6382 **Friedrichsdorf/Taunus**  
Tel.-Nr. 06172/735-0  
Telex-Nr. 415817

Nebendahlstr. 11  
2000 **Hamburg 70**  
Tel.-Nr. 040/682885-0  
Telex-Nr. 215574

Hildesheimer Str. 15  
3000 **Hannover**  
Tel.-Nr. 0511/282011  
Telex-Nr. 921503

Max-Planck-Str. 22  
5000 **Köln 40 (Marsdorf)**  
Tel.-Nr. 02234/1814-0  
Telex-Nr. 888195

Tattersallstr. 17  
6800 **Mannheim**  
Tel.-Nr. 0621/105095  
Telex-Nr. 463047

Nymphenburger Str. 18  
8000 **München 19**  
Tel.-Nr. 089/126993-0  
Telex-Nr. 5213429

Stuttgarter Str. 17  
8500 **Nürnberg**  
Tel.-Nr. 0911/67916  
Telex-Nr. 626258

Schockenriedstr. 48  
7000 **Stuttgart 80**  
Tel.-Nr. 0711/7884-0  
Telex-Nr. 725577

Auf die speziellen Unterschiede zwischen den beiden Gebäudeleitsystemen soll hier nicht eingegangen werden. Die autarken DDC-Unterzentralen haben die Aufgabe Regelung, Steuerung und Optimierung der einzelnen haustechnischen Anlagen durchzuführen, und sie tauschen Daten mit der übergeordneten ZLT-G aus. Die ZLT-G übernimmt alle Funktionen, die anlagen- oder unterzentralenübergreifend ablaufen. Dazu gehören beispielsweise die Optimierung der Energieversorgung und die Verknüpfung der haustechnischen Anlagen untereinander. Außerdem übernimmt die ZLT-G die Speicherung ausgewählter Daten auf Datenbanken, die Bedienfunktionen für die haustechnischen Anlagen und die Dokumentation. Die gespeicherten Daten können mit der Schnittstelle Datenbank über Netzwerke auch für andere Rechnerplätze bereitgestellt werden. Der Zugriff auf diese Datensätze kann dann nach gezielten Aufgaben sowohl von der ZLT-G wie auch von anderen Rechnern aus erfolgen.

Sinnvoll ist es häufig auch, dezentrale Bedienplätze zu schaffen. Dort können in Industriebetrieben beispielsweise produktionsrelevante Daten aufbereitet, dokumentiert und unmittelbar bereitgestellt werden. Die Anordnung dezentraler Bedienplätze ist auch bei ausgedehnten Liegenschaften zur Datenreduktion und zur örtlichen Analyse der haustechnischen Anlagen sinnvoll.

### 3. Möglichkeiten der Energie-Management-Systeme dargestellt am Beispiel eines Heizkreises

Die breite Palette der Anwendung der Management-Systeme in der Haustechnik läßt sich in begrenzter Zeit nicht darstellen; in dieser Veröffentlichung kann daher nur der grundsätzliche Weg am Beispiel eines einfachen Heizkreises aufgezeigt werden. Die Vielzahl der schon dabei vorgestellten Anwendungen zeigt deutlich, welche Möglichkeiten sich dann für die viel komplexeren Gebiete der Haustechnik, wie z.B. für die Raumlufttechnik, ergeben.

#### 3.1 Aufbau des Heizkreises

Das Bild 3 stellt die hydraulische Schaltung eines Heizkreises mit differenzdruckarmen Verteiler dar.

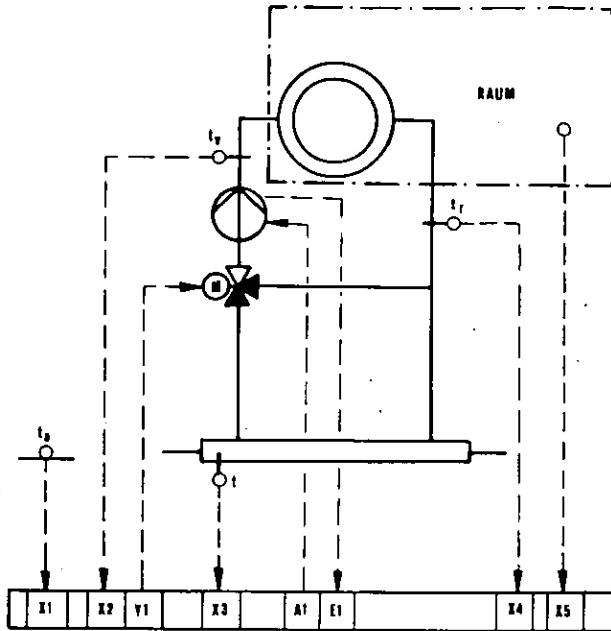


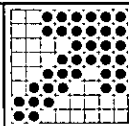
Bild 3: Heizkreis mit den Ein- und Ausgängen des DDC-Systems

Die Ein- und Ausgänge des DDC-Systems haben dabei folgende Bedeutung:

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| X1 Außenlufttemperatur    | X2 Vorlauftemperatur     |
| X3 Verteilertemperatur    | X4 Rücklauftemperatur    |
| X5 Raumlufttemperatur     | Y1 Stellsignal           |
| A1 Schaltbefehl der Pumpe | E1 Störmeldung der Pumpe |

Diese Ein- und Ausgänge können vom DDC-System über mathematische Gleichungen beliebig miteinander verknüpft werden. Außerdem ist die Verwendung von zusätzlichen Variablen möglich.

# INGENIEURGESELLSCHAFT für GEBÄUDEAUTOMATION



3250 Hameln · Wehler Weg 14 · Tel. (0 51 51) 74 72 · Telefax (0 51 51) 2 12 02

- Kompetenz:**
- Kundenspezifische Problemlösungen mit handelsüblichen DDC-Fabrikaten
  - Spezialsoftware für Sonderprobleme
  - Leitwarte auf IBM-PC-Basis mit eigener Software und FND-Schnittstelle
- 
- Referenz:**
- BIOZENTRUM der Technischen Universität Braunschweig  
Leittechnik (ZLT-G) mit IBM-PC und eigener Software
  - LEITNETZ der Stadt Hameln  
Ausrüstung von fünf öffentlichen Gebäuden mit DDC-Technik  
Gemeinsame Fernüberwachung und ZLT-G mit IBM-PC über das Telefonnetz der Deutschen Bundespost aus dem Rathaus der Stadt Hameln





Kompetente Leistungen für die  
gesamte Gebäudetechnik  
mit **Erfolgsgarantie**

- Wartung und Inspektion
- Betreiben
- Instandsetzung
- Fernüberwachung
- Leistungsoptimierung
- Kostenminimierung

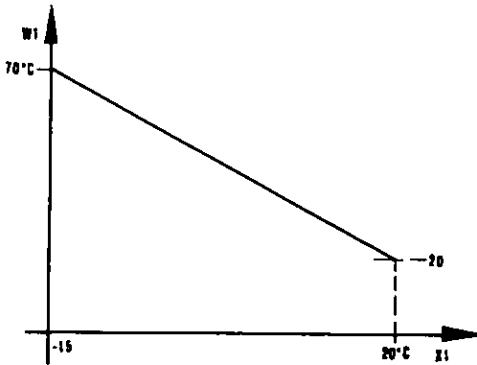
**OMNITEC**  
SYSTEM  SERVICE

ZACHARIAS SERVICE  
3250 Hameln, Wehler Weg 14, Telefon (0 51 51) 74 71  
Telefax (0 51 51) 2 12 02

### 3.2 Regelung und Steuerung in der DDC-Unterstation

Im Gegensatz zur konventionellen Technik werden bei der DDC-Technik alle Regel- und Steuervorgänge statt durch elektrische Schaltungen durch Rechnergleichungen realisiert. Zur Darstellung der mathematischen Zusammenhänge wird in dieser Veröffentlichung die fabrikatsneutrale Rechnersprache BASIC verwendet.

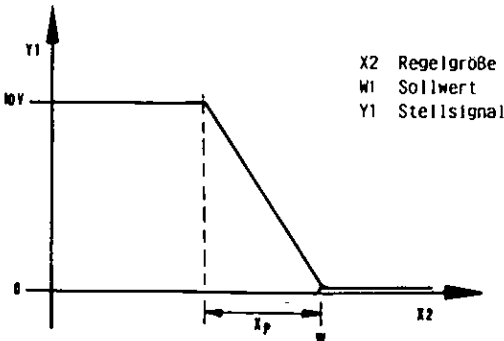
Der außentemperaturabhängiger Sollwert  $W1$  der Vorlauftemperatur errechnet sich dann nach der Gleichung (Bild 4):



$$W1 = A1 - A2 * (X1 + 15)$$

Bild 4: Sollwert der Vorlauftemperatur

$W1=90^{\circ}\text{C}$  bei  $X1=-15^{\circ}\text{C}$  und  $W1=20^{\circ}\text{C}$  bei  $X1=20^{\circ}\text{C}$  ergeben  $A1=90^{\circ}\text{C}$  und  $A2=2$ . Die Variablen sind von der ZLT-G aus veränderbar. Für das Stellsignal gilt bei Verwendung eines P-Reglers (Bild 5):



$X2$  Regelgröße  
 $W1$  Sollwert  
 $Y1$  Stellsignal

$$Y1 = K1 * (X2 - W1)$$

Bild 5: Ausgangssignal  $Y1$  des P-Reglers

Die Festlegung des Schaltbefehl an die Pumpe erfolgt über die Abfrage;

IF Y1>0 THEN A1=1

Die vorstehenden Funktionen bilden die konventionelle Regelung nach und enthalten noch keine DDC-spezifischen Eigenschaften. Besonderheiten ergeben sich jedoch schon dann, wenn man zeitweise statt mit Vorlauftemperaturregelung mit Raumtemperaturregelung arbeiten will. Die Änderung bedingt konventionell einen neuen Regler, während bei der DDC-Technik nur die neue Reglergleichung verwendet werden muß:

$$W2 = 22$$

$$Y1 = K2*(X5-W2)$$

### 3.3 Änderung der Parameter

Die Änderung der Sollwerte und der Betriebszeiten wird menügeführt und eingabegesichert über die ZLT-G vorgenommen.

Beispiel: Eingabe der Raumtemperatur nur im Bereich (15...26)°C möglich

Mit Hilfe der graphischen Darstellung der Vorlauftemperatur ist außerdem die Optimierung der Regelparameter P-, I- und D-Anteil von der ZLT-G aus durchführbar (Bild 6). Die so ermittelten Parameter überträgt die ZLT-G an die Unterzentrale.

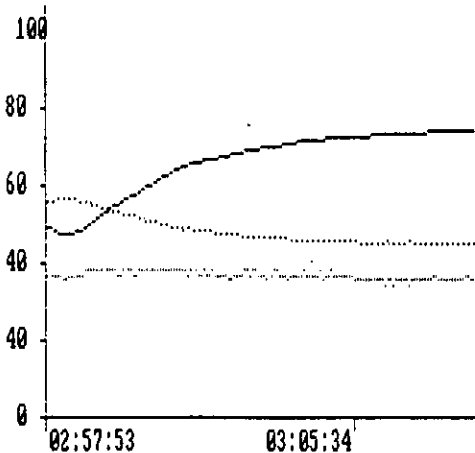


Bild 6: Einschwingverhalten eines Regelkreises

### 3.4 Zustandsanalyse mit Hilfe der ZLT-G

Im ersten Schritt der Zustandsanalyse des skizzierten Heizkreises kann zunächst die Überprüfung der Planung und der Ausführung erfolgen. Setzt man das Stellsignal  $Y1$  in Schritten auf  $0 \dots 10$  V, so kann man aus den Temperaturen folgende Schlüsse ziehen:

Bei korrekt schließendem Ventil  $0$  V müssen Vorlauf- und Rücklauf-temperatur gleich sein. Bei voll geöffnetem Ventil  $10$  V müssen Vorlauf- und Verteilertemperatur gleich sein. Ein richtig ausgelegtes Stellventil ergibt einen linearen Zusammenhang zwischen Stellsignal und Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf (Bild 7). Ist das Ventil mit falschem  $k_{vs}$ -Wert ausgelegt worden, so kann mit einer zwischengeschalteten Umkehrfunktion (Bild 8) eine Linearisierung erreicht werden.

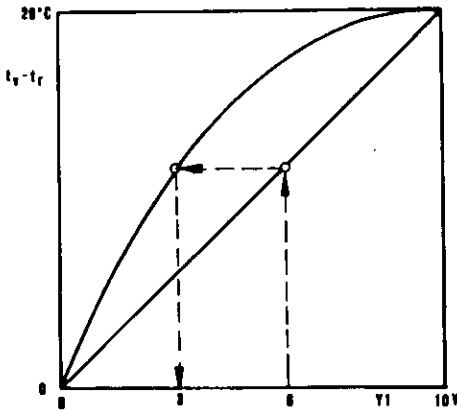


Bild 7: Ventilkennlinie

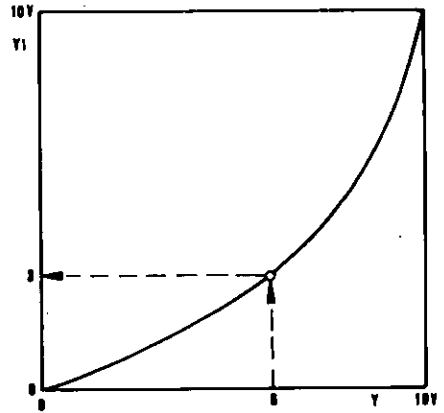


Bild 8: Linearisierung

$$Y = K1*(X2-W1)$$
$$Y1 = -0.25*Y+0.125*Y*Y$$

Ausgewählte Daten können in der historischen Datenbank der ZLT-G zeitabhängig abgespeichert werden. Dabei erfolgt beispielsweise eine Speicherung der Daten der letzten Stunde in 5-Minuten-Schritten, des letzten Tages durch Stundenmittelwerte und der Monatsdaten durch Tagesmittelwerte. Gleichzeitig werden

Maximal- und Minimalwerte mit erfaßt. So lassen sich für den Heizkreis nach Bild 3 die Raumluft-, Außenluft-, Vorlauf- und Rücklauf-temperatur erfassen und in der ZLT-G oder in angeschlossenen Rechnern auswerten. Damit gestattet der Vergleich der wirklich aufgetretenen Spreizung X2-X4 Aussagen über die Dimensionierung der Heizflächen.

### 3.5 Betriebsoptimierung

Die größten Einsparmöglichkeiten bestehen in der Festlegung eines nutzungsorientierten Anlagenprofils

- Raumlufttemperatur 20°C in der Hauptbetriebszeit
- Raumlufttemperatur 15°C in der Nebenbetriebszeit
- Optimum-Start-Stop-Programm für den Übergang von einer Betriebsart in die andere (Bild 9)

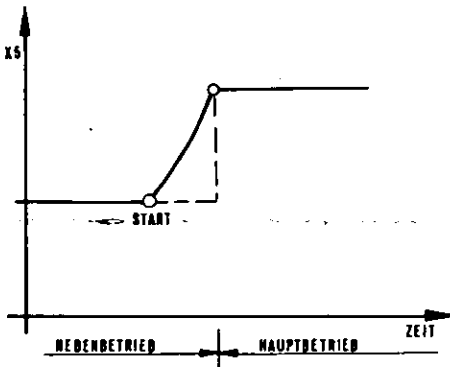


Bild 9: Optimierung des Heizbeginns

Außerdem wäre eine Verknüpfung mit dem Betrieb raumlufttechnischer Anlagen möglich. Die Heizflächen werden bei gleichzeitigem Betrieb der RLT-Anlage nur im Heizbetrieb zur Vermeidung des Kaltluftabfalls am Fenster mit in die Raumtemperaturregelung eingebunden.

### 3.6 Energie- und Energiekostenerfassung

Verwendet man neben Vorlauf- und Rücklauf-temperatur auch noch den Volumenstrom V der Pumpe, so kann ohne zusätzliche Meßgrößen die jeweilige Heizleistung berechnet werden:

$$Q = 1.16 \cdot V \cdot (X2 - X4) \quad 1.16 \hat{=} \rho \cdot c / 3600$$

Die Heizleistung kann in der Unterzentrale als fiktiver Datenpunkt geführt und in der historischen Datenbank der ZLT-G abgelegt werden. Dort ist dann eine ausführliche Analyse möglich:

- Energieverbrauch E
- $E = E+Q*z$
- Energiekosten KA aus Energieverbrauch und Energiepreis K
- $KA = E*K$
- Energiekostenaufteilung auf Haupt- und Nebenbetriebszeit
- Einfluß innerer Lasten
- Verteilung der Energiekosten auf Kostenstellen
- Vorausplanung von Betriebskosten für Haushaltsansätze
- Vergleich der Heizleistung mit den Wetterdaten zur Ermittlung von Nutzerfehlern (z.B. offene Fenster)
- Vergleich unterschiedlicher Gebäudetypen

Trifft man auf wiederkehrende Nutzerfehler, so kann über die Berechnung des erforderlichen Wärmebedarfs in Abhängigkeit von der Betriebsvarianten und den Wetterdaten eine Leistungsbegrenzung vorgenommen werden. Die Regelung gibt das Stellsignal nur bis zur vorausberechneten Heizleistung QM frei:

$$Y = K3*(Q-QM)$$
$$Y1 = K1*(X2-W1)$$
$$\text{IF } Y1 > Y \text{ then } Y1=Y$$

### 3.7 Störungs- und Wartungsüberwachung

Eine Störung der Pumpe oder eine Grenzwertverletzung der Vorlauf- oder der Raumtemperatur lösen in der ZLT-G je nach Dringlichkeit unterschiedliche Reaktionen aus:

- Meldung mit Druckerprotokollierung
- Ausdruck eines Langtextprotokolls mit ausführlichen Anweisungen für das Bedienpersonal
- Meldung über Europieper oder Telefonmodem an das Wartungspersonal

Zur Wartung stellt die ZLT-G anlagenbezogene Wartungsanleitungen mit Maßnahmenkatalog und Materialbedarf zusammen. Aus der

historischen Datenbank wird eine Ausfallstatistik der Bauteile und eine Vorausschätzung der Wartungskosten abgeleitet.

### 3.8 Optimierte Energieversorgung

Bei der Inbetriebnahme der Heizung nach der Absenkephase liegen die Regelgrößen aller Heizkreise außerhalb des P-Bandes der Regler. Alle Heizkreise öffnen daher zunächst voll, auch wenn der Energiebedarf sehr viel geringer ist. Bei Fernwärmeversorgung erhält man eine unnötige Leistungsspitze. Mit Hilfe der DDC-Technik bieten sich eine Reihe von Lösungsmöglichkeiten an (Bild 10):

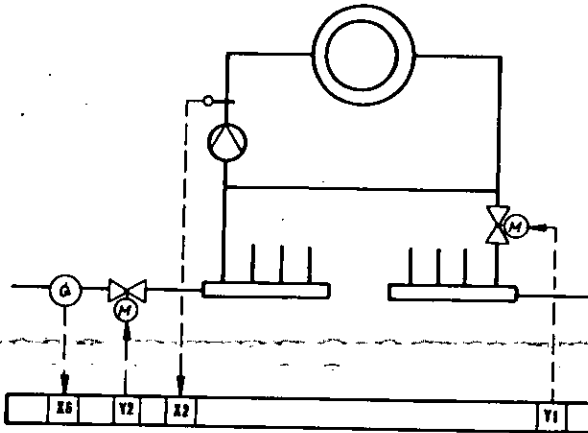


Bild 10: Fernwärmeversorgung

- Die Heizkreise werden nacheinander freigegeben.
- Bei der Inbetriebnahme werden alle Ventile parallel geschaltet und regeln die Fernwärmeleistung QF.

$$Y = K4*(X6-QF)$$

Erreicht das Ausgangssignal Y die Stellgröße aus der Vorlauftemperaturregelung, so übernimmt die Vorlauftemperaturregelung das Stellventil.

$$Y1 = K1*(X2-W1)$$
$$\text{IF } Y1 > Y \text{ then } Y1 = Y$$

- Leistungsregelung und zeitabhängige Inbetriebnahme werden kombiniert.

### 3.9 Notbetriebsstrategie

Fällt ein Teil der Wärmeversorgung aus, beispielsweise einer von zwei Kesseln, so startet die ZLT-G ein Notprogramm. Dabei können unwichtige Kreise auf abgesenkter Temperatur gehalten oder abgeschaltet werden. Die ZLT-G sendet dann für den Notbetrieb beispielsweise neue Sollwerte an die entsprechenden Heizkreise.

### 3.10 Softwaredokumentation

Die Software der Unterzentralen liegt in der ZLT-G als Sicherungskopie vor. Bei Ausfall einer Unterstation kann die Software nach der Reparatur von der ZLT-G wieder an die Unterzentrale überspielt werden.

## 4. Zusammenfassung

Zentrale Gebäudeleittechnik und DDC-Unterzentralen mit frei programmierbaren Bereichen und über Netzwerke zugängliche Datenbanken geben dem Ingenieur der Versorgungstechnik umfassende Möglichkeiten den Energieverbrauch, die Jahresgesamtkosten, den Betrieb und die Verfügbarkeit haustechnischer Anlagen zu optimieren. Gleichzeitig bieten sie ein Instrument zur Beurteilung ausgeführter Systeme und Konzepte. Management-Systeme sind für hochinstallierte Gebäude unerlässlich; in Krankenhäuser sind sie heute zwingend nötig.

Anschrift des Autors:

Professor Dr.-Ing. K. Müller, Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, Institut für Raumluftechnik und Gebäudeautomation, Salzdhahmer Straße 46...48, 334 Wolfenbüttel



## Betriebserfahrungen mit einer ZLT-G-Anlage

J. Granz, Bremen

---

Zehn Jahre Betriebserfahrungen mit unserer ZLT-G lassen sich nur sehr schwer in einem Kurzvortrag zusammenfassen. Ich möchte Ihnen deshalb aus **Betrieb, Anwendung und Ausbau** unseres ZLT-Systemes unter den hier vorgegebenen Schwerpunkten dieser Tagung einige ausgewertete Beispiele vortragen, um sie ggf. in der anschließenden Diskussion mit Ihnen zu vertiefen.

Vorher aber noch etwas Grundsätzliches:

### Entwicklung der Normung in Deutschland

1970	IWG-Empfehlungen der Industrie
1973	Standardleistungsbuch ( LB 067 )
6. 1978	VDI 3814, Blatt 1 Begriffsbestimmungen
9. 1980	VDI 3814, Blatt 2 Schnittstellen in Planung und Ausführung
3. 1983	VDI 3814, Blatt 3 Hinweise für den Betreiber
6. 1986	VDI 3814, Blatt 4 Ausrüstung der BTA zum Anschluß an die ZLT-G

### Empfohlene-Lektüre

Handbuch der technischen Versorgung  
Kapitel 12  
Ausgabe 1975  
Forum-Verlag, Stuttgart

### Ausbau unserer ZLT

Die betriebstechnischen Anlagen unseres Hauptgebäudes ( 800 Betten ) wurden von 1972 bis 1976 ohne Berücksichtigung einer ZLT-G geplant und waren bei meiner Übernahme der technischen Leitung im April 1976 bereits in der Vorfertigung und Montage.

Im Juni 1976 konnte bereits die erste Rate in Höhe von 300 TDM für die nachträgliche Installation aus dem Haushalt des Krankenhauses bereitgestellt werden.

Über eine Ausschreibung des Hochbauamtes Bremen fiel die Entscheidung für die Delta 1000 der Fa. Honeywell, weil durch den Einsatz der Microprozessor-Technik hier das günstigste Preis-Leistungs-Verhältnis zu erzielen war.

Der erste Bauabschnitt umfaßte für DM 257 093,76 folgenden  
Ausbauumfang:

200	Störmeldungen
25	Betriebsmeldungen
60	Messungen
15	Schaltbefehle
7	Unterstationen
11	km abgeschirmtes Kabel
1	Zentraleinheit
1	Protokolldrucker
1	automatisches Telefonwählgerät
1	Programm für Maximumüberwachung
1	Programm für ereignisabhängiges Schalten
1	Programm für Ein- und Ausschalten
1	Programm zur Reduzierung der Laufzeiten
1	Programm für Trendregistrierungen
1	Wechselsprecheinrichtung

In erster Linie wurden die Schaltschränke der Lüftungsanlagen ZLT-gerecht umgerüstet, wobei die Störungsmeldungen leider zu Sammelalarmen durchverdrahtet wurden, hier wurde einige Jahre später ein erneuter Umbau mit eigenem Personal zur besseren Differenzierung der Meldungen notwendig.

Der im Verhältnis zu den digitalen Meldungen hohe Anteil an analogen Meldungen stellte sich bei dem späteren weiteren Ausbau als sehr positiv heraus, weil die Nachrüstung von Meßpunkten vor Ort, wie z.B. im OP, fast unmöglich ist.

Ihren eigentlichen Wert konnten diese analogen Datenpunkte allerdings erst mit der Schaffung der graphischen Auswertung erlangen.

In mehreren Bauabschnitten wurde unsere Anlage auf folgenden Ausbaustand gebracht:

digital	1531 Punkte
digital Res.	568 "
analog	178 "
analog Res.	110 "
Start/Stop	153 "
Betriebsmeldungen	468 "
Zählungen	11 "
CIL-Programme	62 "
Start/Stop	38 Programme
Ereignisprogramme	46 "
EMA 2 Schaltungen	45 "
EMA 1 Programme	10 "
Druckprogramme	31 "

( Stand 10.87 )

Der Ausbau unserer ZLT wird wie folgt betrieben.

- o Umrüstung der BTAs überwiegend mit eigenem Personal
- o Kauf der Hardware ohne Vorverdrahtung, da sich Vorplanungen als zu zeitaufwendig und zu wenig genau erwiesen haben
- o Verdrahtung der kompletten Unterstation mit eigenem Personal - einschließlich Inbetriebnahme
- o Einsatz der ZLT-Firma nur für Arbeiten an der Zentraleinheit und bei Einlesen neuer Software

Für die Nachlieferung von Ersatzteilen und sonstigen Materialien, die z.T. aus den USA bezogen wurden, konnte z.B. 1981 ein Rahmenvertrag geschlossen werden. Der damalige Dollar-Kurs von DM 1,76 konnte für mehrere Jahre eingefroren werden. Eine Preisgleitklausel bezog sich nur auf den Preisindex der deutschen Elektroindustrie.

Die hier bei uns verwendete Systemtechnik ist bis heute - also über mehr als 12 Jahre - aufwärts kompatibel geblieben. Wir betreiben inzwischen die 3. Generation von Unterstationen. Diese werden bereits in Deutschland entwickelt und gefertigt.

Stand Juni 1988

Es sind folgende Unterstationen in Betrieb:

1. Generation - S 1000	bis 1983 =	24 DGP
2. Generation - S 1200	bis 1985 =	23 DGP
3. Generation - S 1500	ab 1985 =	7 DGP

Auf die Verbindung zum Krankenhaus Sebaldsbrück sei besonders hingewiesen, da hier eine Datenübertragung über 3,5 km über Modems und auch direkt aufgebaut werden konnte.

#### Anwendung der ZLT-G im ZKH Bremen-Ost

##### Störmeldungen und Anlagenüberwachung

In den ersten zwei Jahren nach der Inbetriebnahme wurde die Anlage überwiegend zur Erfassung und Protokollierung von Störmeldungen und damit zur Anlagenüberwachung mit Hilfe der digitalen und analogen Datenpunkte mit einem Schwerpunkt in Lüftungs- und Heizungsanlagen eingesetzt.

Einige wenige Schaltbefehle wurden bereits über Programme ausgeführt.

Durch die unbestechliche Meldung von Störungen sowie Grenzwertüberschreitungen analoger Datenpunkte konnten bei den BTAs innerhalb von etwa drei Jahren - im wesentlichen für das Haus kostenlos - die Mängelbeseitigung durch die Erstellerfirmen erreicht werden.

Die gleichen Erfolge stellten sich auch im Dampfkesselbetrieb ein, als nach Aufschaltung der einzelnen Störmeldungen durch die differenzierte Dokumentation des Störungsablaufs die Störungsursachen klar erkannt und zugeordnet werden konnten.

Die Flammenzündung wurde darauf von Erdgas- auf Propangaszündung umgestellt, so konnten sich bei Schwachlastbetrieb die dann fast unvermeidlichen Schwingungen der Regelstrecke nicht mehr als Kesselstörung auswirken.

Damit waren etwa 70% der Störungsursachen behoben.

Im Endeffekt konnte durch die Beseitigung dieser und anderer Störungsursachen die Kessel wie beabsichtigt im BOB-Betrieb gefahren werden.

Die Anlagenüberwachung erfolgt heute über

Störungs- und Betriebsmeldungen digitaler Datenpunkte,  
Grenzwertmeldungen analoger Punkte und  
graphische Auswertungen.

Ausgewählte digitale Datenpunkte - z. B. Schaltzustände - und alle analogen Punkte können über Einzelauswertungen oder über Standardauswertungen graphisch dargestellt werden. Die zu untersuchenden Betriebsverhältnisse lassen sich so sehr viel genauer und damit sicherer analysieren.

### Rationeller Personaleinsatz

Die Zentrale befindet sich in einem Nebenraum meines Büros und ist in der Regel werktags mit dem ZLT-Techniker besetzt, der den Ausbau der Anlage gemäß jeweiliger Aufgabenstellung plant, z. T. selber ausführt, eigene Handwerker und Firmenhandwerker anleitet und das Aufschalten der Datenpunkte überwacht.

Mit dem Erstausbau der ZLT im Bereich der Lüftungs- und Heizungsanlagen wurde uns die automatische Überwachung des größten Teils der BTAs ermöglicht. Durch den Einsatz der ZLT wurden von vornherein keine Handwerker für reine Betriebskontrollgänge eingesetzt,

mit zwei Ausnahmen:  
die Wasserkontrolle des Bewegungsbades und  
die Sichtkontrolle der Zentralen Medizinischen Gas-Versorgung erfolgen werktäglich.

Der für die 45 Lüftungsanlagen zuständige Handwerker wertet z. B. bei Dienstbeginn die digitalen und analogen Störmeldungen aus und kann zusätzliche Informationen durch die graphischen Auswertungen analoger Datenpunkte und ausgewählter digitaler Datenpunkte gewinnen.

Aufgrund des ersten Störungsbefundes richtet er seine Tagesarbeit ein und weiß im einzelnen, um welche Anlagen er sich besonders kümmern muß.

Bei Temperaturstürzen im Minusbereich ab  $-10^{\circ}\text{C}$  hatten wir erhebliche Probleme mit dem Frostschutz bestimmter Lüftungsanlagen. Bei mehreren extremen Wetterlagen war es uns mit Hilfe der ZLT möglich, den Betrieb der Anlagen mit nur einem Handwerker aufrechtzuerhalten, da vorsorgliche Kontrollgänge nicht notwendig waren.

### Abarbeiten von Störungsmeldungen

Die Werkstätten sind nur während der normalen Arbeitszeit besetzt, hier laufen die ZLT-Meldungen wie folgt auf:

Hauptgebäude	Protokolldrucker für alle Kanäle.
Kesselhaus	Protokolldrucker für die Kanäle 3 und 6.
Krhs Sebaldsbrück	Protokolldrucker für den Kanal 4.

Unsere Großbehälter - Förderanlage ( Translifttrasse ) erfordert die tägliche Besetzung mit technischem Personal von 6 bis 20 Uhr:

Translifttrasse	Drucker mit Klartext für alle Kanäle.
-----------------	---------------------------------------

Die ZLT-Zentrale ist nicht ständig besetzt, so daß dem Personal der Werkstätten die Beachtung der Störmeldungen und Behebungen von Störungen obliegt.

Als ständig besetzter Arbeitsplatz bot sich der Schwesterndienstplatz für die Übermittlung von ZLT-Störmeldungen 1. Priorität für den Zeitraum von 19 bis 6 Uhr an.

Hier wurde die Weiterentwicklung der ZLT über

Telefonwählgerät

Protokolldrucker

Drucker mit eingeschränktem Klartext bis zum Stand heute mit

Drucker mit beliebigem Klartext, Erläuterungen über technische Zusammenhänge und mit Alarmanweisungen

betrieben.

Die Alarmierung der Techniker erfolgt dann z.T. über aufgelistete Telefonnummern oder über Europieper. Die dafür notwendigen Informationen gibt die Anlage über den Drucker automatisch aus.

## **Energiemanagement mit Hilfe der ZLT**

Durchgeführte Energiesparmaßnahmen lassen sich auf Dauer durch automatisch ablaufende Schaltfunktionen und durch Grenzwertüberwachung sowie begleitende graphische Auswertung absichern. Hierfür ist die ZLT das geeignete Instrument, da durch

**Kontrolle der angeordneten Maßnahmen**

**Erfolgskontrolle**

**Schwachstellenanalyse zur Verbesserung von Regelprozessen und Steuerungsabläufen**

**differenzierte Maßnahmen über Rechenprogramme**

die Anlagen optimiert werden können.

### **Klektro-Maximum**

21 Lüftungsanlagen mit max 270 kW  
8 Küchenanlagen mit max 280 kW  
Einschaltsperr für Konvektomaten bei E-Max-Abarbeitung  
Kaltwasseranlagen  
Strombegrenzung der Turbos

nicht bewährt haben sich E-Max-Abschaltungen für Wärmepumpen

### **Bedarfsgerechter Betrieb von Lüftungsanlagen**

Nach uns vorliegenden Nutzungsprogrammen z.B. für den Konferenzraum werden pro Anlage und pro Woche differenzierte Schaltprogramme aufgestellt, die absolut sicher abgearbeitet werden.

Die Lüftungsanlagen für die Funktionsbereiche werden über Start/Stop-Schaltbefehle arbeitszeitabhängig und u.U. mit zusätzlichen Intervall-Schaltprogrammen betrieben.

Hier werden die Vorteile der ZLT-seitigen Zeitschaltuhr besonders deutlich:

**differenziertes Schalten für jeden Wochentag  
zeitgenaues Schalten**

**Erfassen der Wochenfeiertage**

**Umstellung Sommer/Normalzeit durch eine Handlung an der Zentraleinheit**

**Zwei differenzierte Programme pro Tag und Anlage  
Intervallschaltung zwecks Laufzeitreduzierung  
Anlagenstillstand und Nachtabsenkung bedarfsgerecht**

## Bedarfsgerechtes Steuern von Energieabnehmern

Die Erfassung von div. analogen Daten bietet die Möglichkeit, eine beliebige Anzahl von Kalkulationen durchzuführen, z. B. Bildung von Mittelwerten und Temperaturvergleichen.

Mittelwertbildung von Außentemperaturen über

- o eine Stunde:
  - > 18 grdC - Ausschalten von Heizungskreisen
  - > 10 grdC - Vorstarten eines Kaltwassersatzes
- o einen Tag
  - > 18 grdC - Programmfreigabe für Nachtkühlung über Lüftungsanlagen.

Voraussetzung:

Lüftungsanlagen so umrüsten, daß die Register weggeschaltet werden können, die zu kühlenden Bereiche des Nachts nicht besetzt sind.

Ablauf:

Normales Start/Stop-Programm, z. B. zwischen 6 bis 16 Uhr mit Ausregelung der Mindestzulufttemperatur, Ausführung der Mittelwertsberechnung um Mitternacht und Freigabe des Programms bei  $t_{am24h} > 18 \text{ grd C}$ . Programmstart über Zeitschaltfunktion zur Begrenzung der Laufzeit z. B. 2 Uhr. Zurückschaltung auf Normalbetrieb über Zeitschaltfunktion z. B. 6 Uhr oder 7 Uhr je nach Betriebsbeginn. Sperrung des Nachtkühlbetriebes, wenn  $t_{amh} > 22 \text{ grdC}$ , weil die Auskühlfunktion dann ohne Wirkung wäre.

## Kaltwassersatz

Zur Reduzierung von elektrischer Arbeit und Leistung haben wir die Steuerung unserer zwei Turbos mit einer Leistungsaufnahme von je 1 MW so umgebaut, daß über ZLT-Schaltbefehle ein Vorstarten und je Turbo zwei Schaltstufen ausgeführt werden können. Die je zwei Schaltbefehle können per Programm zu einer Anlage mit vier Schaltstufen zusammengefaßt werden.

Ablauf der Steuerung:

Realisierung von Vorstart- und Strombegrenzungsschaltungen in Abhängigkeit von der mittleren Außentemperatur  $t_{amh}$ . Die Bildung einer mittleren Temperatur über eine Stunde soll Temperaturschwankungen kompensieren und eine zusätzliche Vergrößerung der Hysterese durch zeitliche Schaltverzögerungen bewirken, die anlagenbedingt eingestellt werden müssen.

Dadurch wird ein eventuelles Pendeln der Turbos vermieden. Der Vorstart des ersten Turbos erfolgt bei  $t_{\text{amh}} > 10 \text{ grdC}$ . Gleichzeitig wird der Motorstrom über Schaltbefehl auf ca 50% begrenzt. Dadurch wird bei Betriebsbeginn ein unkontrolliertes Hochlaufen beider Turbos vermieden. Das kontrollierte Zuschalten der weiteren Stufen erfolgt über eine Begrenzung durch die Kaltwasser-Vorlauftemperatur z.B. 16 grdC. Die Kälteanforderungen an die Turbos können so in ihrer Spitze reduziert werden, kurzfristiges Hochlaufen und wieder Stillsetzen wird dadurch vermieden.

### **Sicherheit des Krankenhauses**

Über die ZLT werden alle sicherheitsrelevanten Meldungen erfaßt, - vervielfältigt und weitergeleitet wie z.B.:

**Feueralarme,  
Rauchmelderalarme,  
Personalnotrufalarne,  
geöffnete Notausgänge.**

Beim Ablafen von Feuer- und Rauchalarmen werden z.B.

**Lüftungsanlagen stillgesetzt,  
Fluchtwegtüren freigeschaltet.**

### **Verfügbarkeit der ZLT**

Der sichere Betrieb einer ZLT ist von vielen Faktoren abhängig wie z.B.

**unterbrechungsfreie Stromversorgung  
störungsfreie Software  
störungssicheres Datennetz  
Abschirmung gegen Spannungsspitzen  
Ausbildungsgrad des Bedieners.**

Trotz hoher Verfügbarkeit solcher Systeme ist unbedingt auch immer ein eventueller Ausfall einzukalkulieren, das heißt, für alle steuernde Eingriffe der ZLT ist parallel immer eine

**Handbedienebene vorzusehen.**



## **Übergang zur DDC-Technik**

Der nächste große Entwicklungsschritt steht jetzt mit der Integration der DDC-Technik bevor.  
Bei der Erstinbetriebnahme von zwei DDC-Controllern erfolgte noch eine parallele Aufschaltung einiger Anlagenparameter wie z.B. Stellungshübe mehrerer Strahlpumpen auf die ZLT. Außerdem werden eine Auswahl von analogen und (geplant) digitalen DDC-Daten auf den ZLT-Rechner überspielt und in die graphische Auswertung wie ZLT-Daten übernommen.

## **Betriebsergebnis**

Für den Ausbau unserer ZLT wurden etwa 2 MioDM aufgewendet. Die evtl. Einsparung an Personalkosten soll hier nicht bewertet werden, da hier die Umrüstung und der Ausbau der gewerkeseitigen Schaltschränke gegengerechnet werden müßte.

Ich möchte deshalb nur die Reduktion an Energie- und Energiebezugskosten darstellen.

Als Bezugsjahr wurde das Jahr 1978 gewählt, weil die technischen Anlagen auch aus Gewährleistungs- und Mängelbeseitigungsgründen nach den Sollvorgaben betrieben wurden.

Die zunehmende Nutzung und der Ausbau der ZLT für Zwecke der Betriebsoptimierung bewirkt z. Z. Einsparergebnisse in Höhe von jährlich 0,8 bis 1,0 MioDM, die etwa zu 80% alleine der ZLT-Technik zuzurechnen sind.

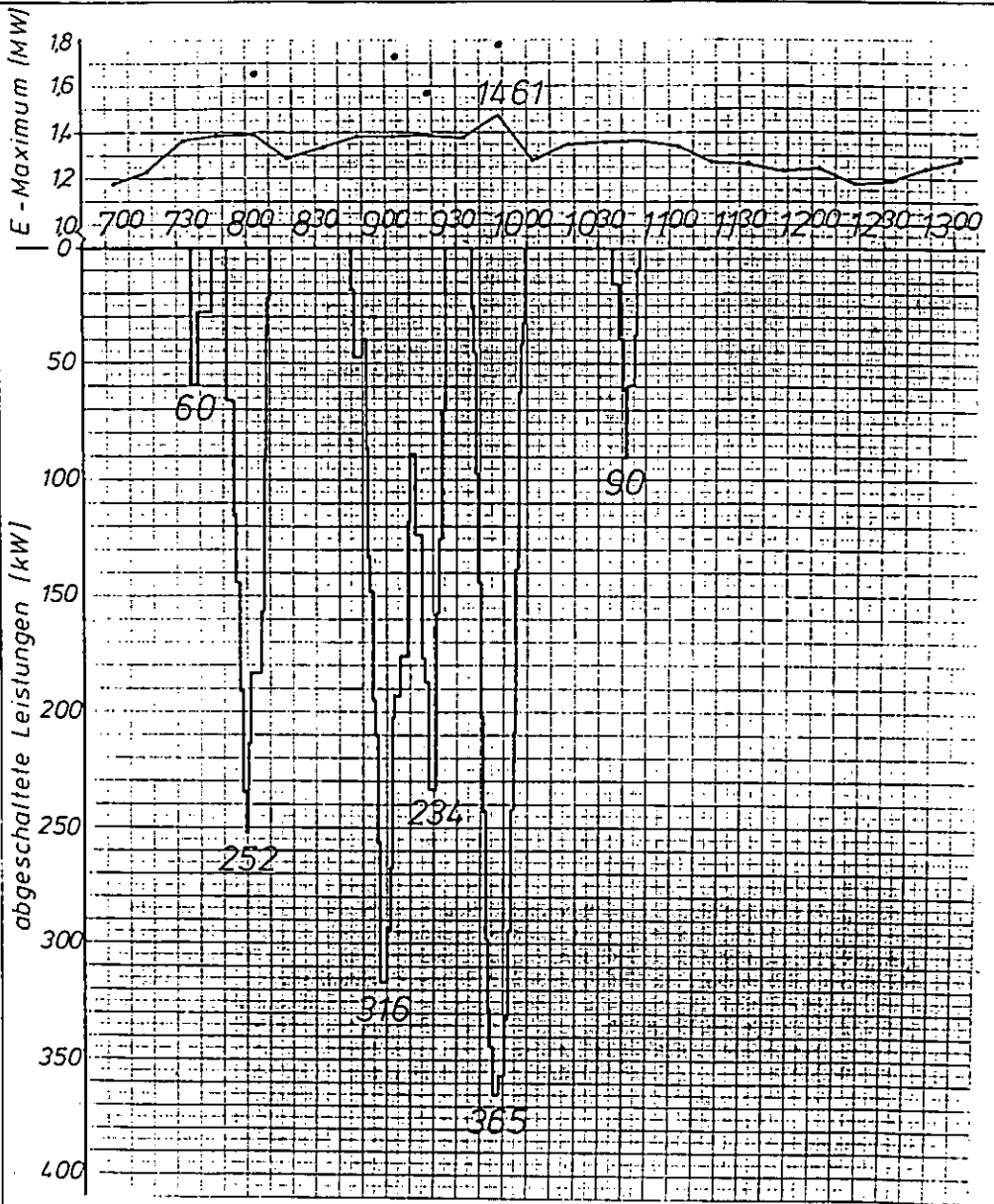
## **Zusammenfassung**

Die Aufgabe der technischen Betriebsführung einer Liegenschaft wie auch eines Produktionsbetriebes verpflichtet zur kostenbewußten Betrachtung der Aufgabenbereiche

**Personalmanagement  
Instandhaltungsmanagement  
Energiemanagement**

Die sich daraus ableitenden technischen und organisatorischen Maßnahmen müssen zu einem komplexen Organisationssystem zusammenwirken. Dazu ist neben einer vorzugsweise delegierenden Personalführungsstruktur auch eine Verlagerung der Verantwortung im Instandhaltungsbereich in die Ausführungsebene notwendig. Für die parallel notwendige Überwachung und Kontrolle sind dann z.B. elektronische Systeme, wie eine ZLT oder eine entsprechend ausgerüstete DDC, unentbehrlich und dienen dann dem Krankenhausbetrieb auch im Sinne von Sicherheit und Verfügbarkeit.

Verfasser:  
Johannes Granz  
Technische Abteilung  
Zentralkrankenhaus Bremen-Ost  
Züricher Straße 40  
2800 Bremen 44  
Telefon 0421/408220  
Telefax: 0421/408447



Datum	12.11.85
Blatt	12.11.85
Capa	
Werkstoff	
Zentralkrankenhaus Bremen-Ost	

Elektro - Maximum

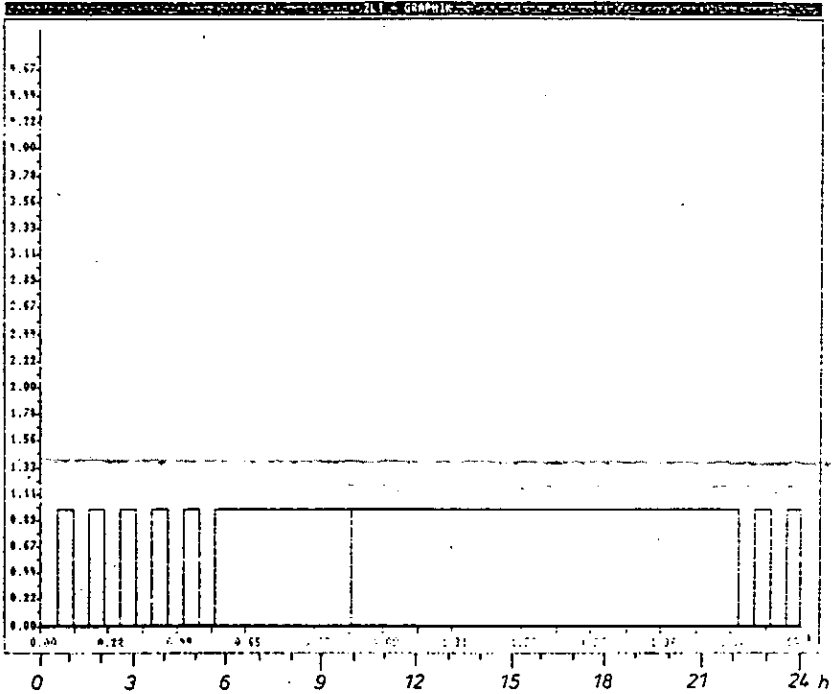
Di, 19.11.1985

Zeichnung

Ausgewerteter Punkt : 1.50.15  
Ausgewerteter Tag : 14.04.87

Standort :

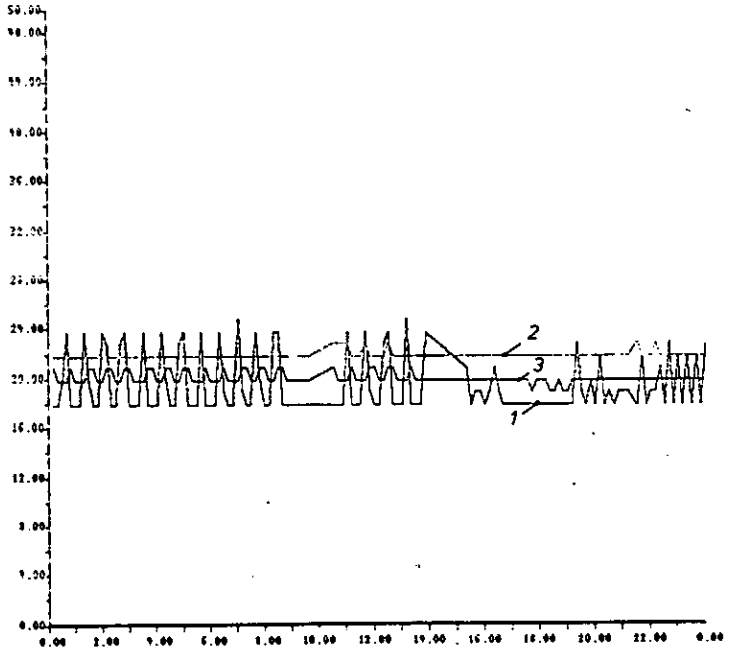
Einheit :



*Intervallbetrieb der Lüftungsanlage  
Chirurgische Ambulanz  
mit der E-Max-Abschaltung um 9<sup>50</sup> Uhr*

Ausgewerteter Tag : 24.10.87

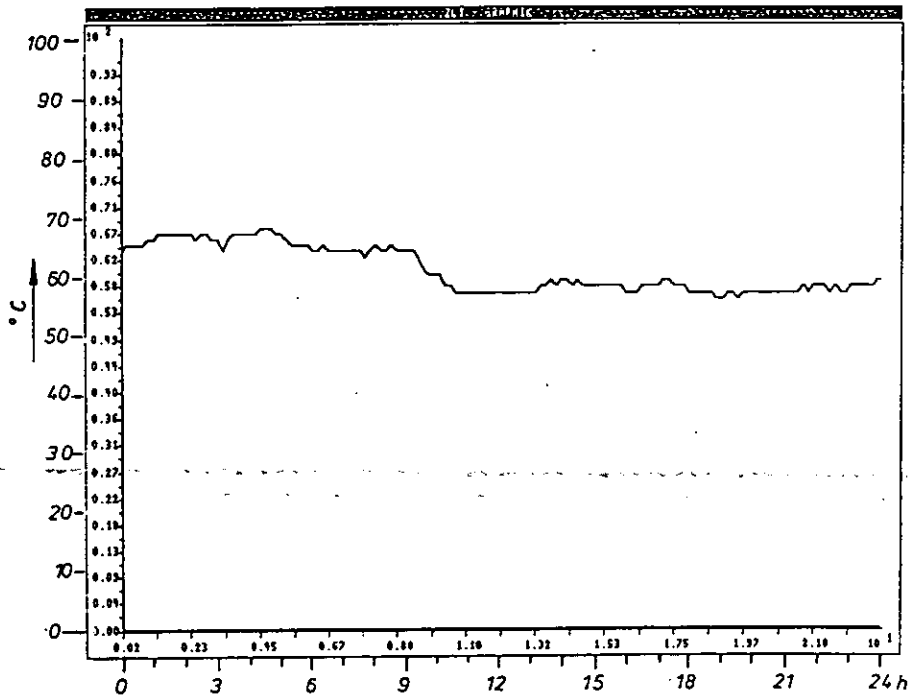
- 1.12.02 22 OP 1 Zulufttemperatur ① Celsius
- 1.13.01 22 OP 1 Einleitung Ablufttemperatur ② Celsius
- 1.13.02 22 OP 1 Ablufttemperatur ③ Celsius



Ausgewerteter Punkt : 3.08.04  
Ausgewerteter Tag : 14.04.87

Standort :

Einheit :

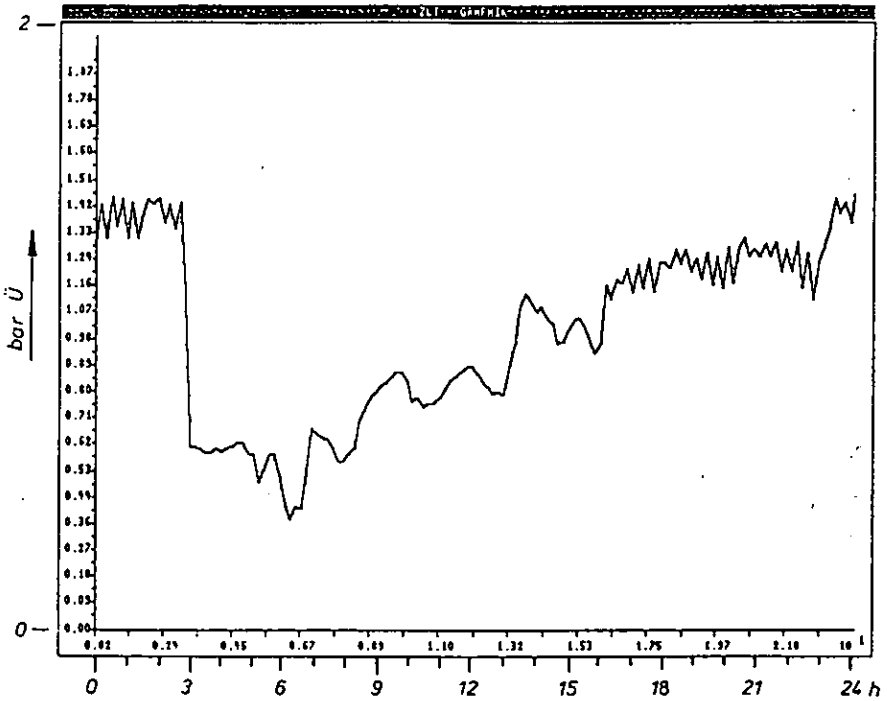


*Fernheizung Areal  
Vorlauf temperatur*

Ausgewerteter Punkt : 6.73.15  
Ausgewerteter Tag : 14.04.87

Standort :

Einheit :

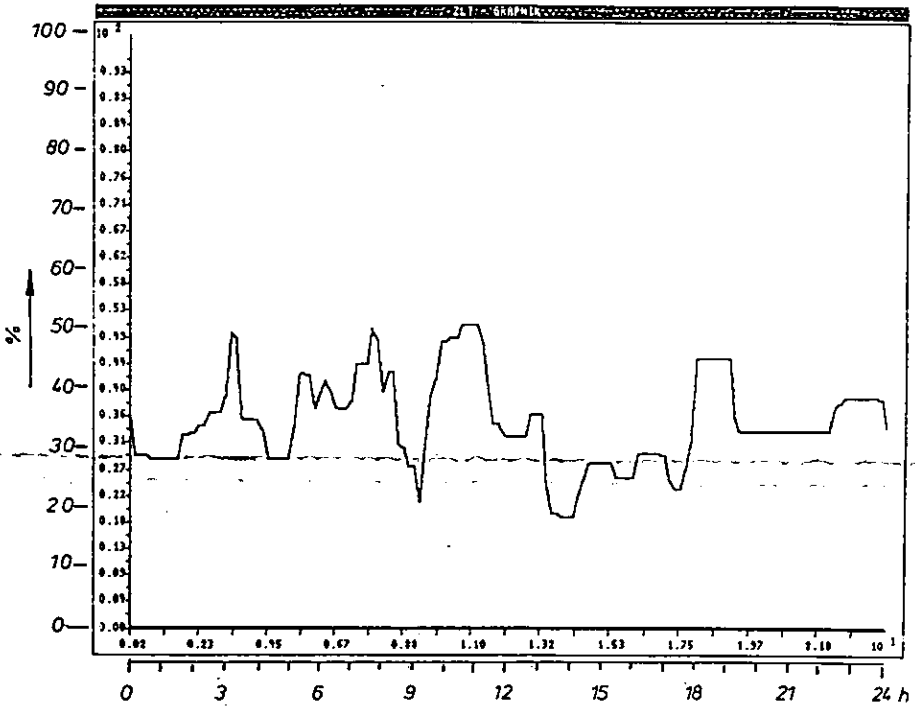


*Fernheizung Areal*  
*Differenzdruckverhalten über 24 h*

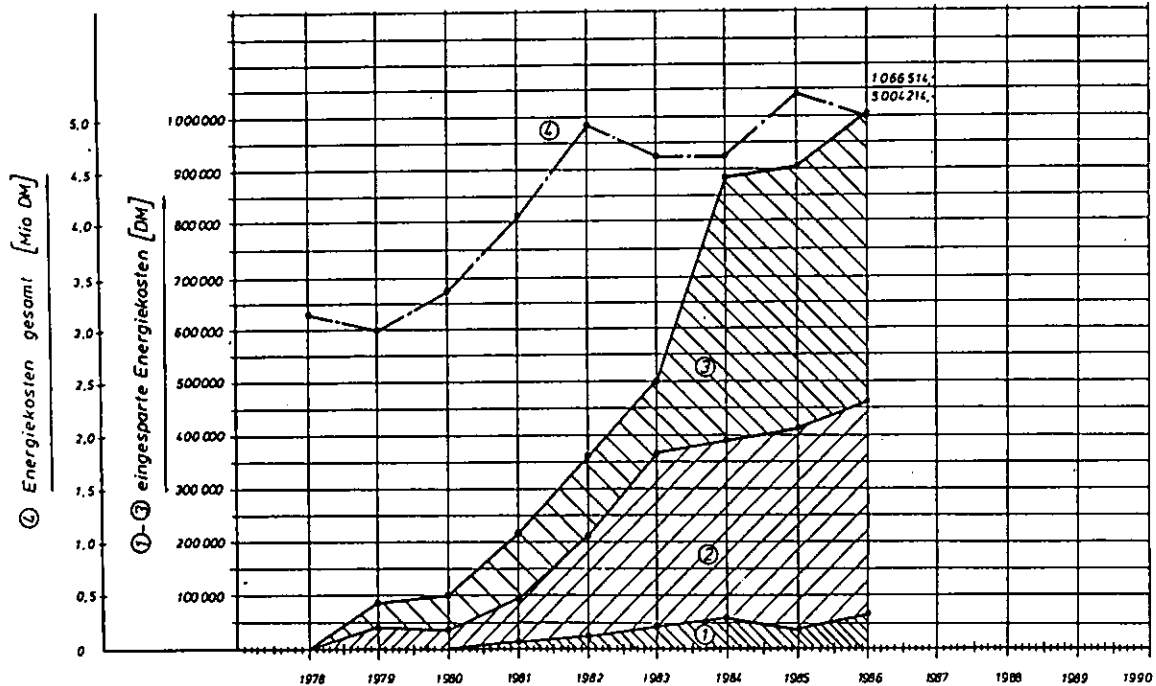
Ausgewerteter Punkt : 6.13.17  
Ausgewerteter Tag : 14.04.87

Standort :

Einheit :



Haus 13, Ventilhub der Strahlpumpe



Entwicklung der Energieeinsparungen

- ① Elektro-Maximum [DM]
- ② elektrische Arbeit [DM]
- ③ Erdgas [DM]

④ Entwicklung der Energiekosten für alle Kliniken des ZKH  
Bremen - Ost. [Mio DM]



Brandmelde- und Überwachungsanlagen  
D. Stinshoff, München

---

»Sicherheit, Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit«

Unter diesem Motto dieses Kongresses wollen wir uns mit Brandmelde- und Überwachungsanlagen beschäftigen.

Brandmelde-, Intrusionsschutz- und Betriebsschutzanlagen sind unter dem Begriff 'Gefahrenmeldeanlagen' zusammengefaßt.

Sie bestehen aus einer mehr oder weniger großen Anzahl von Sensoren, die über Melder-Primärleitungen an eine Zentrale angeschlossen sind und ihre Wahrnehmungen in Form von elektrischen Impulsen oder analogen Meßwerten an diese Zentrale übertragen. Die Zentrale betreut ihrerseits die Sensoren und ergreift beim Einlaufen von Meldungen nach festgelegten Programmen automatische erste Maßnahmen, die wahrgenommene Unregelmäßigkeit wieder abzustellen.

Einige Beispiele:

Ein automatischer Brandmelder signalisiert einen Entstehungsbrand. Die Zentrale bewirkt die Alarmierung der Feuerwehr und löst im Entstehungsbereich des Brandes automatisch eine Löschanlage aus, die den Brand erstickt.

Ein passiver Infrarot-Detektor entdeckt in einem abgesperrten Bereich in den Nachtstunden einen Menschen, der sich durch seine Körperwärme verrät. Die dazu gehörende Zentrale löst einen stillen Alarm aus und die Polizei, die hoffentlich ohne Sonderzeichen vorfährt, kann den Täter auf frischer Tat in Gewahrsam nehmen.

Eine Kühlanlage in einem Kaufhaus oder die Heizungsanlage ist nachts aus dem Regelbereich gelaufen. Der Störungsdienst wird alarmiert, gleichzeitig aber wird die Heizung abgeschaltet oder für die Kühlung ein Reserveagregat eingeschaltet. Das bewirkt die Meldezentrale.

Sicherheit durch fachgerechte Projektierung

Die Sicherheit der Wirkung dieser Systeme und ihre Verfügbarkeit hängt nun von verschiedenen Faktoren ab.

Hier spielt zunächst die Projektierung eine Rolle. Wenn die Sensoren der Überwachungsanlage an der falschen Stelle plaziert sind, können sie nicht oder nicht rechtzeitig reagieren.

Wird der Rauchmelder einer Brandmelderanlage zu nahe an den Ein- oder Auslaß einer Klimaanlage montiert, kann kein Rauch an ihn geraten und er wird nicht ansprechen.

Installiert man einen passiven Infrarot-Melder vor eine geregelte Raumheizung, wird er bei Erreichen bestimmter Temperaturen einen Alarm auslösen, ohne daß ein Mensch im Bereich ist. Häufiges Fehlverhalten fördert die Bereitschaft, einzelne Bereiche vorübergehend außer Betrieb zu nehmen.

Wenn abends der Notruf einer Aufzugsanlage an einer Stelle aufläuft, die von einer bestimmten Zeit an nicht mehr besetzt ist und der Ruf geht nicht automatisch weiter zu einer sicheren Bezugsperson, kann ein später Liftbenutzer die Nacht unter Umständen im Fahrstuhl verbringen.

#### Sicherheit der Funktion

Sicherheit ist aber auch sicheres Funktionieren der Geräte selbst. Es wird immer wieder darauf hingewiesen, daß sich Gefahrenmeldeanlagen doch selbst überwachen. Das ist natürlich richtig. Dabei bleibt aber unberücksichtigt, wie weit die Systeme im anormalen Zustand noch agieren können.

Als man Anfang der 70iger Jahre erste Gefahrenmeldeanlagen mit Mikroprozessoren baute, gab es in solchen Systemen - und teilweise heute noch - einen zentralen Mikroprozessor, der sich zwar selbst überwachen und wieder in den richtigen Schritt bringen konnte, der aber mit seiner Aufgabe oft auch überfordert war. Ein Beispiel aus der Brandmeldetechnik mag hier für viele stehen.

Wenn in einem solchen System der Zentralprozessor ausfiel, gab es bei diesen Anlagen der ersten Generation nur ein dürftiges Notsignal für die Alarmierung der Feuerwehr. Den Alarmsprung konnte und kann man bei Anlagen nach diesem Prinzip heute noch nicht erkennen. Wenn man das einmal in die Praxis umdenkt, dann fährt die Feuerwehr im Alarmfall zu einer Anlage mit bis zu 400 bis 600 Brandmeldern was etwa einer Überwachungsfläche von 30.000 bis 60.000 qm entsprechen kann. Weil es keinen Hinweis auf den Alarmsprung gibt, muß die Feuerwehr warten, bis die Flammen aus dem Dach schlagen oder sie muß das gesamte Gelände von bis zu 60.000 qm absuchen.

Aus diesem Grund baut man heute Meldezentralen in denen die Steuer-, Verwaltungs- und Überwachungsaufgaben auf mehrere Mikroprozessoren verteilt sind, die sich teilweise sogar gegenseitig überwachen.

Ergänzend zum Datenaustausch über Datenleitungen schaffte man zusätzlich Signalverbindungen und damit für den Alarm und Störfall wirksame Redundanzen mit fast voller Anzeige des Alarmursprungs. Hier wurde eindeutig viel in Richtung mehr Sicherheit und mehr Verfügbarkeit aufgewendet.

Außerdem verwendet man heute Sensoren, die mit ihrer Zentrale kommunizieren, so daß eine Integration von Meßwertbeobachtungen über die Zeit möglich ist. Solche Anlagen können leichter als bisher zwischen Stör- und Alarmgrößen unterscheiden. Sie stärken so das Vertrauen in die angezeigten Sachverhalte und erhöhen die Sicherheit.

#### Sicherheit durch Inspektion

Natürlich spielt auch die regelmäßige Inspektion der Anlagen eine Rolle.

Detektoren reduzieren im Laufe der Einsatzzeit teilweise ihre Wirkungseigenschaften. So können Rauchmelder durch Verschmutzen empfindlicher aber auch völlig taub werden. Durch Änderung der Raumnutzung kann ein Detektor überfordert sein. Solche Mängel werden bei Inspektionsbesuchen abgestellt.

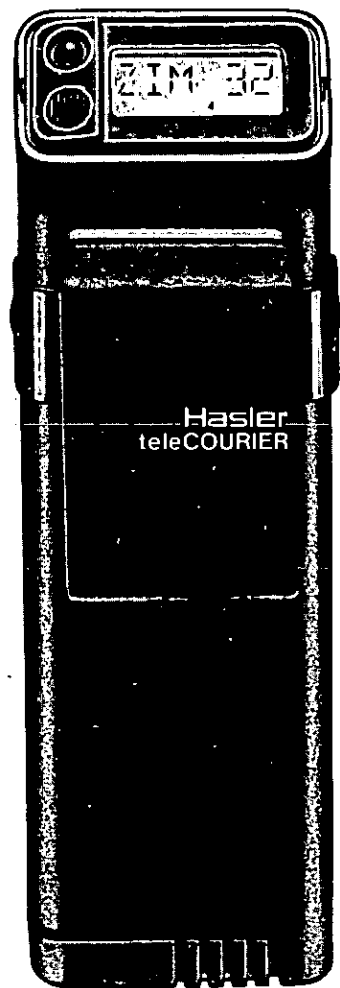
Es ist eine Selbstverständlichkeit, daß Projektierung, Planung, Montage und Inspektion von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt wird. Der Verband der Sachversicherer hat Regeln erstellt, an denen die Qualifikation der Errichter gemessen wird.

#### Wirtschaftlichkeit

Es sollte noch ein Wort über die Wirtschaftlichkeit fallen.

Der Wert einer Überwachungseinrichtung ist immer dann schwierig zu beweisen, wenn man mit Dingen argumentieren muß, die entweder nicht existieren oder nicht stattfinden, deren Ereignis man auch gar nicht wünscht. Konkret soll das heißen:

# Draht- los auf Draht.



**Hasler**

Hasler GmbH · Roggensteiner Str. 19  
8037 Olching · Telefon: 08142/179.  
Telex 527955 hasd  
Teletex 8/42 83 00 haslerd

Damit etwas geschieht, bevor etwas passiert, informiert Sie die Hasler teleCOURIER Personensuchanlage sofort alphanumerisch, mit 4 Speichern und 2-Ton-Alarmru...  
Fordern Sie unseren Prospekt an! **Klare Information**

Wenn jemand die verbindliche Garantie dafür übernimmt, daß während der ganzen Betriebszeit eines Krankenhauses sich garantiert keine Zwischenfälle ereignen, wie Feuer, Einbruch oder Betriebsstörung, dann wäre es sicher die wirtschaftlichste Lösung, auf entsprechende Überwachungseinrichtungen zu verzichten.

Die Praxis lehrt uns aber, daß diese Ereignisse trotz aller Vorsichtsmaßnahmen und Vorkehrungen eintreten. Oft ist es eine Mischung aus technischen Defekten und menschlichem Versagen, die zu den kleinen bis großen Katastrophen führen.

Unter diesen Umständen kann man Überwachungsanlagen mit gutem Gewissen nicht ablehnen. Die Frage ist das Maß des Schutzes.

Hier gilt es zu differenzieren. Die Betriebsüberwachung läßt hier keinen Kompromis zu. Aufzugsanlagen, Heizungen, Kühlungen und Klimaanlage bedürfen der 100%igen Überwachung und der Übertragung aller Meldungen an eine zuverlässig ständig besetzte Stelle.

Für die Einbruchsicherung kommen alle Bereiche mit teuren, wichtigen oder gefährlichen Dingen infrage. Die Apotheke, die Hauptkasse, das Rechenzentrum, Bereiche der Verwaltung sind einige Beispiele.

Für den Brandschutz empfehlen Brandverhüter vor allem mit schlechten Erfahrungen teilweise schon den Vollschutz, d.h. Überwachung aller Räume des Hauses. Auf jeden Fall aber sind alle nur sporadisch begangenen Räume wie Lager jeder Art, Wäschereien und Küchen mit automatischen Meldern zu bestücken. In Fluren und Treppenhäusern haben Druckknopfmelder ihren Platz und alle Gänge und Ausgänge sind mit Hinweiszeichen auf den optimalen Fluchtweg zu kennzeichnen.

Ein Thema von wesentlichem Einfluss ist noch die Bildung einer zentralen Leitwarte für größere Krankenhauseinheiten. Da geht der Trend zur universellen Überwachungsanlage.

Hier baut man zwar weiter artenreine, autarke Einzelanlagen für die unmittelbar betreuten Sensoren faßt aber deren Daten später zusammen und leitet sie einer zentralen Bedieneinheit in der zentralen Leitstelle zu,

von der aus dann gezielt alle Maßnahmen ergriffen bzw. eingeleitet werden können. Hier stehen dann auch über elektronische Informationssysteme alle erforderlichen Detailinformationen zur Abhilfe zur Verfügung.

Nutzte man anfangs den Mikroprozessor für die Bedien- und Informationsoberfläche, für konzentrierte Klartextanzeigen und Protokollführung aber auch für alle Überwachungs- und Prüfprozeduren, schafft man jetzt auch die Voraussetzungen für die Kommunikationsfähigkeit der Systeme. Damit ist der Weg für die Vernetzung dieser Anlagen und zum Datenaustausch frei und zwar auf eine wirtschaftlich auch vertretbare Weise über Zweidrahtleitungen der privaten oder öffentlichen Telefonnetze.

So verfügen die Leitstellen nicht nur über ein mehr oder weniger anonymes Lichtsignal als Alarm- oder Störungsanzeige sondern über Informationen im Klartext, die auch ohne besondere Hilfsmittel bereits eine Menge Informationen über die näheren Umstände am Ort des Geschehens geben.

Weitere Daten mit Einzelheiten über den Ort des Geschehens, das Lagern gefährlicher Güter, seien es Gifte oder explosive Stoffe und vor allem die Lage des Einsatzortes in einem Haus, in einem Klinikkomplex oder in einer Stadt, findet man ebenfalls über das Auskunftssystem.

Es ist verständlich, daß sich bei dieser Bandbreite nur bedingt Zahlen für die Anschaffung eines Systems nennen lassen.

Die Einflüsse auf den Preis sind zu vielseitig. Das gilt ebenso für die eigentlichen Aufwendungen der Anschaffung als auch für die regelmäßige Inspektion und Wartung.

Erkennen und gebührend bewerten wird man die Anschaffung erst, wenn man aus eigenen Erfahrungen erkannt hat, welchen Schaden die Gefahrenmeldeanlage hat verhindern können. Dann nämlich wird deutlich, daß sich die Investition gelohnt hat.

#### Anschrift des Verfassers

Dipl. Ing. Dieter Stinshoff  
Siemens AG  
Bereich Sicherungs- und Meldetechnik  
Hofmannstr. 51  
D 8000 München 70

## Sanitärtechnik und Behinderte

- Erkenntnisse aus einer Rheumaklinik

H. Feurich, Berlin

Die Planung und Ausführung sanitärtechnischer Einrichtungen unterliegt im Krankenhausbau in besonderem Maße, d. h. vorrangig, Anforderungen der Hygiene und der Benutzung durch Behinderte. Die Aufgabenstellung liegt hierbei in dem Erkennen der Problemstellung und deren Lösung in einer zu fordernden Detailplanung. Nachstehend wird hierauf mit Beispielen an Hand einjähriger Betriebserfahrungen einer Rheumaklinik eingegangen.

### 1 Hygienemaßnahmen

- installationstechnische Schlußfolgerungen

Die aus der hygienischen Problemstellung abzuleitenden Hygienemaßnahmen betreffen mit der Vermeidung von Infektionsquellen Fragen der körperlichen und räumlichen Sauberkeit, der Installation, der Desinfektion und der Sterilisation.

#### Waschen unter fließendem Wasser

Die Waschvorgänge werden nach ihrem Anwendungsbereich in Hände-, Unterarm-, Gesicht-, Kopf- und Oberkörperwaschen sowie Unterkörper-, Fuß- und Beinwaschen unterteilt. Die hygienischen Anforderungen bestehen grundsätzlich in ihrer Durchführung unter fließendem Wasser.

Für das Händewaschen, das nach Häufigkeit und Dringlichkeit als vorbeugende Hygienemaßnahme an erster Stelle steht, sollte nach der WC-Benutzung Kaltwasser ausreichend sein. Danach können alle WC-Räume für Patienten, Personal und Besucher mit Waschbekenanlagen für Kaltwasserentnahme ausgestattet werden. Das bedeutet eine Einschränkung für die Ausbreitung des Abwasserkeimes *Pseudomonas aeruginosa*, eine Reduzierung der installations-technischen Maßnahmen gegen Legionärsbakterien und eine Verringerung der Baukosten. Grundsätzlich sollten Waschbecken innerhalb von WC-Kabinen angeordnet werden (Bild 1), um eine Verschmutzung des Türgriffes weitgehendst auszuschließen.

Das Waschen des Unterkörpers, der Füße und Beine erfolgt im allgemeinen nur ungenügend, da eine entsprechende den Kranken-

zimmern zugeordnete Sanitäreinrichtung, das Bidet, fehlt. Den verschiedenen Körperpartien und ihrer unterschiedlichen Verschmutzung wird im Krankenhaus mit zwei Waschlappen und zwei Handtüchern je Patient und mit Aufhängehaken in entsprechender Anzahl am Waschplatz Rechnung getragen. Es erscheint angebracht, den Waschplatz neben dem Waschtisch mit einem Bidet einzurichten.

In dem Beispiel der Rheumaklinik wird dem Bedürfnis des Unterkörperwaschens mit einem Bidet in jedem Stationsbad Rechnung getragen, auch können die Duschbäder in der Sanitärzone dafür genutzt werden.

### Baden

Das Baden auf der Krankenstation dient vornehmlich der Körperreinigung, gelegentlich auch medizinischen Anwendungen. Das als ausreichend angesehene einmalige wöchentliche Reinigungsbad [1] sollte in der Sanitärzone als Dusch- oder Wannenvollbad genommen werden können. Das Stationsbad, mit Badewanne und Brausestand eingerichtet, genügt solchen Anforderungen nicht. Es ist in der Hauptsache als Aufnahme- und Entlassungsbad sowie als Reinigungsbad vor Operationen zu benutzen.

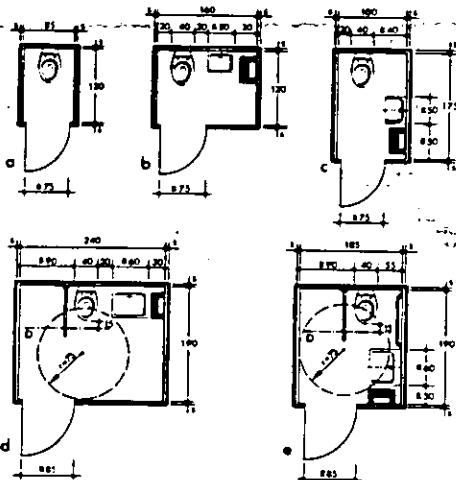


Bild 1 Bemessung von WC-Kabinen  
a) mit Klosettbecken; b) und c) mit Klosettbecken, Waschbecken, Papierhandtuchspender und Papierkorb;  
d) und e) wie b) und c) für Rollstuhlbenutzer



Die Empfehlung geht dahin, auf jeder Krankenstation zwei Einbettzimmer mit vorgeschaltetem Wannenbad einzurichten, damit Nutzungs- und Komfortansprüchen der Patienten Rechnung getragen werden kann.

Das Brausebad auf der Krankenstation wird als Reinigungsbad und auch zur Vorreinigung stationärer Patienten vor einer Behandlung in der Physikalischen Therapieabteilung angewandt. Die Anwendung ist aus der Sicht der Behandlungskosten, infolge einer kurzen Benutzungszeit von etwa 5 Minuten und eines Wasserverbrauchs von etwa 35 bis 55 Liter pro Bad, mit einem geringen Aufwand verbunden. Das Brausebad kann aber auch aus medizinischen Gründen, z. B. infolge geringer Kreislaufbelastung, besser getragen werden. Aus hygienischer Sicht ist das Baden unter fließendem Wasser wie das Waschen unter fließendem Wasser vorteilhaft, wenn auch eine Gefährdung durch Einatmen eines legionellenhaltigen Aerosols beim Duschen und durch Fußpilz nicht ausgeschlossen werden kann. Zur Ausschaltung einer solchen Gefährdung müssen installationstechnische Maßnahmen getroffen werden.

Die Krankenstationen der Rheumaklinik wurden in der den Krankenzimmern vorgeschalteten Sanitärzone mit 1 Duschkabine ohne und 6 Duschkabinen mit WC und Waschbecken sowie einer Duschkabine für Rollstuhlbenutzer eingerichtet (s. Bild ). Bei der Ermittlung der Betriebskosten in Abhängigkeit von der Armaturen- und Thermostat-Elektronikbatterien, wurde nach einer Untersuchung [2, 3] folgendes Ergebnis ermittelt:

225 Krankenbetten

85% Belegung nach statistischen Angaben

40% davon bettlägerig

gehfähige Patienten: Anteil 60%, 1 Brausebad/wo

bettlägerige Patienten: Anteil 40%, 2 Brausebäder/wo

Anzahl der Brausebäder:

$225 \times 0,85 \times 0,60 \times 1,0 \times 52 = 5.967$  Brausebäder/a

$225 \times 0,85 \times 0,40 \times 2,0 \times 52 = 7.956$  Brausebäder/a

Summe = 13.923 Brausebäder/a

Wassereinsparung von 36 °C [2, 3]:

Zweigriff-Mischbatterie	0,0	1/Bad -	0	1/a
Thermostatbatterie	0,965	1/Bad -	13.436	1/a
Thermostat-Selbstschlußbatterie	14,250	1/Bad -	198.403	1/a
Thermostat-Elektronikbatterie	17,850	1/Bad -	248.526	1/a

In Abwägung mit den Investitionskosten erfolgte die Ausstattung der Brausebäder auf den Krankenstationen mit Thermostatbatterien, Handbrausen und Gleitstangen. Im Vergleich mit Zweigriffbatterien wird, bei einer Warmwassertemperatur von 60 °C in der Verteilungsleitung, eine Verbrühungsgefahr und eine damit durch Erschrecken verbundene Unfallgefahr ausgeschlossen.

#### Ausscheidungen

Die Problemstellung des Stuhlgangs, des Urinierens und der Afterreinigung sei an dieser Stelle mit angesprochen, da ein Zusammenhang für das Wohlbefinden der Patienten, aber auch zu einer räumlichen Verschmutzung und einer Infektionsgefährdung gegeben ist.

#### - Stuhlgang

Das Kriterium der Klosettbenutzung ist die Afterreinigung nach dem Stuhlgang, die üblicherweise mit Klosettpapier durch abwischen vorgenommen wird. Damit verbunden ist eine Verschmutzung des Afters, die je nach Art des Stuhlgangs mehr oder weniger durch Verwischen der Exkremente und Verkleben derselben in der Behaarung entsteht. Hygienisch einwandfrei ist die Afterreinigung nur durch Waschen und anschließendes Abtrocknen zu lösen. Bei Hämorrhoiden (krankhaft erweiterte Mastdarmvenen, Knoten) sollte die Afterreinigung ausschließlich durch Waschen und Spülen erfolgen, da Sauberkeit eine wichtige Voraussetzung zur Vermeidung von Beschwerden und für die Heilung ist.

Stuhlgangbeschwerden, die häufig in Form einer ungenügenden Darmentleerung eine Störung der Tätigkeit des Dickdarmes und Mastdarmes zur Ursache haben, beeinflussen das Krankheitsbild nachteilig. In leichten Fällen genügt eine Umstellung der Ernährung auf frisches Gemüse, Obst und Vollkornbrot mit möglichst vielen Belastungsstoffen. Der Behandlung dienen Klister, die das Einbringen kleiner Flüssigkeitsmengen mittels

Gummi- oder Klistierspritze in den Mastdarm betreffen, und der Einlauf, der das Einbringen größerer Flüssigkeitsmengen betrifft. Darüber hinausgehend kommen Darmbäder in der Hydrotherapie zur Anwendung. Die Wirkung des Klistiers und des Einlaufs liegt in einem mechanisch-thermischen Reiz auf den Darm, beim Einlauf vor allem in der Dehnung der Darmwände, wodurch die Peristaltik des Darmes zusätzlich angeregt und der Stuhl herausbefördert wird. Eine verhältnismäßig einfache, vom Patienten selbst anzuwendende Maßnahme zur Verbesserung des Stuhlgangs und der Darmentleerung, ist die Analunterdusche. Der Durchfluß sollte im Bereich von etwa 4 bis 12 l/min und die Wassertemperatur von etwa 15 °C bis 40 °C regulierbar sein. Mit der Veränderung des Durchflusses muß gleichzeitig der Druck des Wasserstrahls, d. h. die Strahlhöhe einstellbar sein. Die Anwendung ist mit der Indifferenztemperatur von etwa 36 °C zu beginnen und bei individueller Durchfluß- und Temperatursteigerung weiterzuführen. Nach erfolgter Darmentleerung ist eine kurze kalte bis kühle Dusche von etwa 18 °C bis 28 °C anzuschließen. Die Anwendung bewirkt gleichzeitig eine Afterreinigung und erübrigt die Benutzung von Klosettpapier.

Die geeignete Sanitäreinrichtung ist das Bidet mit eingebauter Unterdusche, mit der alle Anforderungen an Durchfluß, Strahlstärke und Wassertemperatur erfüllbar sind. Ein Nachteil besteht jedoch in der Fäkalienverschmutzung des Bidetbeckens, der erforderlichen Reinigung und Desinfektion nach jeder Benutzung. Einer entsprechenden Verwendung im Krankenhaus steht eine Infektionsgefährdung entgegen. Geeignet sind dagegen Klosett- und Klosettsitzkombinationen (s. Bilder 6 u. 7). Bei diesen Einrichtungen besitzt die Unterdusche allerdings nur einen Durchfluß im Bereich von 0,2 bis 2 l/min und ein elektrischer Anschlußwert von 860 W, 1300 W bzw. 1400 W beschränkt die Anwendungsdauer bei einer Warmwassertemperatur von 38 °C auf etwa 15 s. Hier sind eingehendere Untersuchungen über Funktionsanforderungen und Leistungsverbesserung anzustellen.

#### - Harnentleerung

Die Harnentleerung erfolgt aus anatomischen Gründen bei den Frauen in sitzender Stellung auf dem Klosett, bei den Männern

gewöhnlich in stehender Stellung vor einem Urinalstand oder vor dem Klosett. Da im Krankenhausbau von der früher üblichen Einrichtung, für Männer je ein PP-Becken auf 10 Betten der Abteilung [4], in den Krankenhausverordnungen [5] abgegangen wurde und das Urinal nur noch bei WC-Räumen für Männer in Verbindung mit Personalumkleideräumen, mit Cafeteria und Bistro eingebaut wird, muß eine damit verbundene Problemstellung gelöst werden. Bei einer Harnentleerung der Männer aus stehender Stellung in ein Klosett führt die Streu- und Spritz-Charakteristik des Urinalstrahls bei nicht hochgeklapptem WC-Sitz zu dessen Verschmutzung. Eine solche ist allerdings auch bei hochgeklapptem Sitz nicht ganz auszuschließen. Interessant ist auch eine Untersuchung aus Großbritannien, bei der 96% der befragten Frauen angaben, sich in einer öffentlichen Einrichtung niemals auf die Toilette zu setzen und die Harnentleerung in hockender Schwebestellung vorzunehmen [6]. Der WC-Sitz wird nicht berührt. Die Folge ist - besonders wenn man in Eile ist -, Urin tropft auf den Sitz und auf den Fußboden. Das Problem besteht also für beide Geschlechter. Hier kommt es darauf an, die Einsicht zu vermitteln, daß die Harnentleerung in sitzender Stellung gründlicher als in stehender Stellung und gesundheitlich vorteilhafter ist; daß der Körperkontakt mit dem WC-Sitz keine Gesundheitsgefährdung bedeutet. Die Hygiene kann auch durch Verwendung von Papier-Sitzrosetten aus automatischen Spendern, die beim Spülvorgang abgezogen werden, oder auch durch Auflegen von Klosettpapier auf den Sitz von Hand verbessert werden.

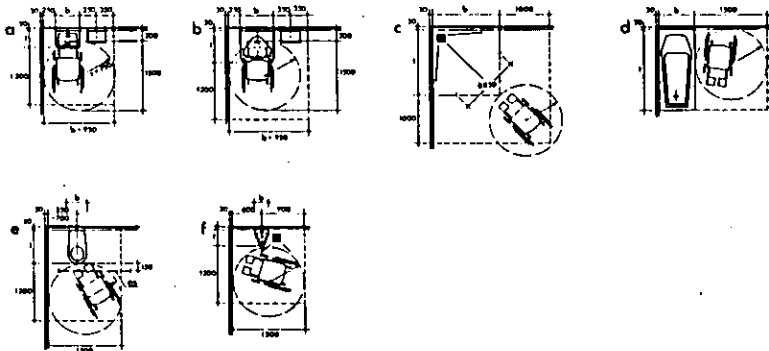
## 2 Sanitarräume und Sanitäreinrichtung

Die Raumgröße von Sanitarräumen unterliegt mit der Stellfläche für die Sanitäreinrichtung und das Ausstattungszubehör, mit den zu deren Benutzung erforderlichen Bewegungsflächen und einzuhaltenden Abständen zwischen Stellflächen, Wänden und Wandöffnungen grundsätzlichen Anforderungen, die bei der Planung zu berücksichtigen sind. Für den Krankenhausbau kommen besondere Nutzungs- und Hygieneanforderungen hinzu, die sich für eine Rheumaklinik aus dem durch entzündete und versteifte Gelenke, Muskelhärtungen und Sehnenentzündung, eine damit

einhergehende Bewegungs- und Gehbehinderung, und einen durch vielerlei wechselnde Schmerzen gekennzeichneten Krankheitszustand der Patienten ergeben. Mit der Behinderung besteht ein größerer Raumbedarf. Das gilt in besonderem Maße für Rollstuhlbewerber mit einer vergleichsweise großen Stell- und Wendekreisfläche für den Rollstuhl (Bild 2) [7, 8, 9]. Bei unterfahrbaren wandhängenden Einrichtungen kann eine Unterfahrungs-tiefe vom etwa 30 cm bis maximal 50 cm genutzt werden, was natürlich eine entsprechende Objektiefe voraussetzt.

## 2.1 Sanitärgegenstände

Form, Oberfläche und Wandanschluß wandhängender Sanitärobjekte sollen eben gehalten sein und dürfen keine Schmutzecken aufweisen. Alle der Verschmutzung ausgesetzten Bereiche bei Wasch-, Bidet-, Klosett-, Urinalbecken und dergleichen, vor allem die Beckenmulde, die Beckenoberfläche und der Wand- bzw. Bodenanschluß, müssen gut einsehbar und zugänglich sein.



**Bild 2** Stell- und Bewegungsflächen der Sanitäreinrichtung in Sanitärräumen für Rollstuhlbewerber  
a) Handwaschbecken ( $b \approx 500$  mm,  $t \approx 350$  mm) mit Stoff- oder Papierhandtuchspender  
b) Waschtisch ( $b \approx 600$  mm,  $t \approx 500$  mm) mit Stoff- oder Papierhandtuchspender  
c) Brausestand mit Bodenablauf und Duschtrennung ( $b = t \approx 1400$  mm)  
d) Einbaubadewanne ( $b \approx 750$  mm,  $t \approx 1700$  mm)  
e) Wandklosett ( $b = 360$  bis  $400$  mm,  $t \approx 600$  mm)  
f) Wandurinal ( $b = 300$  bis  $370$  mm,  $t = 285$  bis  $370$  mm)

### Waschbecken

Waschbecken und Waschtische sollen grundsätzlich zum Waschen unter fließendem Wasser benutzt werden. Sie sind aus hygienischen Gründen ohne Ablaufverschluß und ohne Überlauf zu verwenden. Für die Durchführung von Armbädern in den Krankenzimmern im Rahmen der Behandlung (in stehendem Wasser mit Badezusätzen) oder als relativ einfache Therapie als fließendes Armbad bei plötzlich auftretenden Herzbeschwerden, ist ein Ablaufverschluß mit Plexiglas-Standrohr geeignet. Die Standrohre besitzen eine allseitig glatte, absatzlose Oberfläche und sind durchsichtig. Sie sind leicht zu reinigen, zu desinfizieren, austauschbar und eine Verschmutzung ist erkennbar.

Eingeformte Seifenschalen sind ungeeignet, da eingelegte Stückseife auf der Unterseite aufweicht und zur schnellen Verschmutzung der Waschtischoberfläche führt. Es ist davon auszugehen, daß die Patienten im Krankenzimmer ihre eigene Stückseife in einer mitzubringenden Seifendose ablegen. Waschbecken in Dienstzimmern, Untersuchungs- und Behandlungsräumen, Toiletten, Pflegearbeits- und Entsorgungsräumen sind mit Seifenspendern auszustatten [5]. Für die hygienische Händedesinfektion sind Händedesinfektionsspender in allen Krankenzimmern, Dienstzimmern, Untersuchungs- und Behandlungsräumen, Personaltoiletten, unreinen Pflegearbeitsräumen und Eingangsschleusen vorgeschrieben [5].

Zulaufarmaturen sind bei Waschbecken und Waschtischen als Wandarmaturen zu verwenden. Sie lassen den hinteren Beckenrand als sogenannte "nasse" Ablagefläche frei, erleichtern damit das Reinigen, ergeben installationstechnisch eine kurze Rohrführung und ermöglichen das Füllen von Waschsüsseln.

Der Wasserstrahl soll bei Waschvorgängen unter fließendem Wasser senkrecht von oben oder schräg von vorn auf die zu benetzenden Körperteile oder in die schöpfend aufgehaltene Hände fallen. Das abtropfende Wasser soll gleichzeitig in die Beckenmulde gelangen. Entsprechend den Darstellungen in Bild 3 soll der Wasserstrahl bei voll geöffneter Zulaufarmatur in Fließrichtung hinter dem Ablaufventil, etwa in der Mitte der Beckenmulde, auftreffen. Bei einem schräg stehenden Auslauf ist zu beachten, daß der Wasserstrahl bei geringem oder tropfendem Ausfluß um etwa

20 mm hinter das Auslaufmündstück zurückfällt. Damit der Wasserstrahl auch dann noch in die Beckenmulde trifft, soll die Mindestausladung  $A_{\min}$  des Auslaufes so bemessen werden, daß der Wasserstrahl einen Sicherheitsabstand von 10 mm zur Rückwand der Beckenmulde erhält.

$$A_{\min} = a + 10 + 20 + 10 = a + 40 \text{ mm} \quad (1)$$

Bei einem Standrohr-Ablauf ist zu beachten, daß der Wasserstrahl in Flierichtung vor dem Standrohr in die Beckenmulde fällt. Das wird mit einer entsprechenden Ausladung des Auslaufes, bei Wandbatterien mit Anschlußverlängerungen oder mit einem richtungseinstellbaren Kugelgelenk-Auslaufmündstück erreicht.

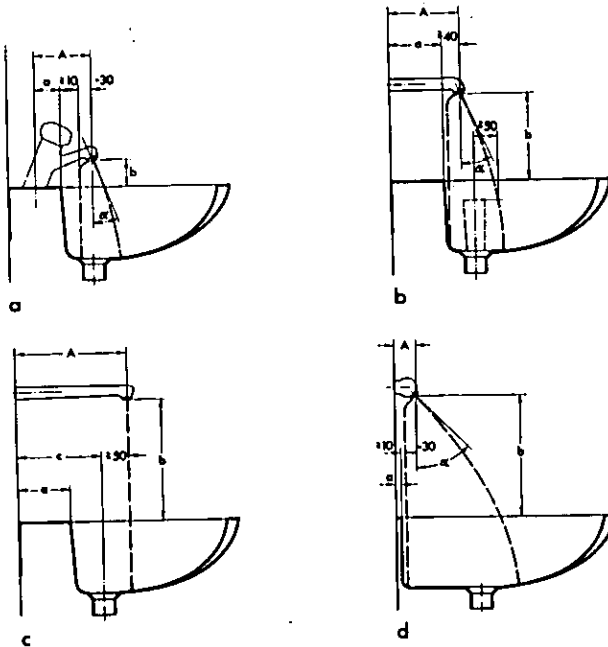


Bild 3 Aulaufrordnung und Strahlführung von Zulaufarmaturen bei Waschbecken  
a) Standarmatur mit schräggehendem Auslauf  
b) Wandarmatur mit schräggehendem Auslauf und kleiner Ausladung  
c) Wandarmatur mit senkrechtstehendem Auslauf und großer Ausladung  
d) Wandarmatur mit schräggehendem Auslauf und kurzer Ausladung

Der Auslauf darf den Benutzer bei den Waschvorgängen nicht behindern. Das gilt vor allem für das Gesicht- und Kopfwaschen, um eine Stoßgefährdung auszuschließen. Der Auslauf soll für diese Waschvorgänge möglichst nur die Mindestausladung  $A_{\min}$  und eine Auslaufneigung von etwa  $30^\circ$  gegen die Senkrechte besitzen, d. h. nur etwa 40 mm in die Beckenmulde hineinragen.

Das Füllen von Waschschüsseln, eine Forderung z. B. bei Waschtischanlagen in Krankenzimmern, bedingt bei einer Schüsselhöhe von etwa 110 mm zwischen Waschtischoberkante und Auslaufunterkante einen Abstand von  $b = 140$  bis 180 mm.

#### Bidet

Das Bidet sollte zur Einrichtung der Waschplätze in den Krankenzimmern bzw. der WC- und Baderäume innerhalb einer den Krankenzimmern vorgeschalteten Sanitärzone gehören. Die Wahl zwischen Fußboden- oder Wandbefestigung sollte für letztere entschieden werden, da für Behinderte die Anbringungshöhe wählbar ist und die Fußbodenfreiheit die Raumreinigung erleichtert.

#### Klosett, Klosett Kombination

Die zur Auswahl stehenden Klosett-Grundtypen sind das Flachspül- und das Tiefspülklosett. Das Flachspülklosett besitzt eine flache Schüssel mit geringem Wasserstand, in der die Fäkalien zunächst sichtbar und damit kontrollierbar liegen bleiben. Von ärztlicher Seite wird eine solche Kontrolle für bestimmte Patientengruppen für notwendig gehalten [10]. Der damit verbundene Nachteil der Geruchsbelästigung ist dann von untergeordneter Bedeutung. Beim Tiefspülklosett fallen die Fäkalien sofort in das tiefe Wasser des Geruchverschlusses. Sie sind damit nicht kontrollierbar, andererseits verhindert das sie umgebende Wasser eine Geruchsbelästigung. Störend ist das Aufspritzen des Wassers bei der Benutzung, das durch vorheriges Einwerfen eines Papierblattes zu verhindern ist.

Klosett- und WC-Sitzkombinationen mit Warmwasser-Unterdusche und Warmlufttrocknung (Bilder 4 u. 5) lösen das Problem der Afterreinigung durch Waschen und anschließendes Abtrocknen selbsttätig. Der Anwendungsbereich ist allgemein sowie speziell für Ohnhänder, Körperbehinderte, Hämorrhoiden- und Infektionskranke,



sowie zur Erfüllung besonderer Ansprüche an eine hygienische Klosettbenutzung gegeben. Auf die Notwendigkeit einer wissenschaftlichen Untersuchung und Beurteilung der therapeutischen Anforderungen und Anwendung sei hingewiesen.

Eine weitere Problemstellung des Klosetts ist die Montagehöhe, die bei Standklosetts 390 bis 400 mm beträgt und bei Wandklosetts mit 400 mm als normal angesehen wird. Die Sitzhöhe ist dabei um die Dicke des WC-Sitzes von etwa 35 mm größer als die Montagehöhe. Die Sitzhöhe soll nach DIN 18024 T2 [7] für Behinderte und alte Menschen, und nach DIN 18025 T1 [8]

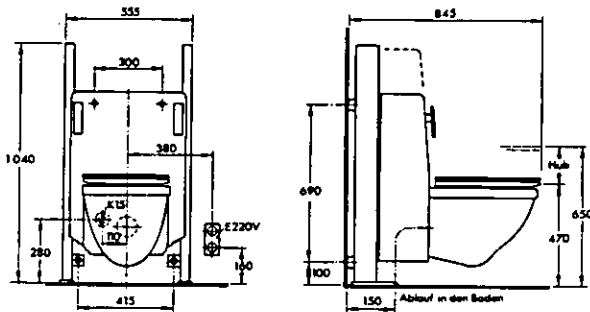


Bild 4 Höhenverstellbare automatische WC-Anlage Clos O Mat mit stufenlos einstellbarer Sitzhöhe von 470 bis 650 mm (Sulzer Anlagen- und Gebäudetechnik)

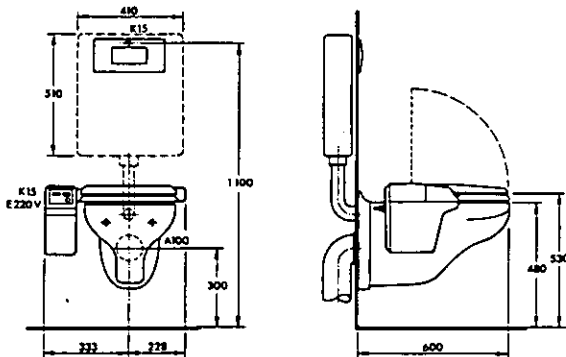


Bild 5 Wandklosett mit WC-Sitzkombination WashAir 100 (KERAMAG)

für Rollstuhlbenutzer 500 mm betragen. Die keramische Industrie liefert ein bodenstehendes Klosett mit einer Höhe von 500 mm, so daß unter Berücksichtigung des WC-Sitzes eine Sitzhöhe von 535 mm erreicht wird. Nach Philippen [9] soll die Sitzhöhe mindestens 500 mm und maximal 550 mm betragen; sie soll für Rollstuhlbenutzer etwa der Sitzhöhe des Rollstuhls mit 510 bis 530 mm entsprechen, da ein Umsteigen auf gleiche Sitzhöhe am einfachsten zu bewerkstelligen ist. Für Behinderte mit Hüftleiden kann eine Sitzhöhe bis 600 mm in Frage kommen.

Wandhängende Klosettbecken können in jeder gewünschten Montagehöhe  $\geq 400$  mm angebracht werden. Wichtig ist in jedem Fall eine Unterscheidung der Maße für Montagehöhe und Sitzhöhe.

Bei Wandklosetts spielt der Bodenabstand aus Gründen der Bodenreinigung und der Vermeidung von Schmutzecken eine Rolle. Derselbe beträgt bei handelsüblichen Modellen und einer normalen Montagehöhe von 400 mm etwa 50 bis 65 mm. Maßtoleranzen in der Keramik und im Fußbodenaufbau können hier zu einem geringeren Bodenabstand führen, was zu vermeiden ist. Es ist daher zu empfehlen, die Montagehöhe wandhängender Klosettbecken normal grundsätzlich mit 430 bis 450 mm auszuführen, damit ein ausreichender Bodenabstand für die Raumreinigung sichergestellt wird.

In dem Beispiel der Rheumaklinik wurden Wandklosetts allgemein mit einer Montagehöhe von 400 mm und je Krankenstation eine WC-Kabine für Behinderte mit einer Montagehöhe von 500 mm ausgeführt. Die Sitzhöhe der normal montierten Wandklosetts wurde nach Inbetriebnahme des Krankenhauses als erstens beanstandet, mit der Einschätzung, daß die Montagehöhe niedriger als bei bodenstehenden Klosettbecken sei. Nachgemessen wurde eine Montagehöhe von 410 mm; so täuscht man sich beim Schätzen. Aus Gründen der Behinderung Rheumakranker wurde jedoch eine größere Montagehöhe für alle Klosettbecken des Patientenbereichs der Krankenstationen gefordert. Diese wurde dann generell mit 485 mm ausgeführt. Die sich damit ergebende Sitzhöhe von 520 mm wird als angemessen beurteilt.

Bei der hygienischen Bewertung von Klosettanlagen kann nach der Vermeidung von Schmutzecken und der Zugänglichkeit von Zwischenräumen beim Reinigen, bei Einhaltung der Maße nach

Bild 6, folgende Rangfolge getroffen werden:

- Wandklosett mit Unterputzspüleinrichtung (Bilder 6a u. 6b);
- Wandklosett mit aufgesetztem Spülkasten (Bild 6c);
- Standklosett mit Abgang innen senkrecht (Bilder 6d u. 6e);
- Standklosett mit freiliegendem Abgang (Bilder 6f u. 6g).

#### Brausestand

Das Brause- oder Duschbad unter fließendem Wasser ist bei einer reinen Brausezeit von etwa 5 Minuten und einem im Verhältnis zum Wannenbad geringen Wasserverbrauch die wirtschaftlichste Handhabung eines Vollbades [3]. Für Behinderte ist der bodengleiche, schwellenfreie Brausestand mit Außenmaßen von 900 x 900 mm die beste Lösung. Der Duschplatz für Rollstuhlfahrer muß bodengleich und eine Mindestgröße von 1400 x 1400 mm [8], besser von 1500 x 1500 mm [9] erhalten.

Der Brausestand sollte sowohl bei einer Brausewanne als auch bei einem bodengleichen Duschplatz eine schließbare Duschtrennung als Spritzschutz zum Vorraum und zu anderen Einrichtungen des Raumes erhalten. Die Duschtrennung muß für gehfähige Patienten eine Zugangsbreite von etwa 65 cm, für Rollstuhlbenutzer von mindestens 85 cm (s. Bild 2) aufweisen.

Bei der Auswahl und Anordnung der Brausearmatur ist darauf zu achten, daß die Bedienungsarmatur vom Badenden außerhalb des Wasserstreuereiches stehend bzw. im Rollstuhl oder auf dem Duschsitz sitzend erreichbar ist. Damit soll verhindert werden, daß der Badende seinen Körper der Willkür des Probierens bei der Temperatureinstellung auszusetzen braucht. Die Bedienungsarmatur ist daher in Eingangsnähe des Brausestandes, d. h. zugangsseitig anzuordnen. Die Strahlführung des Brausekopfes soll ein direktes Auftreffen auf den Kopf vermeiden, um an dieser empfindlichen Stelle eine dadurch hervorgerufene Blutüberfüllung zu vermeiden. Diese Regel gilt übrigens auch für medizinische Duschen, z. B. für von einem Duschekatheder zu bedienende Fernduschen, die einen kurzen um 15° gegen die senkrechte geneigten Wandarm besitzen sollen (Bild 7).

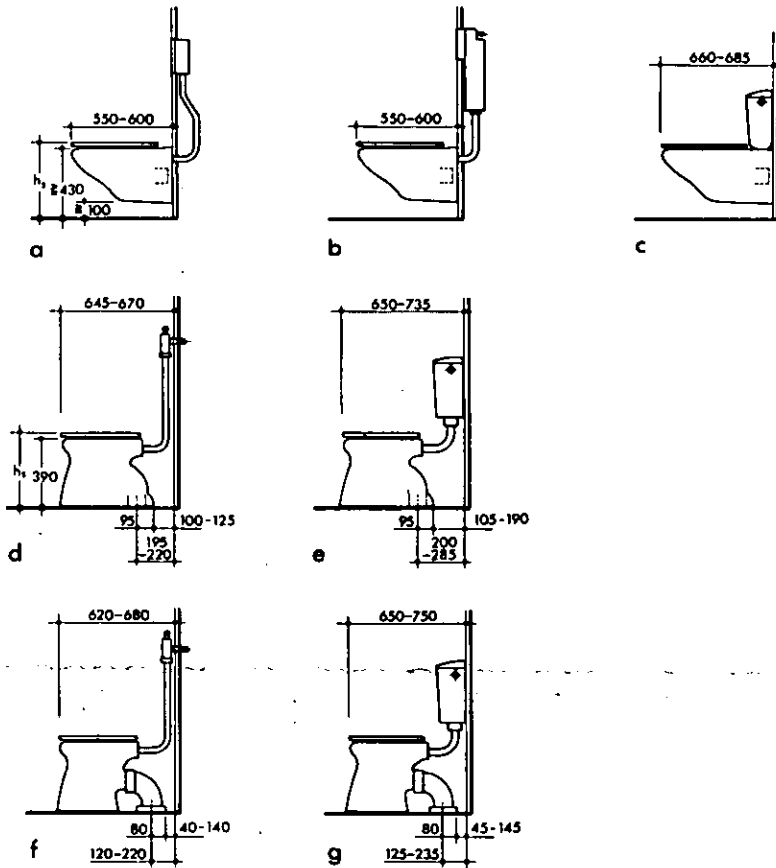


Bild 6 Einbaumaße von Klosettbecken

- a) Wandklosett mit Wandeinbau-Druckspüler
- b) Wandklosett mit Wandeinbau-Spülkasten
- c) Wandklosett mit aufgesetztem Spülkasten
- d) Standklosett mit Abgang innen und Aufputz-Druckspüler
- e) Standklosett mit Abgang innen und tiefhängendem Spülkasten
- f) Standklosett mit Abgang waagrecht, Ablaufbogen 90° und Aufputz-Druckspüler
- g) Standklosett mit Abgang waagrecht, Ablaufbogen 90° und tiefhängendem Spülkasten

### Badewanne

Die Badewanne des Einzelbades in der Sanitärzone der Krankenstation soll der Normalgröße 170 x 75 cm entsprechen. Für das Stationsbad und für medizinische Wannenbäder sind Wannengrößen von 185 x 85 cm, bei Kombination mit einem Armaturenpult am Fußende der Wanne von etwa 200 x 85 cm zu verwenden. Großraumwannen in medizinischen Bäderabteilungen haben Außenmaße von etwa 205 x 100 cm bis 250 x 212 cm.

In Stationsbädern ist die Verwendung von Hubwannen aus Gründen der Sicherheit für Patienten und der Arbeitserleichterung für das Pflegepersonal zu empfehlen.

Die hygienische Problemstellung der Badewanne betrifft den seit 1882 bekannten Abwasserkeim *Pseudomonas aeruginosa*. Nach bakteriologischen Untersuchungen an Waschbecken, Badewannen und Ausgußbecken sind Ablaufventile, Überläufe, Ablaufstopfen, Ketten und Kettenhalter die hauptsächlichsten Infektionsquellen und Ursache des *Pseudomonas*-Hospitalismus, auch verdient die Übertragungsmöglichkeit durch Urinflaschen und Bettpfannen Beachtung [11]. Das gilt für die sich im Ab- und Überlaufsystem bildende "Schlamm-schicht" und vor allem für die Fugen zwischen Ab- und Überlaufventil und Sanitärgegenstand. Die hier angesiedelten Keime treten entsprechend ihrer kurzen Generationszeit von 25 bis 30 Minuten nach einer Desinfektion rasch wieder an die Oberfläche. Badewasseruntersuchungen nach gründlicher Lysoldesinfektion der Wannen und Füllung mit sterilem Badewasser von 35 °C zeigten schon vor Badebeginn einen Keimgehalt von 1000 *Pseudomonas aeruginosa* pro ml, der innerhalb von 2 Stunden auf das Zehnfache angestiegen war. Ketten und Abflußstöpsel, die von einer Desinfektion nur ungenügend erfaßt werden können, tragen wesentlich zur Keimausbreitung bei.

Bei Badewannen aus Edelstahl entsteht häufig, infolge eines zu geringen Bodengefälles oder einer ungenügenden Ablaufventilsenkung, nach Entleerung eine Pfützenbildung am Ablaufventil, die auch bei sorgfältiger Ausrichtung nicht zu verhindern ist. Ebenso wird unter rutschsicheren Gummieinlagen, die mit Saughaftern gehalten werden, die Feuchtigkeit nach einer Entleerung zurückgehalten. In beiden Fällen ist in dem Restwasser, auch

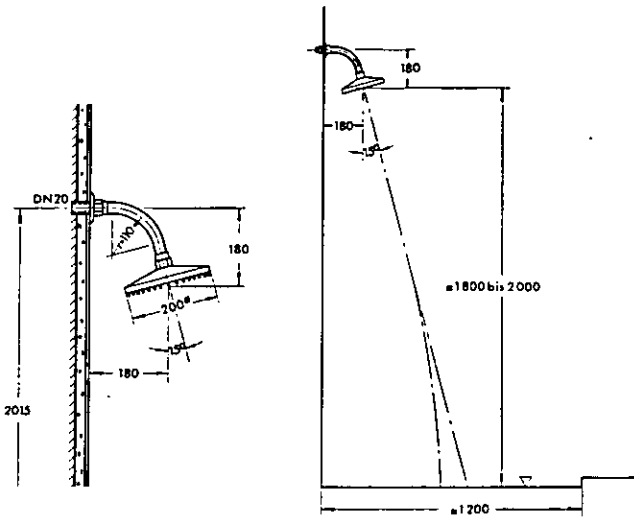


Bild 7 Einbaumaße eines Stachelbrausekopfes mit kurzem um 15° geneigten Wandarm als von einem Duschkatheder zu bedienende Ferndusche

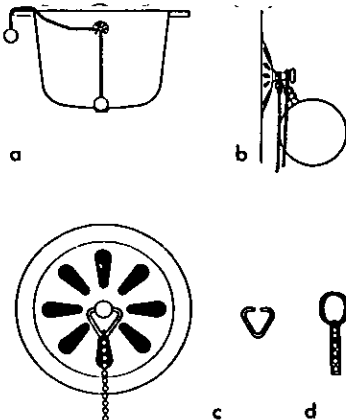


Bild 8 Wannenablaufverschluß mit Weichgummikugel  
a) Kette beim Entleeren über den Wannenrand gelegt  
b) Aufhängen der Weichgummikugel mit Öse an der Überlaufrosette  
c) Kettenhalter mit Dreieckshaken  
d) Schlüsselring und Kugelkette mit durchsichtigem Kunststoffschlauch überzogen

nach einer Wannendesinfektion, mit einer schnell ansteigenden Keimvermehrung durch *Pseudomonas aeruginosa* zu rechnen. Die nächste Wannenfällung wird damit vorbelastet, was durch eine vertiefte Ablaufausführung und durch Herausnahme der Gummieinlagen und Aufhängen derselben zum Trocknen zu vermeiden ist.

Der Überlaufanschluß ist bei temperaturansteigenden Überwärmungs- und Dauer-Wannenbädern, die mit ständigem oder zeitweisem Frischwasserzulauf angewandt werden, erforderlich. Das gilt auch für Unterwassermassageanlagen, die bei Heiß- oder Kaltmassage mit Frischwasserzusatz betrieben werden. Bei medizinischen und Reinigungs-Wannenbädern kann jedoch auf den Überlauf und damit auf eine Infektionsquelle verzichtet werden. Ein willkürliches Überlaufen hat das Badepersonal zu vermeiden und Sicherheit gegen eine unbeabsichtigte Raumüberflutung ist durch Bodenabläufe zu gewährleisten. Verwiesen sei auf den Hinweis: "Es ist einfacher, gelegentlich aus einer Badewanne übergelaufenes Wasser aufzuwischen, als den *Pseudomonas*-Hospitalismus bekämpfen zu wollen ohne vorher die Hauptinfektionsquelle, den Überlauf beseitigt zu haben [11]".

Die Ketten von Wannen-Ablaufgarnituren müssen kräftig sein und eine sichere Befestigung am Kettenhalter und am Stopfen besitzen, da sie einer starken Beanspruchung ausgesetzt sind. Ein Dreieckhaken (Bild 8c) ist bald aufgerissen, während ein Schlüsselring (Bild 8d) stets geschlossen bleibt. Zu empfehlen ist eine Aufhängevorrichtung für den Stopfen an der Überlaufrosette, z. B. mit einer Öse am Kettenhalter (Bild 8b). Damit wird eine Scheuerstelle der Kette auf dem Wannenrand und das Abtropfen von Wasser auf den Fußboden vermieden. Das Überziehen der Kette mit einem durchsichtigen Kunststoffschlauch (Bild 8d) reduziert die Ablagerungsmöglichkeit von Krankheitskeimen zwischen den schlecht desinfizierbaren Kettengliedern.

Das Ein- und Aussteigen kann bei freistehenden Badewannen durch beidseitig in den Wannenrand integrierte Stützgriffe erleichtert werden. Die Anordnung ist am Fußende vorzusehen, da die vielfach übliche mittige Anordnung auf den Längsseiten das Badepersonal und die Handhabung mit einem Badelifter behindert.

Der Bodenabstand soll bei freistehenden Badewannen für die Verwendung von Patienten-Hebern zum Unterfahren, für die Zugänglichkeit bei der Raumreinigung und bei der Ausführung freiliegender Anschlüsse für Wasser, Abwasser, Elektro u. a. nach Möglichkeit  $\geq 200$  mm sein. Deckendurchführungen von Rohren und Kabeln sind mit Schutzrohren auszuführen und sollten zur Vermeidung schlecht zu reinigender Schmutzecken in einem Fliesensockel angeordnet werden (Bilder 11 u. 12).

Damit bei Wannenbädern aus betriebswirtschaftlichen Gründen eine optimale, d. h. möglichst große Behandlungsfrequenz erreicht wird, müssen bei medizinischen Bädern die Nebenzeiten für Wannenfüllung, Entleerung, Reinigung und Desinfektion klein gehalten werden. So soll die Entleerungsdauer einer medizinischen Badewanne bei 2 min und einer Großraumwanne bei 4 min liegen. Voraussetzung dafür ist eine entsprechende Bemessung des Ablaufventils und des freien Auslaufes sowie eine darauf abgestimmte Auswahl, Bemessung und Einbauweise des Bodenablaufs. Das bei Normalwannen handelsübliche Ablaufventil in der Nennweite 40 mit Sieb und Stopfen, daß heute auch für medizinische Badewannen geliefert wird, ergibt bei einem Wasserinhalt von 200 Liter eine Entleerungsdauer von etwa 4,5 min.

Bei einer Wannenablaufgarnitur ohne Überlauf verringert sich die Entleerungsdauer um etwa 10 s, d. h. nur geringfügig. Bei Herausnahme des Siebes liegt die Entleerungsdauer infolge eines größeren Ablaufquerschnittes bei 2,5 min.

Das hydraulische Ablaufverhalten der Ablaufgarnituren von Badewannen wird nach DIN 19545 bei einer Stauhöhe von 300 mm über dem Ablaufventil gemessen. Für die in Bild 9 dargestellten Ablaufgarnituren kann danach mit Hilfe des Diagramms in Bild 10 der Abfluß in Abhängigkeit von einer beliebigen Stauhöhe ermittelt werden. Es ist dann zu prüfen, oder der zu erwartende maximale Wannenabfluß, bei der möglichen größten Stauhöhe  $h$  in der Wanne, dem Schluckvermögen eines zu verwendenden Bodenablaufes entspricht (Bilder 13 u. 14). Bei einem Wannenabfluß größer als das Schluckvermögen des Bodenablaufes muß die Ablaufgarnitur durch Verwendung einer Ablauffülle mit reduziertem Querschnitt eine Drosselung erhalten.



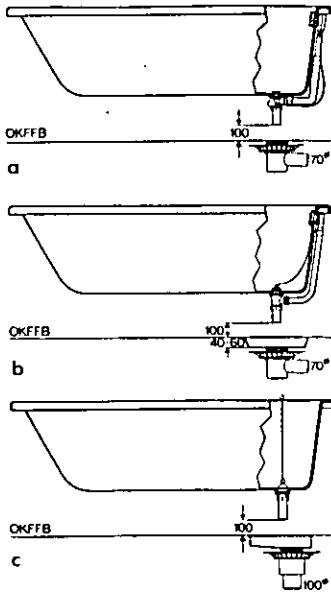


Bild 9 Kombination von Badewannen-Ablaufgarnituren mit freiem Auslauf und Bodenabläufen

a) Drehgriff-Garnitur "multilex" DN 40 (freier Querschnitt 780 mm<sup>2</sup>, Abfluß 1,3 l/s) und Bodenablauf DN 70 bei bodenbündig eingebautem Schlitzrost

b) Stopfen-Garnitur "citaplex" DN 40 (freier Querschnitt 550 mm<sup>2</sup>, Abfluß 1,3 l/s) und Bodenablauf DN 70 bei 40 - 60 mm vertieft eingebautem Schlitzrost

c) Ablaufventil DN 65 ohne Sieb und ohne Kreuz mit Weichgummikugelverschluß  $\varnothing$  65 mm (freier Querschnitt 3.310 mm<sup>2</sup>, Abfluß 2,1 l/s) und Bodenablauf DN 100 mit Aufsatzwanne

(Viega)

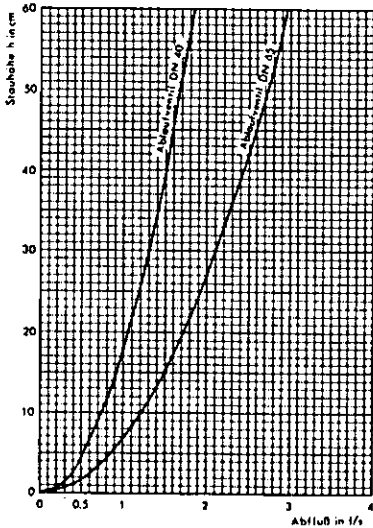


Bild 10 Diagramm zur Bestimmung des Abflusses verschiedener Badewannen-Ablaufgarnituren

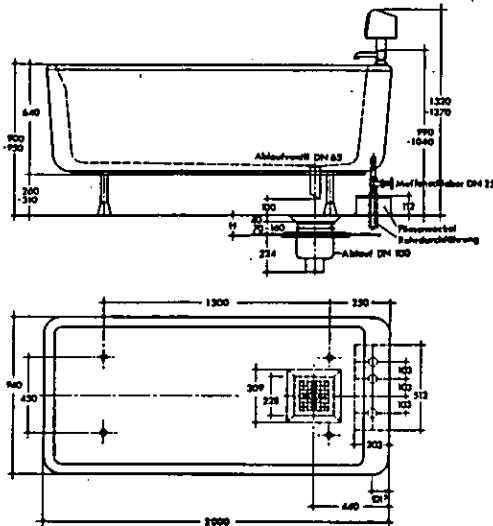


Bild 11 Großraumwanne mit vertieft unterhalb der Wanne angeordnetem Deckenablauf DN 100 zur Erzielung eines überstauungsfreiem Abflusses und Anschluß-Fliesensockel

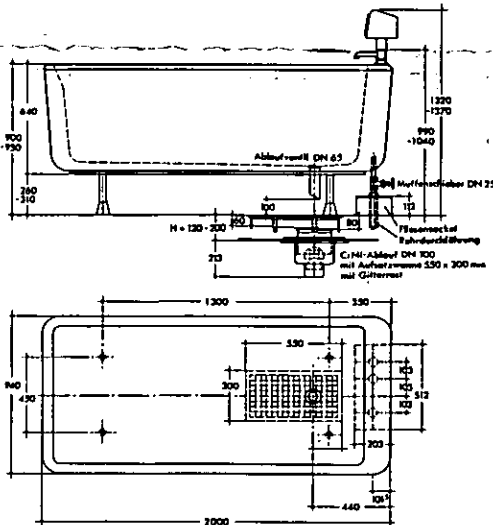


Bild 12 Großraumwanne mit unterhalb der Wanne angeordnetem Deckenablauf DN 100 mit Aufsatzwanne und Gitterrost

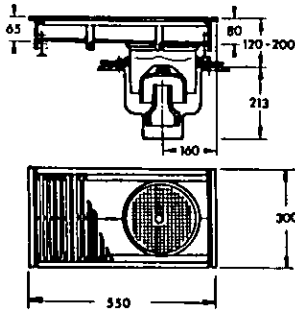
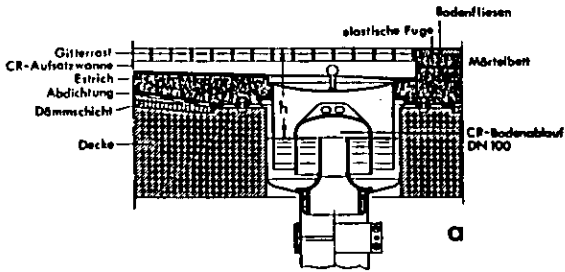


Bild 13 Cr-Bodenablauf DN 100 mit Aufsatzwanne und bodenbündig eingebautem Gitterrost, das Schluckvermögen ist abhängig von der Stauhöhe  $h$  (s. Bild 14) (Passavant)

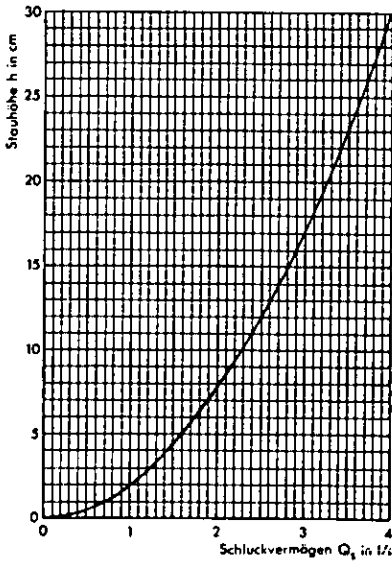


Bild 14 Diagramm zur Bestimmung des Schluckvermögens  $Q_s$  für einen Cr-Bodenablauf DN 100 nach Bild 13

### Bodenabläufe

Der Einbau von Bodenabläufen ist auf Sanitär- und Funktionsräume zu beschränken, in denen die Entwässerung von Sanitärprojekten - z. B. Brausestände, Badewannen -, oder der Anfall von Überlauf- bzw. Reinigungswasser - z. B. in Badeabteilungen, Zentralküchen und Wäschereien -, oder der Anfall von Tropf- und Entleerungswasser in Technikzentralen dies erfordert. Von Fall zu Fall ist zu entscheiden, ob unter Berücksichtigung des Fußbodenaufbaues und des Bodengefälles der Ablaufrost bodenbündig oder zur besseren Aufnahme von Entleerungswasser bei Badewannen ein vertiefter Einbau oder der Einbau in Verbindung mit einer Aufsatzwanne in Frage kommt (s. Bilder 10 - 12).

Bodenabläufe sollen dabei jederzeit zugänglich angeordnet werden, damit eine Wartung möglich ist. In Verbindung mit Badewannen und Brausewannen soll der Bodenablauf möglichst neben der Wanne und nicht unterhalb derselben liegen. Ist dies bei freistehenden Badewannen nicht möglich, z. B. bei medizinischen Badewannen (Bilder 11 u. 12), dann kommt es darauf an, daß ein schneller Abfluß ohne Überstauung auf der Fußbodenfläche gewährleistet ist. Das kann mit einem um 40 bis 60 mm vertieftem Einbau der Ablaufroste (Bild 11) oder besser durch Einbau einer Aufsatzwanne (Bilder 12 u. 13) gelöst werden. Ein vertiefter Einbau ist z. B. bei befahrenen Bodenflächen in Zentralküchen oder bei Gipsbankanlagen mit fahrbarem Gipsschlammfänger auszuschließen. Bei gefliesten Brauseständen soll der Bodenablauf außerhalb der Standfläche des Badenden liegen.

In hygienisch wichtigen Bereichen, hierzu gehören z. B. Operationsräume, OP-Wasch-, -Vorbercitungs- und -Umbetträume, soll der Einbau von Bodenabläufen grundsätzlich unterbleiben. Das gilt auch für WC-Vorräume und Pflegearbeitsräume. Bei Schwimmbecken mit Überflutungsrinne soll der Beckenumgang mit Gefälle zur Überflutungsrinne ausgebildet werden und in diese entwässern. Der Ablauf von Tropf- und Spritzwasser während des Badebetriebes wird dabei über die Schwimmbadwasseraufbereitung geführt. Reinigungswasser für die Raumreinigung wird durch Umschalten der Überflutungsrinne auf Abfluß in die Kanalisation abgeleitet.

## 2.2 SanitÄrrÄume

Die Bemessung der SanitÄrrÄume setzt eine nutzungsbezogene Detailplanung voraus und soll hier an dem Beispiel des Waschplatzes im Krankenzimmer und des WC-Duschraumes dargestellt werden.

### Waschplatz

Der durch einen Einbauschränk für Patientengarderobe und einen Vorhang als Sichtschutz zum Krankenzimmer abgeteilte Waschplatz (Bild 15) ist mit einer lichten Grundfläche von 0,94 m<sup>2</sup> knapp bemessen. Das gilt insbesondere, wenn bei einer zu berücksichtigenden Ausstattung mit Handtuchhalter, Desinfektionsmittelspender, Papierhandtuchspender und Papierkorb (Bild 16a) - letztere zur Benutzung durch das Krankenhauspersonal - oder wenn für Rollstuhlbenutzer (Bild 16b) der hierfür notwendige Stell- und Bewegungsraum benötigt wird.

### WC-Duschraum

Der WC-Duschraum in Bild 17 besitzt eine lichte Grundfläche von 2,77 m<sup>2</sup>. Der geflieste Duschplatz wird mit zwei fest eingebauten Seitenwänden aus 8 mm dicken Sicherheitsglas als Spritzschutz zur Waschtisch- und WC-Anlage abgeteilt. Eine verbesserte Lösung mit einem reichlicher bemessenen Duschplatz und Eck-Duschabtrennung mit schließbaren Schiebetüren erfordert eine lichte Grundfläche von 3,55 m<sup>2</sup> (Bild 18).

### WC-Duschraum für Rollstuhlbenutzer

Das Bild 19 zeigt den WC-Duschraum für Rollstuhlbenutzer in der Vorreinigung der Bäderabteilung. Die Raumgröße mit einer lichten Grundfläche von 5,70 m<sup>2</sup> gestattet, bei einer möglichen Unterfahrbarkeit von Waschtisch und Wandklosett, das Einhalten eines Wendekreises von 1400 mm Durchmesser.

Das Wandklosett ist mit einer berührungslos elektronisch gesteuerten Spüleinrichtung mit Magnet-Druckspüler ausgestattet. Als Halte-, Stütz- und Umsteigehilfen sind ein Seitenwandgriff, auf der freien Zufahrtseite ein Sicherheits-Klappgriff und an einer vor dem Klosettbecken zum Duschsitz verlaufenden Deckenschiene ein Stoppwagen mit Leiterelement vorgesehen.

Der Waschplatz mit einem Waschtisch 640 x 490 mm und Ablauf mit Wandeinbau-Geruchverschluss ist bei einer Montagehöhe von 825 mm für die Bedürfnisse des Rollstuhlbenutzers ausgelegt. Die Zulaufarmatur besteht aus einer Wandeinbau-Thermostatbat-  
terie, nachgeschaltetem Magnetventil und Wandauslauf mit da-  
runter angeordneter Abtasteinrichtung für berührungslos aus-  
lösende Wasserabgabe. Der über dem Waschtisch angeordnete

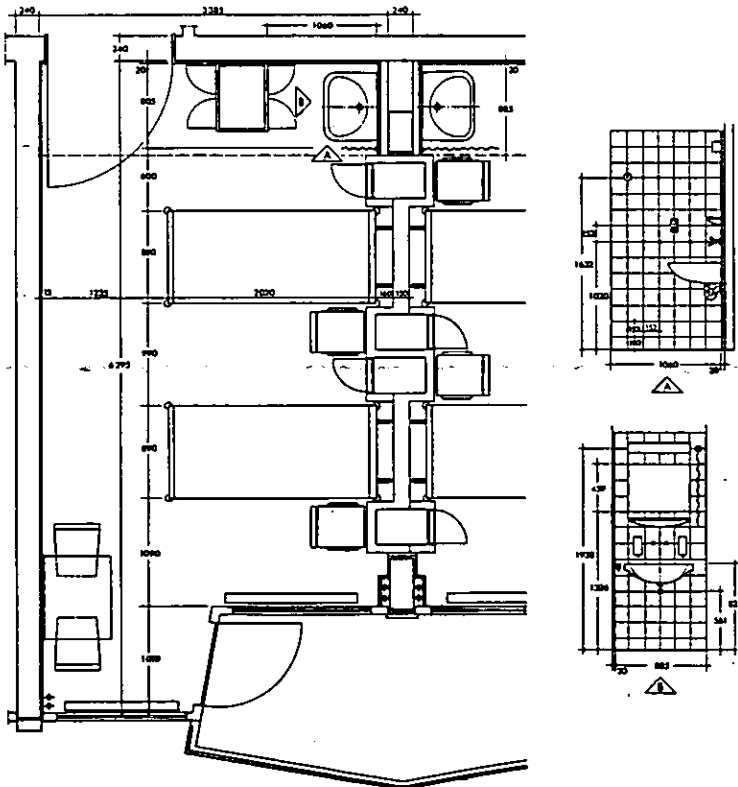


Bild 15 Zweibett-Krankenzimmer mit Waschplatz (0,94 m<sup>2</sup>)

Spiegel ist um 25° kippbar und ermöglicht so die Sichtkontrolle des Rollstuhlbenutzers. Bei der Auswahl geeigneter Kippspiegelkombinationen ist darauf zu achten, daß eine stufenlose Einstellung der Neigung vom Rollstuhlbenutzer vorgenommen werden kann.

#### Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die Sanitärplanung des Krankenhauses ist eine äußerst vielseitige Aufgabenstellung, die Grundforderungen des Gesundheitswesens, der Hygiene und der Nutzung ebenso wie technisch-wissen-

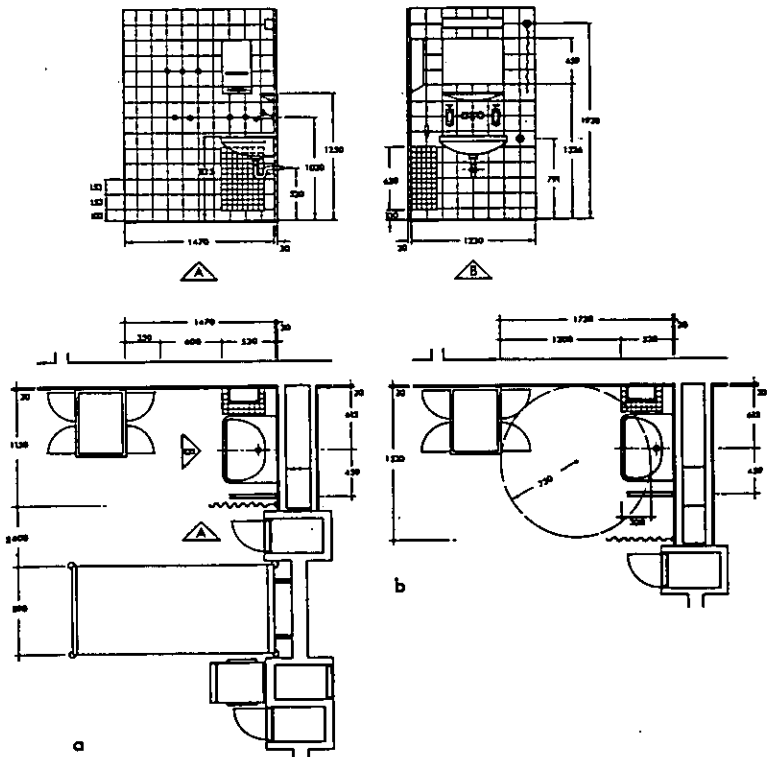


Bild 16 Waschplatz-Bemessung bei Ausstattung mit Papierhandtuchspender, Papierkorb und Handtuchhalter  
a) für gehfähige Benutzer (1,81 m<sup>2</sup>)  
b) für Rollstuhlbenutzer (2,75 m<sup>2</sup>)

schaftliche und empirische Erkenntnisse zu beachten hat. Optimale Lösungen erfordern eine Detailplanung mit der zeichnerischen Darstellung der einzelnen Räume mit allen Einrichtungen, die in der Phase der Entwurfsplanung durchgeführt werden sollte. Es handelt sich dabei mit Bezug auf die HOAI um eine besondere Leistung der Planung, die nicht zu den Grundleistungen gehört.

Oberingenieur Hugo Feurich  
Münchener Straße 35  
1000 Berlin 28

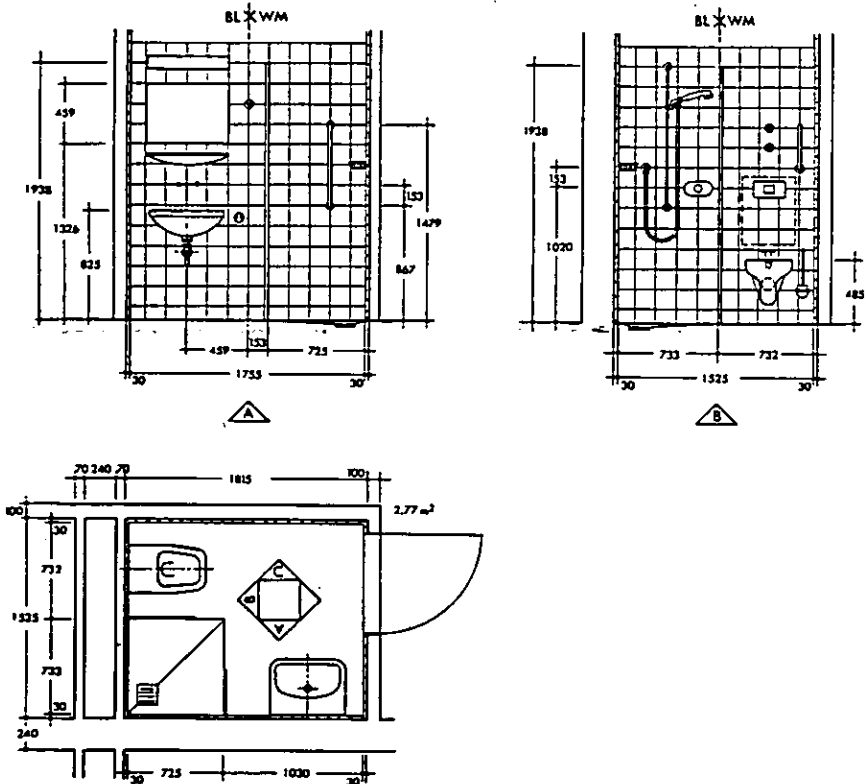


Bild 17 WC-Duschraum mit Waschtisanlage, knapp bemessenem Duschplatz mit Duschseitenwänden als Spritzschutz zum Waschtisch und Klosett, und mit Wandklosett (2,77 m<sup>2</sup>)



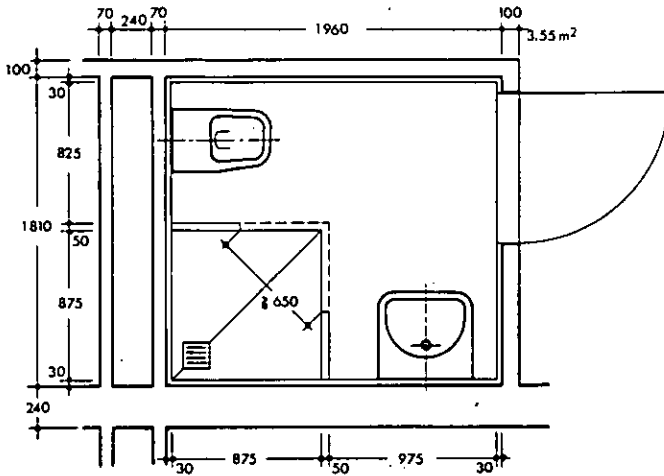


Bild 18 WC-Duschraum wie in Bild 17, jedoch mit ausreichend bemessenem Duschplatz für den Einbau einer Eck-Duschabtrennung mit Schiebesegmenten (3,55 m<sup>2</sup>)

- [1] Müller, Reiner: Hygiene, 4. Auflage 1949. Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin/München.
- [2] Bankstahl, N.: Ist die Armaturen-Auslegung richtig, VDI-Berichte 398, Tagung 1981. VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [3] Feurich, Hugo: Ablaufstudien von Wasch- und Badevorgängen, VDI-Berichte 398, Tagung 1981. VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [4] Polizeiverordnung über Anlage, Bau und Einrichtung von Krankenanstalten, 11.9.54, für Berlin; GVBl. Berlin vom 16.9.54 S. 581.

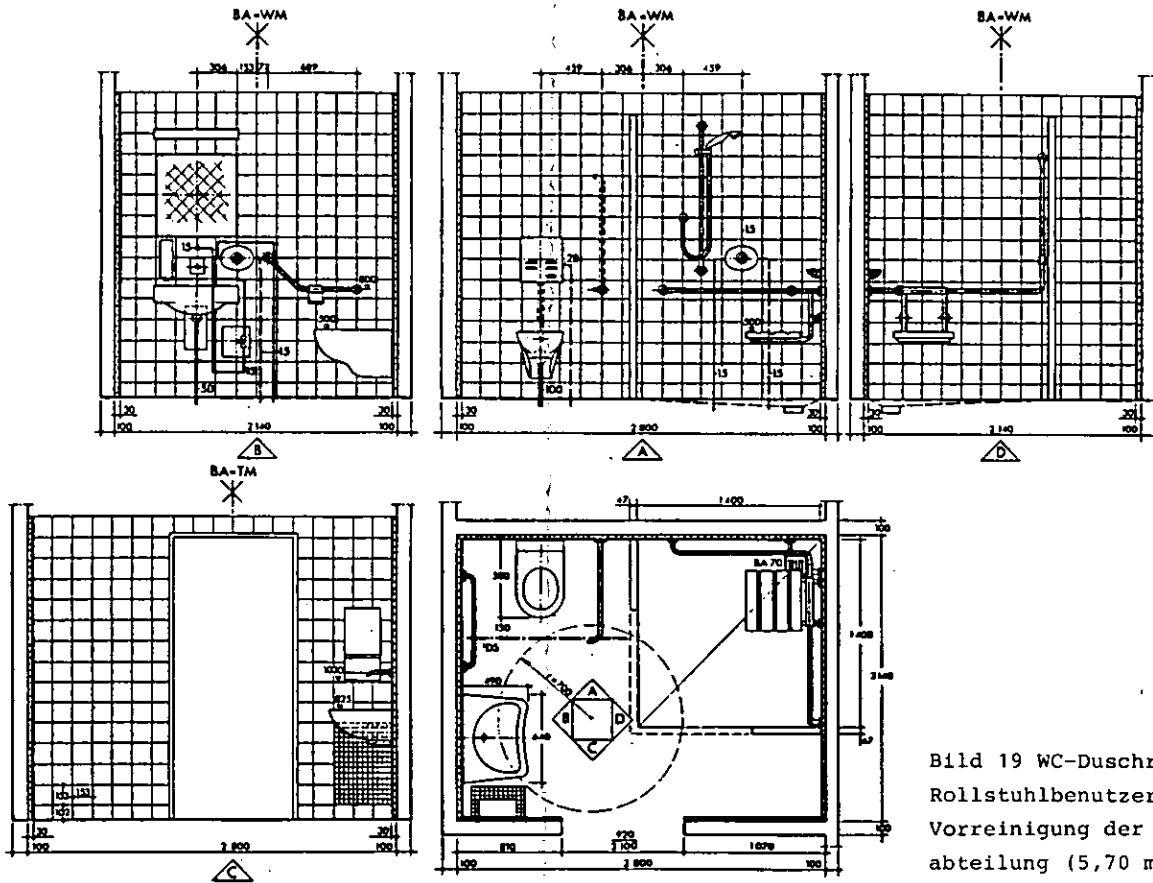


Bild 19 WC-Duschraum für Rollstuhlbenutzer in der Vorreinigung der Bäderabteilung (5,70 m<sup>2</sup>)

- [5] Landeskrankenhausgesetz für das Land Berlin, 1985. Verwaltungsdruckerei Berlin.
- [6] Kira, Alexander: Das Badezimmer - Private und öffentliche Sanitäreanlagen für Nichtbehinderte und Behinderte. Kramer-Verlag, Düsseldorf 1987.
- [7] DIN 18 024 T1, 11.74, Bauliche Maßnahmen für Behinderte und alte Menschen im öffentlichen Bereich; Planungsgrundlagen, Straßen, Plätze, Wege.  
DIN 18 024 T2, 4.76, ...; Planungsgrundlagen, Öffentlich zugängliche Gebäude. Beuth Verlag GmbH, Berlin 30 und Köln 1.
- [8] DIN 18 025 T1, 1.72, Wohnungen für Schwerbehinderte; Planungsgrundlagen, Wohnungen für Rollstuhlbenutzer.  
DIN 18 025 T2, 7.74, ...; Wohnungen für Blinde und wesentlich Sehbehinderte.
- [9] Philippen, Dieter P.: Lebensraumplanung und Haustechnik der Gemeinschaft für Kinder, Behinderte, nicht Behinderte, alte Menschen. Wilhelm Gienger GmbH, München 1980.
- [10] Harmsen: Vorteile des Flachspülklosetts, Münchener Medizinische Wochenschrift H. 10/1968. J. F. Lehmanns Verlag, München.
- [11] H. Koch u. D. Riessner: Infektionsquellen der meist tödlich verlaufenden Pseudomonas-Sepsis und des Pseudomonas-Hospitalismus. Medizinische Welt Nr. 8 vom 24.2.68.
- [12] Feurich, Hugo: Sanitärtechnik, 5. Auflage 1987. Kramer-Verlag, Düsseldorf.

Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von sanitärtechnischen  
Anlagen - neue Forderungen nach DIN 1988

von K. Rudat, Berlin

1 Einleitung

Ende dieses Jahres, spätestens jedoch zur ISH<sup>1)</sup> 1989, wird die  
DIN 1988, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen  
(TRWI) mit folgenden Teilen erscheinen:

- |        |   |
|--------|---|
| Teil 1 | Allgemeines   |
| Teil 2 | Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate,<br>Werkstoffe   |
| Teil 3 | Ermittlung der Rohrdurchmesser                              |
| Teil 4 | Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trink-<br>wassergüte |
| Teil 5 | Druckerhöhung und Druckminderung                            |
| Teil 6 | Feuerlösch- und Brandschutzanlagen                          |
| Teil 7 | Vermeidung von Korrosionsschäden und Stein-<br>bildung      |
| Teil 8 | Betrieb der Anlagen   |

Diese Norm, die als Technische Regel des DVGW in das Regelwerk  
Wasser des DVGW einbezogen wird, enthält eine Reihe von Anforde-  
rungen, wenn es um die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von

---

1) ISH: Internationale Fachmesse Sanitär, Heizung, Klima im  
März 1989 in Frankfurt am Main

Sanitären Anlagen geht. In diesem Vortrag sollen die wichtigsten herausgegriffen und diskutiert werden:

a) die Sicherheit betreffend

- Sicherungs- und Sicherheitseinrichtungen
- Schutz des Trinkwassers in Trinkwassererwärmungsanlagen (TEA)
- regelmäßige Wartung der o.g. Armaturen

b) die Wirtschaftlichkeit betreffend

- Durchmesser von Kalt- und Warmwasserleitungen
- Zirkulationssysteme
- Bemessung von Trinkwasser-Erwärmungsanlagen (TEA)

## 2 Sicherungs- und Sicherheitseinrichtungen in der Trinkwasser-Installation

Zwei Begriffe sind auseinanderzuhalten:

- Sicherungseinrichtungen dienen dem Schutz des Trinkwassers gegen das Rückfließen von Nichttrinkwasser (z.B. Rohrbelüfter, Rückflußverhinderer, Rohrtrenner etc.)
  
- Sicherheitseinrichtungen schützen die Trinkwasseranlage, also Rohrleitungen, Behälter etc., vor unzulässigen Drücken und Temperaturen (z.B. Sicherheitsventile).

Für die letztgenannten Einrichtungen werden im wesentlichen keine neuen Forderungen gestellt; dagegen ist das Kapitel "Sicherung gegen Rückfließen" der alten Ausgabe DIN 1988/1/ gründlich überarbeitet worden. Die Ergebnisse können ausführlich in der zwischenzeitlich umfangreichen Fachliteratur /2/ bis /6/ nachgelesen werden. Deshalb sollen im folgenden nur die Gesichtspunkte behandelt werden, die nach meiner Einschätzung besonders zu beachten sind.

Zunächst einmal können die Sicherungseinrichtungen abhängig von der angeschlossenen Entnahmemarmatur oder dem Apparat nach der Tabelle 1 (Ausschnitt aus der Tabelle in DIN 1988/4 /7/) gewählt werden. So geht man pragmatisch vor, wenn es darum geht, die Entnahmestelle einzeln zu sichern. Anders sieht das aus, wenn eine sog. Sammelsicherung vorgesehen wird. In diesem Fall bestimmen die Entnahmemarmaturen bzw. die Apparate, von denen die größtmögliche Beeinträchtigung oder Gefährdung ausgehen kann, die Art der Sicherungseinrichtung.

### Beispiele

1. <u>Stationsbad</u>	Sicherungseinrichtung SE (mindestens; höherwertige <sup>1)</sup> SE zulässig)
Badewanne mit Schlauchbrause	Sicherungskombination
Brausewanne mit Schlauchbrause	Sicherungskombination

1) In der Tabelle 1 nimmt der Sicherungsgrad der Sicherungseinrichtung nach rechts zu.

**Tabelle 1 : Zuordnung der Sicherungseinrichtung zur Entnahmestelle oder zum Apparat (Ausschnitt aus /6/)**

Entnahmestelle, Apparat	Sicherungseinrichtung								
	RB	RV	Komb.	EA1	RS	EA2	RU	EA3	FA
Anlagen in denen das Trinkwasser durch radioaktive Isotope kontaminiert werden kann	—	—	—	—					
Automatische Autowaschanlagen mit Chemikalieneinmischung die im Kreislauf betrieben werden	—	—	—	—					
Bade- und Duschwanne mit Schlauchbrause	—	—							
Badewanneneinlauf unterhalb des Wannerrandes	—	—	—	—	—	—			
Druck-Garautomat - mit Anschluß ohne Wasserbehandlung									
Steckbeckenspülapparate, Fäkalienpülbecken	—	—	—	—	—	—			
Subaquale Darmbäder	—	—	—	—	—	—			
Trinknapf- und -ventil in Tierzuchtbetrieb	—	—							
Unterwasser-Massageanlagen	—	—	—	—	—	—			
Urologische Behandlungsstühle	—	—	—	—	—	—			
Wärmerückgewinnung aus Abwasser	—	—	—	—	—	—			
Wasch- und Geschirrspülmaschine - ohne DVGW-Prüfzeichen *) - mit DVGW-Prüfzeichen (Haushaltsmaschinen)	—	—							
Waschmaschinen (gewerblich)	—	—	—	—	—	—			

RB = Rohrbelüfter

RV = Rückflußverhinderer

Komb = Sicherungskombination

EA1 = Rohrtrenner(RT) , Einbauart 1

RS = Rohrschleife (10,5 m)

RU = Rohrunterbrecher

FA = Freier Auslauf

----- direkter Anschluß möglich -----

Waschtisch	keine
Bidet mit freiem Auslauf	keine
Klosett mit Spülkasten	keine

Bild 1 zeigt die beiden Lösungsmöglichkeiten und zwar

- a) Einzelsicherung und
- b) Sammelsicherung

für die Entnahmestellen des Stationsbades. Bei der i.d.R. vorzuziehenden Sammelsicherung (Einzelsicherung erfordert hohe Kosten, viele Bauteile verbunden mit dem entsprechenden Wartungsaufwand) ist folgendes zu beachten:

- Abgang der Stockwerksleitung in der Höhe von 1,20 m ersetzt den Rückflußverhinderer der Sicherungskombination.
- In dem Leitungszug nach der Sammelsicherung kann beim Rückfließen das Wasser die dem Sicherungsgrad zugehörige Wassergüte haben.
- Wird bis zu den Entnahmestellen auch für den Schadensfall Trinkwassergüte gefordert, dann muß einzeln abgesichert werden.
- Apparate ohne DIN-DVGW- oder DVGW-Prüfzeichen müssen zusätzlich (zur Sammelsicherung) einzeln gesichert werden

## 2 Sanitärräume für Bettenzimmer

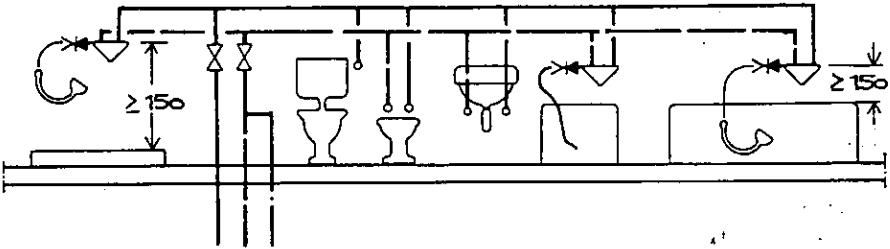
Werden diese Räume ausschließlich mit Waschtischen und Klosetts mit Druckspülern oder Spülkästen ausgestattet, sind Sicherungseinrichtungen nicht notwendig!

<u>3. Pflegearbeitsräume</u>	Sicherungseinrichtung SE
Ausguß (Fäk., Urin mit Randspülung)	RU, RT (EA 3), FA
Stechbecken- und Urinflaschen - Spülapparat	RU, RT (EA 3), FA



**Bild 1** : Stockwerksverteilung für ein Stationsbad im obersten Obergeschoß

a) Einzelsicherung

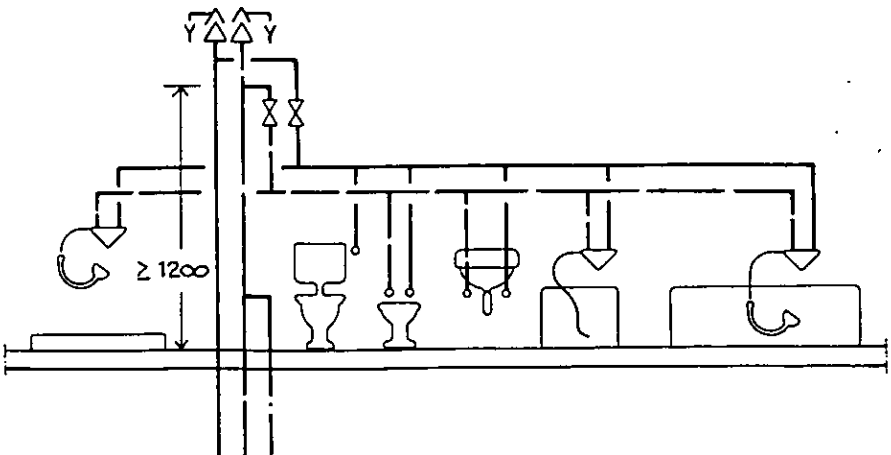


Höhenangaben in mm !

Sicherungskombination für die Wannen :

Rohrbelüfter in Durchflußform (RB , Bauform C) mit integriertem Rückflußverhinderer (RV)

b) Sammelsicherung



Waschtisch	keine
Spülbottich	keine
Geschirrspülmaschine (Geschirr: Nierenschalen Spuckbecher, Waschschüsseln etc.)	RU, RT (EA 3), FA

---

Im Regelfall haben der Ausguß, der Spülapparat und die Geschirrspülmaschine ein DIN-DVGW-Prüfzeichen. Dann dürfen alle o.g. sanitären Objekte ohne Sicherungseinrichtung an die Trinkwasserleitung angeschlossen werden. Weder Steigleitungsbelüfter bei übereinanderliegenden Arbeitsräumen noch Stockwerksabgang in mind. 1,20 m über Oberkante Fußboden sind notwendig!

Eine kurze Bemerkung zum Rohrtrenner. Diese Sicherungseinrichtung ist kein Allheilmittel für die Fälle, in denen der Planer nicht weiter weiß. Auch gilt nicht (Zitat aus einem Herstellerkatalog):

"In allen (?)<sup>1)</sup> Fällen, in denen eine Absicherung über freie Fließstrecke nicht ausdrücklich vorgeschrieben ist, bildet der Rohrtrenner den idealen Kompromiß zwischen dem technisch optimalen, dem hygienisch wünschenswerten und wirtschaftlich vertretbaren."

Vernünftig ist i.d.R. folgendes in diesem Zusammenhang:

- Einbau einer Sicherungskombination (RV und RB) statt eines Rohrtrenners, Einbauart 1
- Verzicht auf einen Rohrtrenner, Einbauart 2 oder 3, wenn Sicherung durch Rohrunterbrecher oder freien Auslauf möglich ist.

---

1) vom Verfasser hinzugefügt

Daraus folgt, daß ein Rohrtrenner, Einbauart 2 oder 3 nur dann vorzusehen ist, wenn an der Entnahmestelle ein höherer Mindestfließdruck als 0,5 bar gefordert wird.

Zahlreiche Beispiele für die Beeinträchtigung und Gefährdung von Trinkwasser zeigen, daß der Planer und der Betreiber ihren Beitrag leisten müssen. Der Planer, wenn man bedenkt, daß von ca. 1700 im Jahre 1983 überprüften Trinkwasser-Installationen (Neuanlagen!) etwa 40% fehlerhafte Anlagen waren /6/. Der Betreiber, wenn man sich die Zahl der Fälle ansieht, in denen nicht funktionsfähige Sicherungsarmaturen die Ursache dafür sind, daß Nichttrinkwasser zurückfließt. Hier greift der Teil 8 der DIN 1988 /8/, in dem für die wesentlichen Armaturen, Apparate und Anlagenteile die notwendigen Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsmaßnahmen einschließlich der notwendigen Intervalle aufgeführt werden.

Eine kurze Bemerkung zum Schutz des Trinkwasser in zentralen Trinkwasser-Erwärmungsanlagen (TEA). Unverändert wird vor dem Trinkwassererwärmer in der Kaltwasserleitung ein Rückflußverhinderer vorgesehen, damit bereits erwärmtes Wasser nicht zurückfließen kann. Darüberhinaus muß nun dafür gesorgt werden, daß durch den Wärmeträger der Heizanlage das Trinkwasser nicht gefährdet wird. Wärmeträger mit Hydrazin oder Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) können hier zu einem Problem werden.

Tabelle 2 (sinngemäß nach (7)) ermöglicht die Auswahl eines geeigneten Trinkwassererwärmers, wenn der Wärmeträger und die Zusatzstoffe bekannt sind.

Tabelle 2 : Ausführungsart des Trinkwassererwärmers abhängig vom Wärmeträger

Wärmeträger der Klasse	1 und 2 (ohne Gefährdung der Gesundheit)		3 Bsp.: Heizwasser ohne Zusatzstoffe		4 + 5 Bsp.: Heizwasser mit Hydrazin	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Kann Wärmeträger im Schadensfall gasförmig austreten ?	-	-	-	-	-	-
Ausführungsart des Trinkwassererwärmers <u>A</u> (korrosionsgeschützt)	+	bedingt <sup>1)</sup>	-	-	-	-
<u>B</u> (korrosionsbeständig)	+	+	-	bedingt <sup>1)</sup>	-	-
<u>C</u> (korrosionsbeständig, gesichert)	+	+	bedingt <sup>1)</sup>	-	-	-
<u>D</u> (Zwischenmedium)	+	+	+	+	+	+

1) Bedingungen siehe DIN 1988/4 //

### 3 Bemessung der Durchmesser von Trinkwasserleitungen

Das neue Rechenverfahren nach DIN 1988/3 /9/ wird in der Norm hinreichend erklärt und ist auch in der Fachliteratur /10/ bis /13/ ausgiebig diskutiert und erläutert worden. Deshalb soll im folgenden nur auf zwei Fragen eingegangen werden, die mit der Wirtschaftlichkeit von Trinkwasser-Installationen zusammenhängen:

1. Welche Material- und Kosteneinsparungen ergeben sich, wenn die Durchmesser der Kalt- und Warmwasserleitungen konsequent nach der neuen Rechenmethode bestimmt werden?
2. Wie groß sind Material-, Kosten- und Energieersparnis bei den Zirkulationssystemen, wenn von der immer noch üblichen Bemessungspraxis <sup>1)</sup> abgegangen wird?

#### Zu 1.

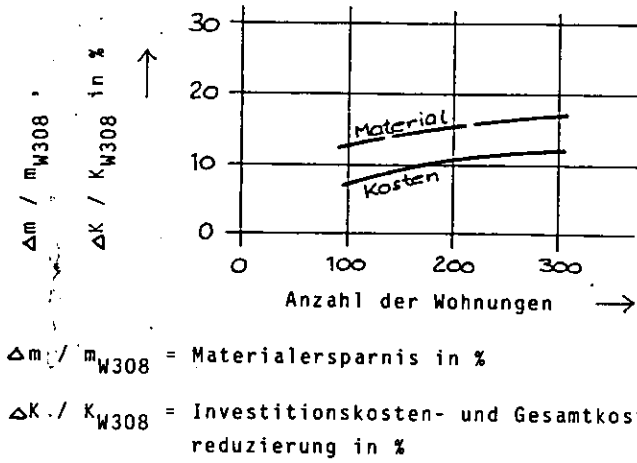
Bild 2 /13/ zeigt beispielhaft für Wohnbauten bis zu 300 Wohneinheiten (Klosetts mit Spülkasten) die zu erwartende Reduzierung von Materialeinsatz, Investitionskosten und Gesamtkosten von Trinkwasserleitungen (Kaltwasser) aus verzinktem mittelschweren Gewinderohr nach DIN 2440.

Da für die Ermittlung der Gesamtkosten lediglich die kapitalgebundenen Kosten zu berücksichtigen sind, stimmen die bezogenen Reduzierungen von Investitions- und Gesamtkosten überein. Diese Größenordnungen sind ohne weiteres auf Kaltwasserleitungen in Krankenhäusern übertragbar und verändern sich kaum, wenn als Rohrwerkstoff Kupfer verwendet wird.

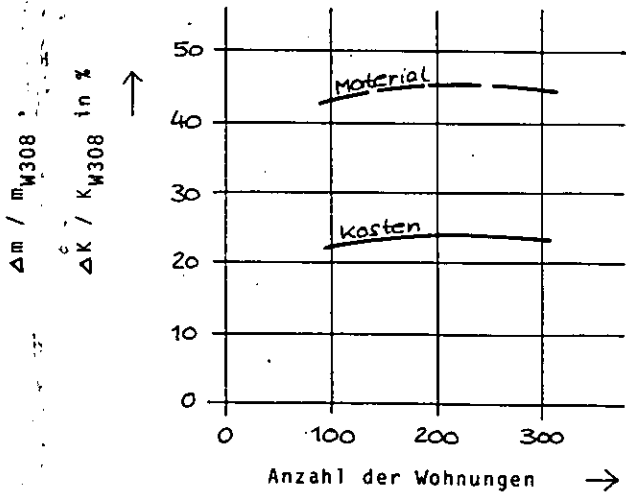
---

1) Zirkulationsleitungen etwa zwei Nennweiten kleiner als die parallel geführte Warmwasserleitung

**Bild 2** : Reduzierung von Materialeinsatz, Investitionskosten und Gesamtkosten von Kalt- und Warmwasserleitungen durch Bemessung nach DIN 1988/3(E) /13/



**Bild 3** : Reduzierung von Materialeinsatz, Investitionskosten und Gesamtkosten von Zirkulationsleitungen durch Bemessung nach DIN 1988/3(E)



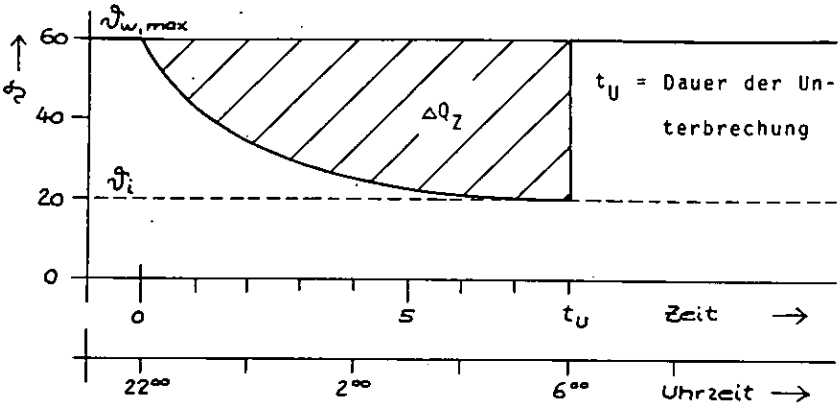
Zu 2.

Dem Bild 3 ist zu entnehmen, daß sich die Investitionskosten um etwa 20 bis 25 % reduzieren; die Gesamtkostenersparnis wird sogar noch etwas höher liegen, da die Energiekosten für die Wärmeverluste der Rohre geringer geworden sind. Die Einsparungen betragen etwa 4...6 %, wenn die Rohrleitungen in jedem Fall nach der Heizanlagenverordnung /14/ isoliert werden.

Eine kurze Bemerkung zu den Zirkulationspumpen. Werden Zirkulationssysteme für Mehrfamilienhäuser (10 bis 30 Wohnungen) nach dem neuen Berechnungsansatz bemessen, erhält man angesichts der niedrigen Geschwindigkeiten in den Zirkulationsleitungen i.d.R. Förderhöhen von 0,4...0,6 m bei Förderströmen von 200...400 l/h, in Einfamilienhäusern sogar noch wesentlich geringere Werte. Die kleinsten Pumpen, die von der einschlägigen Industrie angeboten werden, haben bei den o.a. Volumenströmen Förderhöhen nicht unter 0,9 m; es muß also immer gedrosselt werden. Hier ist die Industrie wirklich gefordert, entsprechende Pumpen auf den Markt zu bringen.

Im übrigen ist in DIN 1988/3 /9/<sup>die</sup> Förderung aus der HeizanlVO übernommen worden, Trinkwassererwärmungsanlagen mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Abschaltung der Zirkulationspumpen auszustatten. Damit lassen sich bei 8-stündiger Unterbrechung rechnerisch die Zirkulationsverluste nach Bild 4 um 10 bis 27 % (je nach Dauer der Unterbrechung) reduzieren.

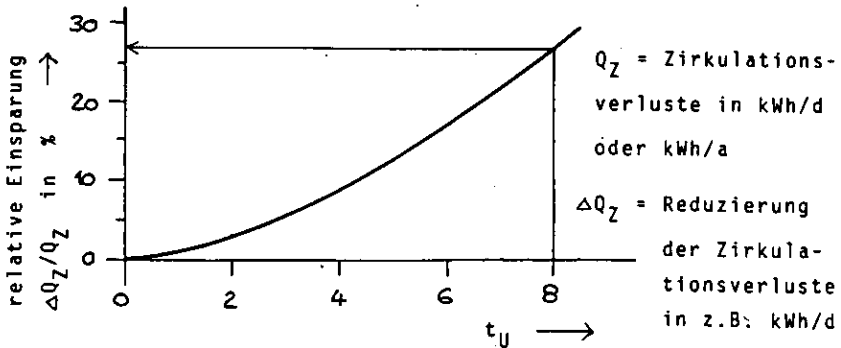
**Bild 4 : Reduzierung der Zirkulationsverluste durch nächtliches Abschalten der Pumpe**



$$\frac{\Delta Q_Z}{Q_Z} = \frac{(\vartheta_{w,max} - \vartheta_i) t_U - \int_0^{t_U} (\vartheta_{w,max} - \vartheta_i) e^{At} dt}{(\vartheta_{w,max} - \vartheta_i) 24}$$

mit  $A = - \frac{k_R \cdot 4}{d_i^2 \pi \rho c}$

- Werte :  $\vartheta_{w,max} - \vartheta_i = 60 - 20 = 40 \text{ K}$   
 $k_R = 0,23 \text{ W/(m K)}$   
 $d_i = 20 \text{ mm}$





#### 4 Bemessung von zentralen Trinkwasser-Erwärmungsanlagen (TEA)

Die neue DIN 1988 faßt sich im Teil 2 /15/ sehr kurz, wenn es darum geht, Trinkwasser-Erwärmungsanlagen zu dimensionieren:

"Die Ermittlung des Wärmebedarfs von zentralen Trinkwassererwärmern erfolgt nach DIN 4708, Teil 2 /16/, die von Einzel- und Gruppen-Trinkwassererwärmern nach den jeweiligen Gegebenheiten (Art und Anzahl der Verbrauchsstellen)".

Die Norm DIN 4708 ist ursprünglich für die Hersteller von mit Heizkesseln kombinierten Wassererwärmern entwickelt worden /17/. Sie ist in Fachkreisen umstritten und für viele Fälle nicht brauchbar. Die Kritik bezieht sich vor allem auf folgende Punkte:

1. Bedarfswerte in Wh/Entnahme sind überholt und teilweise widersprüchlich (vor allem hinsichtlich der Temperaturen für das erwärmte Trinkwasser).
2. Die Ermittlung der Bedarfskennzahl stützt sich auf eine Auslegungsformel nach Sander (siehe Anhang A 2 zu /18/), die heute als äußerst fragwürdig anzusehen ist.
3. Es können nur TEA für Wohnbauten und ähnliche (ggf.) berechnet werden. Für andere Gebäudearten (z.B. Krankenhäuser) ist der Planer auf eigene Recherchen (s.u.) angewiesen.
4. Werden Speichersysteme vorgesehen, besteht keine Möglichkeit mehr, das voneinander abhängige Wertepaar Speichervolumen und Heizleistung zu wählen.  
Das Verfahren nach DIN 4708 Teil 2 ergibt für eine bestimmte Bedarfskennzahl nur eine mögliche Heizleistung

bei einer bestimmten Speichergröße.

Prüft man das genauer, dann wird eines klar: Vom Ansatz her führt das Rechenverfahren i.d.R. zu Heizleistungen, die für ein Durchflußsystem ausreichen. Dazu ist dann noch quasi als "Reserve" ein Speicher vorzusehen, der jeweils fest vorgegeben wird.

Diese, noch unvollständige Liste der Kritikpunkte reicht aus, um zu zeigen, daß der oben aus der DIN 1988/2 zitierte Hinweis wenig hilfreich ist, TEA zu bemessen. Dies gilt besonders für sog. Zweckbauten, wie Krankenhäuser, Schwimmbäder, gewerbliche Bauten und dergleichen.

Für die letztgenannten Gebäude muß also ein anderes Verfahren herangezogen werden, das in der Praxis längst eingeführt ist: das Summenlinienverfahren nach Faltin/Sander (andere Methoden führen nur zu sehr groben Schätzungen). Nur gibt es hier ebenfalls eine Reihe von Problemen, die kurz skizziert werden sollen:

1. Grundlage des Verfahrens ist die Verteilung des Tagesbedarfs für erwärmtes Trinkwasser. Über die Tagesverbräuche können noch relativ verlässliche Angaben mit der verständlichen Bandbreite gemacht werden /19,20,21 22/; differenzierte Angaben über die Verteilung der Verbräuche sind spärlich /20,23/.
2. Werden konventionelle Speicher (d.h. innenliegende Heizflächen, ohne Ladepumpe für das erwärmte Trinkwasser) vorgesehen, dann ist es i.d.R. falsch, die während der Entnahme zugeführte Heizleistung in der Bilanz für die notwendige Kapazität des Speichers zu berücksichtigen /24/. Genau davon geht aber das Summenlinienverfahren aus. Ein einfaches Beispiel soll das verdeutlichen: Wird einmal am Tag für einen Zeitraum von 4 Stunden eine Leistung von 150 kW am Ausgang des Trinkwassererwärmers gefordert und beträgt die zur Verfügung stehende Netto-Heizleistung 60 kW, erhält man nach dem Summen-

liniendiagramm eine Speicherkapazität von 360 kWh (siehe Bild 5 a) bei einer Aufheizzeit von 6 Stunden. Geht man von einer idealen Schichtlagerung während der Entnahme aus, läßt sich nachweisen, daß zur Erwärmung des nachströmenden Kaltwassers auf eine geforderte Mischtemperatur an den Entnahmestellen mindestens 60% <sup>1)</sup> der Bedarfsleistung erforderlich sind, also im vorliegenden Beispiel  $\dot{Q}_{HN,min} = 90$  kW.

Bei der nach Bild 5 a bemessenen Speicherkapazität wird also die Warmwassertemperatur selbst bei idealer Schichtlagerung am Ende der Betriebszeit unter die geforderte Mischwassertemperatur sinken.

Wie groß unter Beachtung der Mindestwerte für die Netto-Heizleistungen die Speicherkapazität tatsächlich bemessen werden muß zeigt Bild 5 b.

Dieses Problem tritt nicht auf, wenn Systeme mit Ladespeicher bemessen werden. Hier kann die Heizleistung unmittelbar genutzt werden, da das Trinkwasser gleich auf die erforderliche Temperatur erwärmt wird.

3. Das Speichervolumen kann nach folgender bekannter Gleichung ermittelt werden

---

$$1) \quad \dot{Q}_{HN,min} = \frac{\vartheta_m - \vartheta_k}{\vartheta_0 - \vartheta_k} \dot{Q}_{TE}$$

$\vartheta_m$  = Mischwassertemperatur an der Entnahmestelle = 40°C

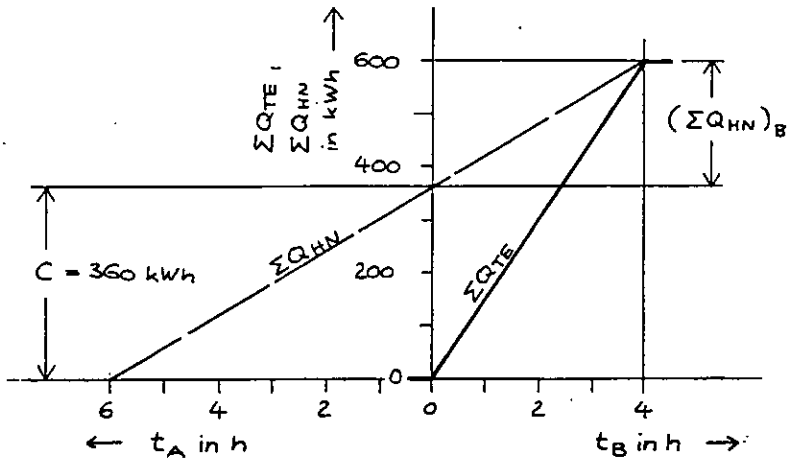
$\vartheta_k$  = Kaltwassertemperatur am Eintritt in den Speicher = 10°C

$\vartheta_0$  = obere Wassertemperatur im Speicher = 60°C

$\dot{Q}_{HN,min}$  = minimale Netto-Heizleistung in kW

$\dot{Q}_{TE}$  = Bedarfsleistung in kW (siehe Bild 5a)

**Bild 5a** : Summenliniendiagramm (SLD) für eine Trinkwasser-Erwärmungsanlage (siehe Beispiel im Text)



Hierin bedeuten :

$\dot{Q}_{TE}$  = Bedarfsleistung am Ausgang des Trinkwassererwärmers. in kW

$\dot{Q}_{HN}$  = Netto-Heizleistung (ohne Speicherverluste) in kW

$t_B$  = Betriebszeit in h

$t_A$  = Aufheizzeit in h

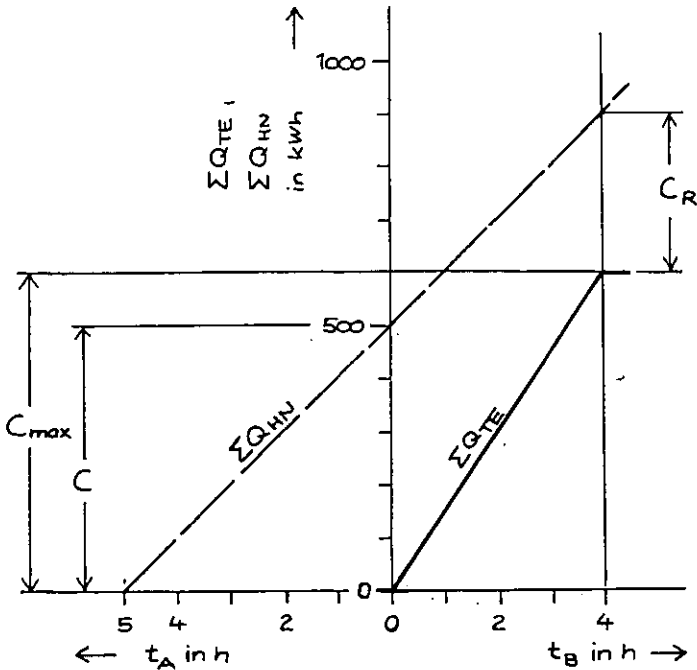
$\Sigma Q_{TE}$  =  $\dot{Q}_{TE} t_B$  = Wärmebedarf für den Betriebszeitraum  $t_B$  in kWh

$\Sigma Q_{HN}$  =  $\dot{Q}_{HN} (t_A + t_B)$  = Heizarbeit zur Deckung des Wärmebedarfs in kWh

$C$  = Speicherkapazität in kWh

$(\Sigma Q_{HN})_B$  = Heizarbeit in kWh, die während der Entnahme dem Speicher zugeführt wird .

**Bild 5b** : Summenliniendiagramm mit Berücksichtigung einer erforderlichen Restkapazität



Hierin bedeuten :

$C_{\max}$  = maximale Speicherkapazität in kWh

$C$  = erforderliche Speicherkapazität, wenn die Netto-Heizleistung zur Deckung des Wärmebedarfs  $\Sigma Q_{TE}$  herangezogen werden soll (mit dem Ziel, den Speicher von  $V_{\max} \sim C_{\max}$  auf  $V \sim C$  zu verkleinern)

$C_R$  = Restkapazität, damit bei Betriebsende das erwärmte Trinkwasser noch eine Temperatur von  $40^\circ\text{C}$  hat ( wobei  $\vartheta_0 = 60^\circ\text{C}$  und  $\vartheta_k = 10^\circ\text{C}$  vorausgesetzt ist)

$$V_{Sp} = \frac{C}{\rho c (\vartheta_o - \vartheta_u)} \gamma_T \quad (1)$$

oder durch Einführung eines sog. Speicherfaktors  $\tau_{Sp} =$   
 nach der Gleichung 2)  $(\vartheta_o - \vartheta_u) / (\vartheta_o - \vartheta_k)$

$$V_{Sp} = \frac{C}{\rho c (\vartheta_o - \vartheta_k)} \gamma_T \tau_{Sp}$$

Hierin bedeuten:

- C = Speicherkapazität aus SLD
- $\rho$  = Dichte des Wassers
- c = spez. Wärmekapazität des Wassers
- $\vartheta_o$  = obere Wassertemperatur im Speicher (i.d.R. 60°C)
- $\vartheta_u$  = untere Wassertemperatur im Speicher
- $\gamma_T$  = Zuschlagsfaktor für den toten Raum

Einzig die Festlegung der unteren Temperatur ist schwierig, da die Strömungsverhältnisse im Speicher nur für die liegende Ausführung mit innenliegender Heizfläche hinreichend untersucht sind /24/.

Dabei hat sich gezeigt, daß

"die von Sander /25/ empfohlene untere Temperatur von  $\vartheta_u = 25^\circ \text{C}$  nur für einen bestimmten Anwendungsfall zu richtigen Ergebnissen führt" /24/.

In /24/ wird ausgeführt, daß die untere Wassertemperatur entscheidend vom Durchfluß am Aus- bzw. Eintritt des Speichers bestimmt wird. Wird dieser Volumenstrom auf mehrere Anschlüsse verteilt, lassen sich die Verhältnisse erheblich verbessern, wie Bild 6 zeigt (aus /26/). Für stehende Speicher mit innenliegender Heizfläche und Ladespeicher mit externem Wärmeübertrager liegen keine vergleichbaren Ergebnisse vor. Hier ist der Planer

auf die Angaben nach /20/ oder /25/ angewiesen.

In der Praxis werden diese Probleme häufig dadurch umgangen, daß man

- a) "erfahrenen" Herstellern von Trinkwassererwärmern die Bemessung überläßt  
oder
- b) eine maximale Bedarfsleistung aus dem Tagesbedarf für das erwärmte Trinkwasser ermittelt (stündlicher Bedarf ca. 15...20 % des Tagesbedarfs) und dann einen Trinkwassererwärmer wählt, dessen Dauerleistung nach DIN 4708 Teil 3 gleich der max. Bedarfsleistung ist  
oder
- c) Vergleiche zieht zwischen den Neubauvorhaben und bereits erstellten Gebäuden, in denen die Anlagen ausreichend bemessen sind (Kriterium: keine Klagen!)

Komme ich auf den Ausgangspunkt zurück, also die Frage: Wie werden zentrale Trinkwasser-Erwärmungsanlagen dimensioniert, dann ist die Antwort nach DIN 1988 Teil 2 unbefriedigend für den Bereich des Wohnungsbaus und unbrauchbar für alle anderen Bauten.

Das Summenlinienverfahren bietet uns dann vernünftige und damit wirtschaftliche Ergebnisse, wenn

1. die Verteilung des Warmwasserbedarfs für einen repräsentativen Tag vorliegt (insgesamt oder ermittelt durch eine Analyse der Einzelentnahmen)
2. ausschließlich Ladespeichersysteme vorgesehen werden (bei konventionellen Speichersystemen müssen die aus dem Summenliniendiagramm ermittelten Kapazitäten i.d.R. korrigiert werden mit dem Ergebnis, daß die Speicher noch größer werden)

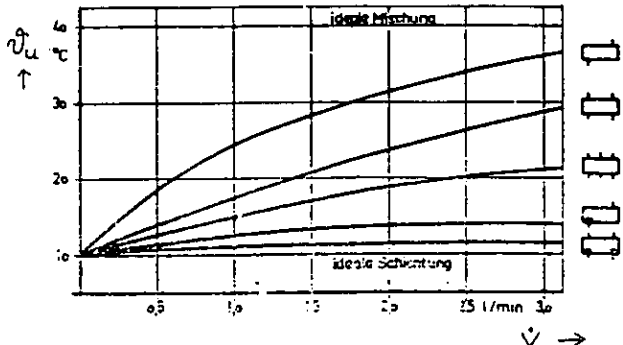
3. Klarheit herrscht über die untere Wassertemperatur im Ladespeicher

Hinsichtlich der Punkte 1 und 3 können nur umfangreiche Messungen zu den notwendigen Berechnungswerten führen.

Angesichts der o.a. vielfältigen Schwierigkeiten verbleiben zunächst nur folgende Empfehlungen, um zentrale Trinkwasser-Erwärmungsanlagen einigermaßen wirtschaftlich zu bemessen:

1. Ladespeichersystem anderen Systemen vorziehen
2. Speicher wählen, die einen günstigen Kaltwasser-eintritt haben (rel. große Anschlußdurchmesser, horizontale Einführung durch Prallbleche)
3. ggf. kleineren Ladespeicher als nach Gleichung (2) ermittelt, dann aber Platz und Anschlußmöglichkeit für einen weiteren Speicher vorhalten (Aufheizzeiten beachten!)

**Bild 6** : Einfluß der Zapfleistung und der Anschlußvarianten auf die untere Wassertemperatur im Speicher (Modellversuch aus /26/)





## 5 Schlußbemerkungen

Anhand ausgewählter Kapitel aus der neuen DIN 1988 (Entwurf) sind exemplarisch Fragen der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von sanitärtechnischen Anlagen diskutiert worden. Dabei zeigt sich, daß die Norm dem Planer von Trinkwasser-Installationen in Fragen der Sicherheit gegenüber dem Rückfließen von Nichttrinkwasser klare Antworten gibt. Für jeden denkbaren Fall können eindeutig die Sicherungseinrichtungen bestimmt werden. Darüberhinaus wird durch vorgegebene Wartungsintervalle sichergestellt, daß die Sicherungseinrichtungen funktionsfähig bleiben. Bemerkenswert ist, daß in Zukunft in vielen Fällen auf den Steigleitungsbelüfter oder die sog. Sicherungsschleife mit Belüfter verzichtet werden kann.

Die neue Bemessungsmethode für die Kalt- und Warmwasserleitungen orientiert sich vor allem daran, für den Spitzenbedarf ausreichende Rohrdurchmesser vorzuhalten. Dabei spielen vordergründig wirtschaftliche Motive keine Rolle, wengleich sich Kosten einsparen lassen, wenn konsequent nach dem neuen Rechenansatz vorgegangen wird. Bei den nach Norm ausgelegten Zirkulationssystemen (Pumpe und Leitungen) kommen noch Energieeinsparungen hinzu.

Zentrale Trinkwasser-Erwärmungsanlagen können mit den Hinweisen in der neuen Norm DIN 1988 nicht bemessen werden bzw. nur unter Vorbehalten, wenn man nach der DIN 4708 vorgeht. Hier sind noch umfangreiche Forschungsanstrengungen notwendig, um die Fragen nach der Verteilung des Warmwasserbedarfs für die einzelnen Gebäudearten und der Auslegung des Trinkwassererwärmers befriedigend zu beantworten.

## 6 Literatur

- /1/ DIN 1988 : Trinkwasser-Leitungsanlagen in Grundstücken - Technische Bestimmungen für Bau und Betrieb. Beuth-Verlag, Berlin 1962.
- /2/ Heinzmann, H. : Anschluß wassergefährdender Geräte und Anlagen. Haustechnik IKZ Heft 20 und 21, Arnsberg 1984.

- /3/ Otto, H. : Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen. Vortrag anlässlich des Seminars der Stiftung Sanitärtechnik in der FH Münster/Burgsteinfurt, 1985.
- /4/ Boger, A. : Schutz des Trinkwassers nach DIN 1988, Teil 4 - Darstellung von Schadensfällen. Vortrag anlässlich des Seminars "Neue Wege der Planung und Ausführung von Trinkwasser-Installationen mit DIN 1988" in der TFH Berlin, 1987.
- /5/ Flege, U. : Schutzmaßnahmen und Einsatz von Sicherungsarmaturen und -einrichtungen nach DIN 1988, Teil 4. Vortrag anlässlich des Seminars "Neue Wege der Planung und Ausführung von Trinkwasser-Installationen mit DIN 1988" in der TFH Berlin, 1987.
- /6/ Boger, A., Haberer, E. : Antworten zum Schutz des Trinkwassers und zur Erhaltung der Trinkwassergüte in Trinkwasseranlagen. Schrift der Firma Grünbeck, Höchstädt 1986.
- /7/ DIN 1988 Teil 4 (Entwurf) : Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) - Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte. Beuth-Verlag, Berlin 1985.
- /8/ DIN 1988 Teil 8 (Entwurf) : Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) - Betrieb der Anlagen. Beuth-Verlag, Berlin 1986.
- /9/ DIN 1988 Teil 3 (Entwurf) : Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) - Ermittlung der Rohrdurchmesser. Beuth-Verlag, Berlin 1985.
- /10/ Feurich, H. : Neue Berechnungsgrundlagen für Wasserversorgungsanlagen - Kritische Bemerkungen zum Entwurf DIN 1988 Teil 3 (Februar 1985). Sanitär- und Heizungstechnik Heft 9, Düsseldorf 1985.
- /11/ Knoblauch, H.-J. : Die Ermittlung der Rohrdurchmesser für Trinkwasserleitungen nach DIN 1988E, Teil 3. Haustechnische Rundschau Heft 9, Berlin 1985.
- /12/ Knoblauch, H.-J. : Ermittlung der Rohrdurchmesser für Trinkwasserleitungen - Vereinfachter Rechengang entsprechend E DIN 1988 Teil 3. Haustechnik IKZ Heft 5 und 6, Arnsberg 1987.
- /13/ Rudat, K. : Rohrdurchmesser nach Entwurfsvorlage DIN 1988, Teil 3. Haustechnik IKZ Heft 4 und 5, Arnsberg 1984.
- /14/ Heizanlagen-Verordnung 1982 (HeizAnV 1982), Bonn.
- /15/ DIN 1988 Teil 2 (Entwurf) : Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) - Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate, Werkstoffe. Beuth-Verlag, Berlin 1986.
- /16/ DIN 4708 Teil 2 : Zentrale Wassererwärmungsanlagen - Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohnbauten. Beuth-Verlag, Berlin 1979.

- /17/ Heinzmann, H. : Auswahl und Einbau von Trinkwasser-Erwärmern in Anlagen nach DIN 1988. IKZ Heft 6, 1987.
- /18/ DIN 4708 Teil 1 : Zentrale Wassererwärmungsanlagen - Begriffe und Berechnungsgrundlagen. Beuth-Verlag, Berlin 1979.
- /19/ Feurich, H. : Sanitärtechnik. Kramer-Verlag, Düsseldorf 1987.
- /20/ Knoblauch, H.-J. : Projektbearbeitung von Sanitäranlagen. Kramer-Verlag, Düsseldorf 1973.
- /21/ VDI 2067 Blatt 4 : Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen - Warmwasserversorgung. Beuth-Verlag, Berlin 1982.
- /22/ Kowalewski, P. : Wasserverbrauch in öffentlichen Gebäuden - speziell in Krankenhäusern. Internationales Symposium Wasserbedarf, DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 44, Eschborn 1984.
- /23/ Tepassee, H. : Trinkwassererwärmungsanlagen in Krankenhäusern. Referat anlässlich des Projektseminars der Pester-Stienemeier-Stiftung in der TFH Berlin, 1980.
- /24/ Fischer, H. : Beitrag zur wirtschaftlichen Warmwasserbereitung. Dissertation an der TU Dresden, 1977.
- /25/ Sander, H. : Warmwasserbereitungsanlagen für Wohn- und Zweckbauten, Gewerbe und Industrie. Verlag Haenchen und Jäh, Berlin 1963.
- /26/ Zur Problematik zentraler Warmwasser-Bereitungsanlagen mit liegenden Speichern. Stadt- und Gebäudetechnik heft 3, Berlin 1980.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dipl.-Ing. Klaus Rudat

TECHNISCHE FACHHOCHSCHULE BERLIN

FB 6 (Versorgungs- und Energietechnik)

Luxemburger Straße 9

1000 Berlin 65

Das aus Industrie und Handel bekannte Materialflußprinzip "Ware zum Mann" - im Gegensatz zu "Mann zur Ware" - wird naturgemäß nirgends konsequenter eingehalten als in einem Krankenhaus. Das Ziel einer optimalen Patientenversorgung verlangt nach funktionierenden Konzepten, die zuverlässig der Anforderung "Ware zum Patienten" genügen.

An die im Krankenhaus anzutreffenden oder einzusetzenden logistischen Systembausteine müssen sowohl bei ihrer Einzelbetrachtung als auch im funktionalen Zusammenwirken aller Komponenten höchste Forderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit gestellt werden. Denn die optimale Betreuung der Patienten ist nicht nur abhängig vom Qualitätsstandard der unmittelbaren medizinischen Behandlung sondern auch von der Verfügbarkeit ausreichender und qualitativ einwandfreier Versorgungsgüter sowie von der gefahrlosen Entsorgung gebrauchter und verbrauchter Güter. Damit entfällt auf Ver- und Entsorgungseinrichtungen mit den zugehörigen Güterbehandlungen

- Beschaffen

- Bevorraten

- Kommissionieren

- Transportieren

- Bereitstellen

- Verbrauchen

- Entsorgen

ein nicht unwesentlicher Beitrag, um die globale Funktionsfähigkeit mit einem Höchstmaß an Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Auch die Anforderungen an ein Versorgungskonzept im Krankenhaus können somit in einer Aussage zusammengefaßt werden, die als Begriffserklärung des Wortes "Logistik" schon zum Allgemeinplatz geworden ist:

Ein technisch und organisatorische funktionierendes Versorgungskonzept muß die Bereitstellung

- . des richtigen Materials
- . in der richtigen Menge
- . in der richtigen Qualität
- . zur richtigen Zeit
- . am richtigen Ort

sicherstellen.

Besonders in Industrie und Handel gewinnt das Teilziel "zur richtigen Zeit" immer mehr an Bedeutung und wird heute noch strenger formuliert. Zum genau richtigen Zeitpunkt soll die Bereitstellung erfolgen, "Just-in-Time" (JIT).

Das bedeutet eine stärkere Konzentration auf die Fördertechnik, die technisch und organisatorisch in die Lage versetzt werden soll, den jeweiligen Bedarfsort zeitpunktgenau zu beliefern.

Die Notwendigkeit des Lagerns zum Zweck der Bevorratung von Sicherheitsbeständen soll vermieden, ja ganz abgeschafft, das in Lagern gebundene Kapital freigesetzt werden. Aber bei allem Respekt vor kreativen, innovativen und in der industriellen Praxis durchaus funktionierenden Modellen des "Lagerns ohne Lager", muß dem Sicherheitsdenken im logistischen Aufgabenfeld eines Krankenhauses ein besonderer, höherer Stellenwert eingeräumt werden. Denn dieses Sicherheitsdenken kann für den "Kunden" des Krankenhauses lebenswichtig werden.

Deshalb ....

Lagertechnik im Krankenhaus

Aber wenn schon Lagern, dann wenigstens zentral.

Zentralisierung hat sich bewährt.

Zentralisierung kann sowohl physisch, also hinsichtlich der Standorte einer Funktionserfüllung, als auch organisatorisch verstanden werden; organisatorisch heißt hier hinsichtlich Kompetenz und Verantwortung.

Zentralisierung bietet Rationalisierungsmöglichkeiten, ohne die Versorgungsqualität der Patienten zu beeinträchtigen. Zentralisierung bedeutet im Krankenhaus im wesentlichen die Schaffung von Einheiten mit folgenden Aufgabenstellungen:

- Zentrallager, zur Versorgung mit allgemeinen und medizinischen Ver- und Gebrauchsgütern
- Wäscheversorgungszentrale, für Frischwäscheversorgung, ggf. Wiederaufbereitung und Schmutzwäscheentsorgung
- Zentralsterilisation (zum Teil auch als Reinigungs-, Desinfektions- und Sterilisationszentrale bzw. RDS-Zentrale bekannt) zur Versorgung mit sowie Wiederaufbreitung und Entsorgung von Sterilisiertgut
- Zentrale Krankenhausapotheke, zur Versorgung mit Apothekengütern und teilweise auch Eigenherstellung von Medikamenten
- Zentralküche, zur Speiserversorgung von Patienten und Personal, Essenherstellung und Schmutzgeschirrentsorgung
- Müllzentrale, zur Entsorgung von Haus- und Problemmüll sowie
- Einrichtung für Bettenaufbereitung, Gerätereinigung (AWT-Container, Transportbehälter etc.), Postein- und -ausgang u. ä.

Hierbei ist es für die allgemeine Problematik unwesentlich, ob diese zentralen Ver- und Entsorgungsabteilungen als selbständige Einheit wie bei Großkliniken üblich (sogenanntes Versorgungszentrum) oder als integrierter Bestandteil im Krankenhaus untergebracht ist. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob eine Zentralisierung erforderlich und vorteilhaft ist. Dies ist im wesentlichen dann sinnvoll,

- wenn mehrere Personen an verschiedenen Stellen die gleiche Tätigkeit ausführen
- wo viele kleine Geräte das tun, was weniger Geräte mit höherer Einzel-Kapazität tun können

- wo Dienstleistungen für den Patienten ausgeführt werden können, die ohne die unmittelbare Nähe zum Patienten möglich sind
- wo qualifiziertes Personal mit Arbeiten belastet wird, die von angelerntem Personal ausgeführt werden können
- wo Kontrolle insbesondere in bezug auf Hygiene höher zu bewerten ist als Kosten.

Zentralisierung kann durchaus auch als reines Organisationsmittel verstanden werden. Beispielsweise ist die Einrichtung eines Zentrallagers auch dann möglich, selbst wenn es die baulichen Gegebenheiten nicht erlauben, im günstigsten Falle sogar ohne aufwendige bauliche Maßnahmen. Zur Entscheidungsfindung sind hier im wesentlichen Überlegungen zu den gegebenen Räumlichkeiten und deren Verwendbarkeit sowie zu hygienischen Erfordernissen notwendig.

#### Funktionsbereiche einer zentralen Lagerhaltung

Am Beispiel der Versorgung mit medizinischen und allgemeinen Ver- und Gebrauchsgütern soll die Zentralisierung dargestellt werden. Empirische Untersuchungen haben ergeben, daß rund 10 - 20 % der Artikel dieser Gütergruppe ca. 70 % des gesamten Warenvolumens, das im Krankenhaus bereitzustellen ist, ausmachen. Diese Mengenverteilung unter Berücksichtigung von Vereinfachung und Minimierung der Arbeitsprozesse im Lager rechtfertigt eine zentrale Bevorratung.

Nach funktionalen Gesichtspunkten ist diese zentrale Lagerhaltung in die Bereiche:

- Wareneingang
- Zentrallager
- Verteil- und Versandzone

unterteilt.

Der Wareneingang ist der zentrale Anlieferungspunkt aller Güter, die in das Krankenhaus gelangen, mit Ausnahme von Gütern, für

deren Annahme es einer besonderen Qualifikation des Personals (z. B. bei Apothekengütern, Laborapparaturen) oder einer besonderen Empfangsbestätigung (z. B. bei Nukleiden) bedarf. Die eingehenden Güter werden im Wareneingang quantitativ und qualitativ geprüft und für die Lagerbestandsführung sowie das kaufmännische Rechnungswesen datenmäßig erfaßt.

Gleichzeitig besteht in diesem Bereich eine Staumöglichkeit, um hohe Anlieferungsraten, die sich vorwiegend an werktäglichen Vormittagen häufen, abzufangen und einen gleichverteilten Materialfluß in die weiteren Leistungsbereiche zu ermöglichen.

Die angelieferten Waren werden dann im Zentrallager in geeigneten Lagersystemen bis zum Bedarf bevorratet. Eine Trennung der Lagerhaltung in Grobvorrat und Fertigvorrat - wie sie insbesondere in großen Häusern häufig vorzufinden ist - erscheint in keinem Falle sinnvoll. Gerade eine zentrale Lagerhaltung ohne diese Trennung bringt wesentliche Vorteile wie:

- geringes Handling durch Wegfall von Umlagerungsvorgängen
- Flächeneinsparung durch Vermeidung von Mehrfachlagerung
- vereinfachte und übersichtlichere Lagerbestandskontrolle

Nach Bedarf werden dann in einem weiteren Arbeitsgang die Versandlieferungen leistungsstellengerecht zusammengestellt (kommissioniert) und über die Verteilzone an das Transportsystem übergeben.

Die in der Grafik nicht dargestellte Verteilzone stellt hiermit eine Fläche dar, die im wesentlichen der Güterbewegung dient. Organisatorisch ist sie der Endpunkt aller Bestellungen der Leistungsstellen, Kommissionieranweisungen werden hier direkt an das entsprechende Personal übergeben. Darüber hinaus wird hier die Endkontrolle der leistungsstellenbezogenen Kommission durchgeführt und der Warenausgang, gegliedert nach Kostenstellen, datenmäßig erfaßt.



Welches Lagersystem für welche Aufgabe?

#### Systemgruppen im zentralen Lager

Abgestimmt auf eine funktionsgerechte Organisation und auf eine betriebswirtschaftliche Optimierung ist durch die Gestaltung der Gruppen Wareneingangssystem, Einlagerungssystem, Lagersystem, Auslagerungs- und Kommissioniersystem sowie Warenausgangs- und Versandsystem eine Rationalisierung der Lagerhaltung zu erreichen.

Im Rahmen dieser Aufzählung liegt der Schwerpunkt im Lagersystem. Es existieren hier zwei Systemvarianten, die dynamischen und die statischen Lagersysteme. Zur Gruppe der statischen Lagersysteme zählen insbesondere die Handregale, Palettenregale und Blockstapel. Demgegenüber sind Durchlauf-, Umlauf-, Verschiebe- und Paternosterregale der Gruppe der dynamischen Lagersysteme zugeordnet, die vor allem durch hohe Flächennutzung gekennzeichnet sind. Aus arbeitsorganisatorischen Gründen ist jedoch von der Nutzung dieser Systeme abzuraten, da bei den im Zentrallager allgemein zu erwartenden Güterbewegungen (große Artikelvielfalt mit geringen Einzelmengen) die Arbeitsbelastung nicht unwesentlich erhöht wird. Güterumschlagshäufigkeit und Gütermengen, wie sie im Krankenhaus im allgemeinen auftreten, begünstigen somit die Lagerung in Handregalen und Palettenregalen. Aus Gründen der manuellen Zugänglichkeit sollten in einem Palettenregal nicht mehr als 2 Paletten vertikal gelagert werden. Es ist zwar durchaus denkbar, eine Höhenentwicklung bis zu 5 Paletten vertikal zu organisieren, was jedoch dann mechanische Kommissionierhilfsmittel erforderlich macht. Weiter ist auch anzunehmen, daß auf der Geschoßebene eines Lagers weitere Funktionen unterzubringen sind. Somit bietet es sich an, auf extreme Raumhöhen zu verzichten, die zwar im Bereich des Palettenlagers technisch möglich, aber in den übrigen Funktionsbereichen nicht nutzbar wären bzw. in bestehender Bausubstanz bei Reorganisation nicht vorhanden ist.

Die datenmäßige Erfassung des Wareneingangs sollte mit Hilfe von EDV erfolgen, was darüber hinaus zu einer rationellen Lagerbestandsführung, Bestellorganisation und kostenmäßigen Erfassung des Warenausgangs erweiterbar ist. Auch das Einlagerungs-, Auslage-

rungs- und Kommissioniersystem ist mit Hilfe von EDV durchzuführen. Anstelle der lagerflächenintensiven Festplatzbelegung (Auslastung des Lagers ca. 60 %) kann insbesondere die Palettenlagerung durch Freiplatzbelegung (Auslastung des Lagers bis zu 85 %) höher ausgenutzt werden. Im Falle der Freiplatzbelegung wird dem ankommenden Artikel ein beliebiger unbelegter Platz im Zentrallager durch die EDV zugewiesen, die wiederum das spätere Wiederauffinden dieser Ware beim Kommissionieren gewährleistet. Dem Lagerpersonal wird dabei eine Liste ausgedruckt, worin alle bestellten Güter einer anfordernden Leistungsstelle angegeben sind (auftragsorientiertes Kommissionieren) und um eine rationellere Kommissionierarbeit zu ermöglichen, die gesamten Wege eines einzelnen Vorganges minimiert sind. Bei der Verbuchung und Erfassung des Warenausgangs kann der Lagerbestand korrigiert, im Bedarfsfalle die Bestellung beim Lieferanten veranlaßt und die kostenmäßige Belastung des Bestellers durchgeführt werden.

Im allgemeinen kann die Lagerfunktion als notwendiger Puffer zwischen ankommenden und nach Bedarf abgehenden Waren umschrieben werden. Unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten entstehen durch den Vorgang "Lagern" immer Kosten, da mit jedem Gut, das nicht-unmittelbar dem Bedarf zugeführt wird, Kapital gebunden ist. Dementsprechend wäre das "ideale Lager" durch einen möglichst geringen Lagerbestand gekennzeichnet.

So absurd es auch klingt, unter dieser Voraussetzung ist das optimale Lager "kein Lager". Diese Bestandsmengenoptimierung reflektiert zwar ausschließlich ökonomische Überlegungen. Andere lagerbestimmende Einflußgrößen sind dabei vernachlässigt. Im Krankenhaus haben zwar diese Faktoren ein weitaus höheres Gewicht als in reinen Produktions- und Handelsbetrieben, jedoch ist auch im Krankenhaus mit dem Ziel des "Lagerns ohne Lager" ein Rationalisierungsweg gekennzeichnet. Insbesondere im Rahmen von Reorganisationen in bestehenden Krankenhäusern werden hiermit Möglichkeiten angeboten, in bestehenden Baukörpern ohne bauliche Maßnahmen organisatorische Verbesserungen durch Einrichtung eines Zentrallagers zu erzielen.

So ist es durchaus möglich, mehrere Raumangebote ohne unmittelbare

Zuordnung untereinander mittels eines organisatorischen Verbundes über eine - meist bereits zur Verfügung stehende - Datenverarbeitungsanlage zu einem Verbund als Zentrallager zusammenzufassen.

Die notwendige Korrespondenz, die der Verbund erfordert, geschieht mit Hilfe von Peripheriegeräten zur zentralen Recheneinheit. Bei einer solchermaßen vorgegebenen Lagersplittung ergeben sich darüber hinaus mit zunehmender räumlichen Annäherung an die Bedarfsstellen Einsparungen durch verminderten Bestand wegen Wegfallen der Zwischenlagerfunktionen. Darüber hinaus sind durch gezielte Nutzung der EDV-Anlage Mengenminimierungen und Bestandsoptimierungen zu erreichen.

Mit Hilfe einer solchen organisatorischen Zentralisierung lassen sich einerseits eine gezielte Kontrolle durch zentralen Anlieferungspunkt und Datenverarbeitung und andererseits ein bequemer Zugriff der Verbraucher zum Vorrat erzielen. Diese Überlegungen, wie hier am Beispiel des Lagers dargestellt, sind ebenso auf andere Versorgungseinrichtungen übertragbar. So ist es durchaus denkbar, zentrale Dienste so zu organisieren, daß dort aufbereitetes Material ohne Lagerfunktion direkt dem Verbraucher zugestellt wird. Die Bevorratung findet wiederum möglichst nahe dem Verbraucher und unter Zuständigkeit des Verbrauchers statt.

## Transporttechnik im Krankenhaus

Das Zentrallager im Krankenhaus stellt als materialflußtechnische Schnittstelle die Verbindung eines Klinikums mit seiner Umwelt dar. Es nimmt die für die Funktionsfähigkeit des Klinikums lebenswichtigen Güter auf und gewährleistet durch Bevorratung eines Sicherheitsbestandes ihre ständige zentrale Verfügbarkeit.

Für die noch wichtigere dezentrale Verfügbarkeit aller Güter an den einzelnen Verbrauchsorten ist das Transportnetz des Krankenhauses verantwortlich, das wie das Adersystem eines Blutkreislaufes das Herz (Zentrallager) mit den Organen (Verbrauchsstellen) des Krankenhauses verbindet.

Der von diesem Transportsystem zu bewältigende Durchsatz wird auch in Zukunft sowohl hinsichtlich der Vielfalt der Güterarten als auch hinsichtlich des gesamten Transportvolumens weiter ansteigen.

Die unmittelbare Folge hiervon ist, daß der immer größer werdende Materialfluß im Krankenhaus nur noch mit Einsatz moderner Fördertechnik wirtschaftlich abzuwickeln sein wird.

Die Hygiene-Probleme werden durch den größeren Materialfluß und den damit verbundenen steigenden Güterumschlag schwieriger.

Der Einsatz von Fördertechnik für die Ver- und Entsorgung im Krankenhaus bringt die zwangsläufige Steuerung der Betriebsabläufe bis auf die Station und führt damit zu der notwendigen Rationalisierung. Dabei sollte nicht vergessen werden, daß in die Kategorie "moderne Fördertechnik" nicht nur die neuesten Stückgutförderanlagen gehören.

Auch elektronische, EDV-gestützte Informationssysteme tragen ihren Teil dazu bei, das ständig steigende Transportaufkommen zu bewältigen.

Viele Informationen, die heute oft noch auf dem Datenträger Papier und damit als Stückgut die entsprechenden Transportanlagen belasten, können schneller und sicherer "on-line" vom Sender zum Empfänger übertragen werden.

Analog zur Systemfindung bei der Lagertechnik muß also auch bei der Transportmittelauswahl das für die jeweilige Aufgabenstellung geeignete Transportsystem ermittelt werden.

Dies setzt zunächst die Klassifizierung von Transportaufgaben voraus. Transportgut und -menge, Transporthäufigkeit und -plausibilität sowie Art und Länge der Transportwege nebst einigen krankenhausspezifischen Randbedingungen sind die Abgrenzungskriterien für die Bildung verschiedener Kategorien von Transportaufgaben und bestimmen damit gleichzeitig die Eignung eines Transportmittels.

Einen Eindruck von der Vielfalt der für die verschiedenen Aufgaben in Frage kommenden Transportsysteme vermittelt die in einem Strukturbaum zusammengefaßte Übersicht.

In den meisten Transportplanungsprojekten werden nach einer ersten eignungsorientierten Systemauswahl die verbleibenden konkurrierenden Alternativen nach ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilt und - ggf. ergänzt durch nutzwertanalytische Betrachtungen - einer Entscheidung zugeführt.

Durch dieses Vorgehen ist im allgemeinen die bestmögliche Qualität an Planungssicherheit gewährleistet. Nicht selten treten aber in der späteren Realisierungs- und Betriebsphase Schwierigkeiten auf, die Zweifel an der Qualität der Entscheidungssicherheit rechtfertigen.

Ein zusätzlicher Schritt in der Planungsphase kann helfen, unvorhergesehene und unerwünschte Zusatzkosten zu vermeiden oder wenigstens frühzeitig - vor Bau- bzw. Installationsbeginn einer Transportanlage - zu erkennen.

Für jeden Betreiber förder technischer Anlagen sind für eine Systementscheidung bestimmte Fragestellungen von Interesse, z. B.:

- wie verhält sich die Transportanlage wenn sie realen Zufallseinflüssen des täglichen Betriebs unterworfen ist?
- was passiert, wenn Störungen auftreten?

- was passiert bei Änderungen im Transportaufkommen?
- welche Auswirkungen haben verschiedene Betriebsstrategien?  
(z. B. verschiedene Steuerungs- und/oder Dispositionsstrategien)

Geeignete Hilfsmittel, um solche Fragen noch im Planungsstadium, also vor einer endgültigen, nicht mehr rückgängig zu machenden Investitionsentscheidung, mit größtmöglicher Sicherheit zu beantworten, sind EDV-gestützte Simulationssysteme, sogenannte Materialflußsimulatoren.

Die bei Durchführung einer Simulationsstudie erzielbaren Erkenntnisse verdeutlicht folgendes Fallbeispiel:

Im Rahmen der Betriebsplanung eines teilweise neu zu bauenden Klinikums, das in seiner Endausbaustufe ca. 1.700 Betten bereitstellt, war ein Kostenvergleich für den Einsatz alternativer Kleingütertransportsysteme durchgeführt worden.

Zu transportierende Kleingüter sind hier insbesondere:

- Krankenakten
- Röntgentüten
- Päckchen
- Briefe
- Anforderungsbelege
- Untersuchungsproben
- Blutkonserven

Der Wirtschaftlichkeitsvergleich fiel zugunsten der Kleinbehälterförderanlage aus, die in ihrer Endausbaustufe durch folgende Eckdaten charakterisiert wird:

. gesamte Trassenlänge	10.000 m
. Anzahl Weichen	300
. Sende- und Empfangsstationen	100
. täglich abzuwickelndes Auftragsvolumen	5.000 Aufträge
. tägliche Betriebszeit	14 Std.

Besonderer Wert wurde auf den Nachweis gelegt, daß die täglich anfallenden Laborproben Transporte von den Pflegebereichen zum Zentrallabor innerhalb von zwei Stunden problemlos abgewickelt werden können.

Angesichts der Komplexität des betrachteten Transportsystems ist die Überprüfung der tatsächlichen Funktionsfähigkeit nur mittels Simulation möglich.

Nach erfolgter Datenaufbereitung, -eingabe und rechnerspezifischer Umsetzung des gesamten Transportmodells werden verschiedene Simulationsläufe mit sukzessiver Veränderung jeweils eines Eingangsparameters durchgeführt:

#### Vorbereitungslauf:

Noch bevor mit den eigentlichen Simulationsläufen begonnen wurde, ist in einer Vorbereitungsphase, die gleichzeitig als Validitätscheck gedient hat, eine rechnergestützte Schwachstellendiagnose durchgeführt worden.

Ziel war hierbei mögliche Konfliktpunkte im Streckennetz bereits im Vorfeld herauszufiltern.

Hierzu wurde ein Idealzustand während dieses Vorbereitungslaufs im Rechner hergestellt; dies bedeutet, daß keine Auftragswartezeiten, Staueffekte oder sonstige Verzögerungen im Auftragsdurchlauf - beispielsweise durch fehlende Leerfahrzeuge - berücksichtigt wurden.

Als Ergebnis erhält man damit die Belastung jedes Streckenelements der Trassenführung bei idealen Bedingungen. Daraus sind bereits Folgerungen für spätere Simulationsläufe unter "realen" Bedingungen ableitbar.

#### 1. Simulationslauf:

Im ersten Simulationslauf wurden nur Laborproben Transporte auf die Strecke geschickt, um die minimalen benötigten Durchlaufzeiten für diese Gütergruppe zu ermitteln;

das Ergebnis zeigte, daß unter obiger Bedingung die Laborproben-Transporte in dem vorgegebenen SOLL-Zeitintervall abgewickelt werden können.

#### 2. Simulationslauf:

Der zweite Simulationslauf geschah unter Einspeisung aller zu berücksichtigender Transporte bzw. Aufträge unter Zugrundelegung einer Fahrzeug-Grob-Schätzung von 250 benötigten Fahrzeugen.

Das Ergebnis waren unzumutbar lange Auftragswartezeiten mit dem Ergebnis, daß der geforderte Auftragsdurchsatz in der zur Verfügung stehenden Zeit eines Arbeitstages nicht bewältigt werden konnte.

Alle Fahrzeuge, auch die leeren, befanden sich ständig auf der Strecke; der Fahrzeugspeicher war während der gesamten Simulationsdauer nicht belegt.

#### 3. Simulationslauf:

In einem dritten Simulationslauf wurde der angebotene Leerfahrzeugpool von 200 auf 300 Stück erhöht; das Ergebnis war das gleiche wie beim zweiten Lauf mit 250 Fahrzeugen.

#### 4. Simulationslauf:

Ein weiteres Erhöhen des Fahrzeugpools auf 400 Stück brachte zwar niedrigere aber dennoch unververtretbare Auftragswartezeiten mit sich; zusätzlich traten Staueffekte an den im Vorbereitungslauf prognos-



tizierten Konfliktpunkten auf, die die Durchsatzleistung beeinflussen und zum Entstehen der Auftragswartezeiten beitragen.

#### 5. Simulationslauf:

Das im letzten Lauf eingesetzte Angebot von 450 Fahrzeugen führte zu einem Zusammenbruch des Systems an den prognostizierten Konfliktpunkten. Die Trassen waren verstopft, Stau konnte nicht mehr abgebaut werden.

Durch die Simulation konnte die Notwendigkeit eines zweiten Leerfahrzeugspeichers nachgewiesen werden. Zwei Speicher verlangen aber eine besondere Steuerung, die geeignet ist, unterschiedliche Leerfahrzeugbestände zwischen beiden Speichern auszugleichen und dadurch für ein ausreichendes Angebot an freien Fahrzeugen für alle Stationen zu sorgen. Verschiedene in Frage kommende Steuerungsstrategien konnten mit Simulation getestet und ihre Auswirkungen auf das Gesamtverhalten der Anlage aufgezeigt werden.

Ebenso konnten die Konsequenzen von an verschiedenen Stellen installierten Schnellfahrstrecken überprüft werden. Für jeden der 5000 Aufträge, die täglich über das Trassennetz fahren, kann die genaue Auftragsdurchlaufzeit abgefragt werden; dies war im beschriebenen Fall insbesondere für die erwähnten Laborproben Transporte interessant.

Ergebnisse der Simulation waren

- Erkennung von zusätzlich erforderlichen Projektierungsaufgaben (zweiter Speicher, Steuerung)
- genaueste Prognose der tatsächlich erforderlichen Investitionskosten
- Erkenntnisse über das tatsächliche Anlagenverhalten im betrieblichen Alltag, auch unter Störungseinflüssen

Insgesamt konnte damit allen Beteiligten ein Höchstmaß an Entscheidungssicherheit an die Hand gegeben werden.

Dietmar Berger

Industrieplanung + Organisation GmbH, Kußmaulstr. 10, 6900 Heidelberg 1,  
Telefon 0 62 21 / 4 60 51, Telex 4 61 686 indpl, Telefax 06221 - 410057

**SERVICE AN AUFZUGSANLAGEN UND  
ANPASSUNG AN DIE AKTUELLE NUTZUNG**  
von G. ZUCKNICK, Berlin

---

Eine gesicherte Krankenhauslogistik ist in hohem Maße von der richtigen Bemessung, einer optimalen Funktion und einem zuverlässigen Betrieb der Aufzugsanlagen abhängig.

Die Vielzahl unterschiedlichster Transportarten und ihre Wichtigkeit ist in keinem anderen Gebäudetyp so groß wie in einem Krankenhaus. Beförderungen von Personal, gehfähigen und ambulanten Patienten, Besuchern, der Transport von rollstuhlgebundenen Personen, medizinischen Geräten und nicht zuletzt Krankenbetten und Ver-/Entsorgungscontainern sollen problemlos und oft gleichzeitig von den Aufzügen bewältigt werden.

Die Anforderungen an Krankenhausaufzüge sind hoch. Hohe Fahrtzahlen zu Schwerpunktzeiten, mechanische Beanspruchung durch Betten- und Containertransporte, Fehlbedienungen durch Fahrgäste sind nur einige Beispiele, die den Betrieb der Aufzüge beeinträchtigen. Der Ausfall nur eines Aufzuges kann oft zu katastrophalen Versorgungsproblemen führen.

Eine möglichst vorbeugende Instandhaltung der Aufzüge ist eine wichtige Voraussetzung für die Sicherung der Transportabläufe im Krankenhaus.

1. Instandhaltung

Gleichgültig, ob in einem Krankenhaus die installierte Aufzugskapazität knapp oder ausreichend bemessen ist, eine qualitativ gute Betreuung der Aufzüge ist unerlässlich. Die Frage, die sich dem Betreiber eines Krankenhauses hier stellt, ist: Welche Art der Betreuung ist für mein Haus die richtige?

### 1.1 Eigenbetreuung

Hier liegt die Verantwortung bezüglich eines problemfreien Betriebes beim Betreiber selbst. Diese Verantwortung kann er nur dann übernehmen, wenn er über gut geschultes und ausreichendes Personal verfügt. Inspektionen, Wartungen und Reparaturen werden in eigener Regie übernommen. Ersatzteile müssen meist als Originalteile vom Hersteller bezogen und für den schnellen Zugriff vom Betreiber bevorratet und verwaltet werden. Der personelle und administrative Aufwand ist beträchtlich.

Aus wirtschaftlichen Überlegungen läßt sich die Eigenwartung bestenfalls in Großkrankenhäusern vertreten, in denen neben den Aufzugsanlagen noch andere Förderanlagen wie AWT- und Behälterförderanlagen zu betreuen sind.

Im allgemeinen läßt sich jedoch die Eigenbetreuung wirtschaftlich nicht rechtfertigen, was auch durch die äußerst geringe Zahl von Krankenhäusern mit dieser Betreuungsart bestätigt wird.

### 1.2 Fremdbetreuung

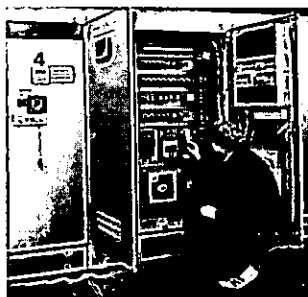
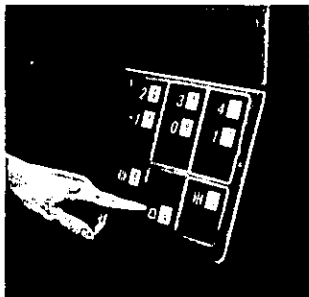
Fachfirmen bieten eine Vielzahl von Service-Verträgen an, die flexibel und modular auf die Bedingungen des jeweiligen Einzelfalls zugeschnitten werden können. Im wesentlichen unterscheiden sich die Vertragsarten in

- Wartungsdienst
- Teilunterhaltungsdienst
- Vollunterhaltungsdienst.

#### 1.2.1 Wartungsdienst

Diese Vertragsart beinhaltet in der Regel nur die Wartung der Anlage, also das Schmieren und Ölen der Aufzugsteile, eventuell noch Inspektionen in vereinbarten Zeitabständen. Störungsbeseitigungen, Reparaturen und Ersatzteile sind in diesem Vertrag nicht enthalten und müssen separat beauftragt werden. Da dieser Wartungsdienst keine vorbeugenden Maßnahmen zur Sicherung des Aufzugsbetriebes berücksichtigt, bleibt letztlich die Verantwortung für einen störungsfreien Betrieb beim Betreiber.

# Unsere Strategie: Kundenzufriedenheit.



## Aufzüge

Für Wohnhäuser, Verwaltungen, Hotels, Krankenhäuser . . .

Antriebe nach Verwendungszweck:  
Drehstromantrieb. Geregelter Drehstromantrieb GAMMA 160 S. Gleichstromgeregelter getriebeloser Antrieb. Hydraulischer Antrieb. Steuerung:

Mikroprozessor-Steuerungen für alle Einsatzbereiche.

## Fahrtreppen und Fahrsteige

Für Verkehrsanlagen, Kaufhäuser, Einkaufszentren und Verwaltungsgebäude in Normal- und Allwetter-Ausführung.

## Gebäudemanagement

Technisch ausgedrückt wird von zentraler Leittechnik, DDC-Regelung und Fernüberwachung gesprochen, also von Systemen, die alle betriebstechnischen Anlagen eines Gebäudes wie Heizung, Klima, Lüftung, Sicherheit intelligent steuern und regeln.

## OTIS Alarm

Das Notrufleit- und Ferndiagnosesystem trägt entscheidend zur Sicherheit der Fahrgäste bei. Rund um die Uhr.

## Der Service

Der FLOHR OTIS Service ist die Summe von ständiger Einsatzbereitschaft, verantwortlicher Partnerschaft und umfassender Betreuung.

Das FLOHR OTIS Servicenetz ist das größte der Branche im gesamten Bundesgebiet. Mehr als 750 Servicefahrzeuge mit Spezialausrüstung für jedes Einsatzgebiet – für Wartung, Instandsetzung und Modernisierung – sind ständig für Sie bereit.

## Fachberatung

Verkehrsmessungen an Ihren Anlagen bestätigen unsere Modernisierungsvorschläge zur Erhöhung der Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

**FLOHR OTIS GmbH**  
Otisstraße 33, 1000 Berlin 27  
Telefon (0 30) 43 04-0



---

**Aufzüge Fahrtreppen Service**

# Wir beraten Sie gern.

## **Büro Aachen**

Wildbacher Mühle 43/45, 5100 Aachen  
Telefon: (02 41) 1 20 76 0

## **Büro Bad Reichenhall**

Friedr.-Ebert-Allee 4, 8230 Bad Reichenhall  
Telefon: (0 86 51) 50 23 0

## **Büro Berlin**

Landgrafenstr. 14, 1000 Berlin 30  
Telefon: (0 30) 25 00 88-0  
Telefax: (0 30) 25 00 88 19  
Störungsdienst: 25 00 88-44

## **Büro Bielefeld**

Otto-Brenner-Str. 63, 4800 Bielefeld 1  
Telefon: (05 21) 29 50 15 0

## **Büro Bonn**

Brungsgasse 2, 5300 Bonn 1  
Telefon: (02 28) 67 10 71 0

## **Büro Braunschweig**

Porschestraße 10, 3300 Braunschweig  
Telefon: (05 31) 31 40 68 0

## **Büro Bremen**

Universitätsallee 5, 2800 Bremen 33  
Telefon: (04 21) 21 96 93 0  
Telefax: (04 21) 21 99 33

## **Büro Dortmund**

Markhege 102, 4600 Dortmund 30  
Telefon: (02 31) 46 20 72 0

## **Büro Düsseldorf**

Ungelsheimer Weg 6, Postfach 30 03 29  
4000 Düsseldorf 30  
Telefon: (02 11) 42 00 66 0  
Telefax: (02 11) 42 28 09

## **Büro Essen**

Münchener Str. 48, Postfach 10 12 31  
4300 Essen 1  
Telefon: (02 01) 8 10 46-0 0  
Telefax: (02 01) 8 10 46 40

## **Büro Frankfurt**

August-Schanz-Str. 13a  
6000 Frankfurt 50  
Telefon: (0 69) 5 48 50-0 0  
Telefax: (0 69) 5 48 50 48  
Störungsdienst: (0 69) 54 92 95

## **Büro Freiburg**

Rimsinger Weg 16  
7800 Freiburg  
Telefon: (07 61) 44 10 91 0

## **Büro Hamburg**

Wandalenweg 14  
2000 Hamburg 1  
Telefon: (0 40) 23 60 06-0 0  
Telefax: (0 40) 23 60 06 46

## **Büro Hannover**

Mergenthalerstraße 8  
3014 Laatzen 1  
Telefon: (05 11) 82 40 24 0

## **Büro Karlsruhe**

Am Storrenacker 3, 7500 Karlsruhe 1  
Telefon: (07 21) 61 60 73 0

## **Büro Kassel**

Kurt-Schumacher-Str. 27, 3500 Kassel  
Telefon: (05 61) 1 87 94 0

## **Büro Kiel**

Holtener Str. 284, 2300 Kiel 1  
Telefon: (04 31) 3 50 81 0

## **Büro Koblenz**

Moselweisser Str. 56, 5400 Koblenz  
Telefon: (02 61) 4 50 11 0

## **Büro Köln**

Amsterdamer Str. 230, 5000 Köln 60  
Telefon: (02 21) 7 15 11-0 0  
Telefax: (02 21) 7 15 11 29

## **Büro Lübeck**

Fackenburger Allee 45, 2400 Lübeck 1  
Telefon: (04 51) 47 12 02 0

## **Büro Mannheim**

Angelstr. 15, Postfach 24 02 34  
6800 Mannheim 24  
Telefon: (06 21) 8 64 12 0  
Telefax: (06 21) 85 91 71

## **Büro München**

Landsberger Str. 183  
8000 München 21  
Telefon: (0 89) 5 70 00-0 0  
Telefax: (0 89) 5 70 00 39

## **Büro Nürnberg**

Außere Laufer Gasse 9/11, 8500 Nürnberg  
Telefon: (09 11) 53 60 34 0

## **Büro Regensburg**

Liskircherstr. 23, 8400 Regensburg  
Telefon: (09 41) 2 60 71 0

## **Büro Saarbrücken**

Neumarkt 4, 6600 Saarbrücken  
Telefon: (06 81) 58 20 45 0

## **Büro Stuttgart**

Erich-Herion-Str. 27, 7012 Fellbach  
Telefon: (07 11) 5 75 49-0 0  
Telefax: (7 11) 5 75 49 25

## **Büro Ulm**

Mühlsteige 4, 7900 Ulm  
Telefon: (07 31) 60 18 85 0  
Telefax: (07 31) 6 30 06

## **Büro Wiesbaden**

Adelheidstr. 61, 6200 Wiesbaden  
Telefon: (0 61 21) 37 00 74 0

## **Büro Wuppertal**

Alsenstr. 19  
5600 Wuppertal 1  
Telefon: (02 02) 30 70 20 0

Im Interesse der Sicherung der Patientenversorgung kann diese Vertragsform nicht empfohlen werden, zumindest nicht in Häusern, in denen ohnehin keine Reserve der Aufzugskapazität zur Verfügung steht.

### 1.2.2 Teilunterhaltungsdienst

Über den Wartungsdienst hinaus enthält diese Vertragsform im wesentlichen die regelmäßige Überprüfung der Anlage, Beseitigung von Betriebsstörungen in einem definierten Rahmen sowie die Lieferung und Austausch von beispielsweise elektrischen Kontakten und Spulen an Schaltern, Relais und Schützen sowie das Erneuern defekter Signallampen am Aufzug. Durch die regelmäßige Überprüfung der Anlage durch die Fachfirma und einer vereinbarten Berichterstattung über festgestellte Mängel ist der Betreiber über den Zustand seiner Anlage informiert und kann entscheiden, welche Arbeiten in Auftrag zu geben sind.

Aber auch bei dieser Vertragsform liegt die Verantwortung über den vereinbarten Vertragsrahmen hinaus beim Betreiber. Die entstehenden jährlichen zusätzlichen Kosten für größere Reparaturen und Erneuerungen lassen sich nur grob einplanen.

### 1.2.3 Vollunterhaltungsdienst

Mit diesem Vertrag übernimmt die Fachfirma die gesamte Instandhaltung und Pflege der Aufzugsanlage zu einem monatlichen Pauschalpreis. Ausgenommen sind lediglich Leistungen, die auf nicht durch die Fachfirma zu vertretende Einflüsse oder auf Fremdverschulden zurückzuführen sind.

Der Vollunterhaltungsvertrag tritt üblicherweise mit Inbetriebnahme einer Neuanlage in Kraft und wird über eine empfohlene Laufzeit von 20 Jahren abgeschlossen.

Bei Abschluß eines derartigen Vertrages sollte der Betreiber auf folgende Punkte achten:

- Die Einleitung von Instandsetzungsmaßnahmen sollte in einer vertretbaren, definierten Zeit nach Störungsmeldung erfolgen.

- Eine Aufzugsanlage soll spätestens am nächsten Werktag wieder betriebsbereit sein, es sei denn, es handelt sich um eine geplante und abgesprochene Instandsetzung.
- Die Betreuung soll von Fachpersonal durchgeführt werden, das jederzeit Störungen beseitigen kann, also rund um die Uhr an allen Tagen einschließlich Sonn- und Feiertagen erreichbar ist.
- Es muß sichergestellt sein, daß die Fachfirma in der Lage ist, über den Vertragszeitraum alle Ersatz- und Verschleißteile lagermäßig vorzuhalten.
- Der technische Leistungsstand ist über die Vertragsdauer zu erhalten, Sicherheitsprüfungen durch den TÜV sind mit einzuschließen.

Bei älteren, bereits installierten Aufzugsanlagen sind für den nachträglichen Abschluß von Vollunterhaltungsverträgen Sondervereinbarungen zu akzeptieren, die im Einzelfall mit den Fachfirmen zu treffen sind.

Mit dieser Vertragsart, die individuell gestaltet sein kann, ist ein Betreiber maximal abgesichert, hat keinen personellen und administrativen Aufwand und kann jährlich mit festen Kosten rechnen. Die Verantwortung wird hierbei vollständig der Fachfirma übertragen.

## 2. Notrufleit- und Ferndiagnosesystem

Nach der Aufzugsverordnung § 20 ist jeder Betreiber einer Aufzugsanlage verpflichtet, einen Aufzugswärter zu stellen, der die Anlage beaufsichtigt und eingreift, wenn Personen im Fahrkorb eingeschlossen sind.

Bei Anschluß an ein zentrales Notrufleitsystem kann nach TRA 106 auf die Bestellung eines Aufzugswärters verzichtet werden, wenn bestimmte technische Mindestanforderungen und organisatorische Voraussetzungen gegeben sind.



Einige Aufzugshersteller bieten diese Systeme an, die primär der Sicherheit der Fahrgäste dienen. Eingeschlossene Personen können sich rund um die Uhr durch Betätigung des Alarmknopfes mit der Zentrale des Aufzugsherstellers direkt verbinden. Über das Telefonnetz können sie die Störung melden und erfahren von der Zentrale, daß ihre Befreiung eingeleitet ist und wann der Monteur eintreffen wird.

Als mögliche Erweiterung werden diese Systeme künftig auch zur Ferndiagnose genutzt. Das System meldet wichtige Parameter über das Telefonnetz auf Abruf an die Zentrale des Systems. Im Soll/Ist-Vergleich können Abweichungen festgestellt werden, die bei Überschreitung der Grenzwerte eine Überprüfung des Aufzuges auslösen. Dadurch wird der Leistungsstandard der Anlage überwacht und bei Veränderungen wiederhergestellt.

Notrufleit- und Ferndiagnosesysteme können gekauft oder gemietet werden. Was günstiger ist, muß im Einzelfall verglichen werden, da hierbei die Laufzeit und die Art des Instandhaltungsvertrages eine Rolle spielen kann. Je nach Vertragsart können Bereitschaftspauschale und Einsatzkosten im Befreiungsfall unterschiedlich sein.

Mit diesem System ist zweifellos ein neuer Schritt in die Zukunft getan, der auch - oder gerade - in einem Krankenhaus die Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit weiter erhöhen wird.

### 3. Modernisierung

Wann werden Modernisierungen an Aufzugsanlagen in Krankenhäusern unumgänglich? Es gibt verschiedene Motive, die eine technische Anpassung an die aktuelle Nutzung sinnvoll machen:

- Steigerung der Förderkapazität
- Verbesserung des Komforts
- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit

### 3.1 Steigerung der Förderkapazität

In vielen Krankenhäusern stehen die Betreiber vor dem Problem, daß die installierten Aufzüge den gestiegenen Anforderungen nicht mehr gewachsen sind. Das bedeutet, die Wartezeiten in den Etagen sind unvertretbar lang, Staus vor den Aufzügen bilden sich aufgrund nicht mehr ausreichender Förderleistungen, und die Verkehrsabläufe werden behindert oder sogar blockiert.

Bei derartigen Schwierigkeiten sollte sich der Betreiber von erfahrenen Fachfirmen beraten lassen, um gemeinsam die Verkehrsabläufe zu definieren und daraus Vorschläge für die Lösung der Probleme erarbeiten zu lassen. Es besteht die Möglichkeit, durch Meßgeräte, die an die Aufzugssteuerung angeschlossen werden, den tatsächlichen Betrieb der Aufzüge aufzeichnen zu lassen.

Die Analyse dieser Messung gibt wertvolle Hinweise auf den Verkehr und den Schwachstellen im sonst nur sehr schwer durchschaubaren Transportsystem. Diese Messung ist eine zuverlässige Grundlage für Verbesserungsvorschläge.

### 3.2 Verbesserung des Komforts

Mit "Komfort" sind hier keine übertriebenen Bequemlichkeiten gemeint, sondern beispielsweise stoßfreie Fahreigenschaften und exakte Haltegenauigkeiten, die bei Bettenaufzügen eigentlich selbstverständlich sein müßten. Wenn die Fahrt mit dem Aufzug für einen Patienten aufgrund der Stöße während der Fahrt und in den Haltestellen zur Qual wird, dann sollte schon überlegt werden, ob der Antrieb oder die Positionsmessung noch zeitgemäß ist.

Türantriebe, Türüberwachungen und Türreversiereinrichtungen sind weitere Bauteile, die den Komfort beeinflussen und oft verbesserungswürdig sind. Hierbei spielt auch der Verschleiß eine wichtige Rolle, der durch Modernisierungsmaßnahmen reduziert werden könnte.

Sinnvolle Sondersteuerungen und Meßeinrichtungen zur Erfassung von beispielsweise Betten- und Containertransporten verbessern nicht nur den Komfort, sondern erhöhen auch die Förderkapazität.

### 3.3 Erhöhung der Wirtschaftlichkeit

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit bedeutet hauptsächlich Reduzierung der Betriebskosten, also Kostensenkungen für die vorbeugende Wartung, Reparatur und für den Energiebedarf. Das läßt sich natürlich nur erreichen, wenn die veraltete, oft verschlissene Ausrüstung durch neueste Technologien modernisiert wird.

Wenn darüber hinaus die Gründe für eine Modernisierung auch durch die Steigerung der Förderkapazität oder durch Verbesserungen des Komforts gerechtfertigt werden, was meist der Fall ist, dann sollte eine Investition für die technische Aufwertung der Aufzugsanlage gezielt in Erwägung gezogen werden. Natürlich muß der Rahmen einer sinnvollen Modernisierung analysiert werden und durch einen Leistungsvergleich zwischen der Ist-Situation und der zu erwartenden Verbesserung untermauert werden. Auch hierbei ist die unter Pos. 3.1 erwähnte Verkehrsmessung ein wertvolles Hilfsmittel, um die vorhandene Anlage zu messen, die Verbesserungen zu prognostizieren und durch spätere Nachmessungen auch nachzuweisen.

Um hier nun spürbare Verbesserungen zu erzielen, sind vor allem die vorhandene Steuerung, der Antrieb sowie alle damit im mittelbaren oder unmittelbaren Zusammenhang stehenden Bauteile auf Erneuerung oder eventuelle Wiederverwendung zu untersuchen. Veraltete Relaissteuerungen mit ihren elektromechanischen Schaltgeräten, lastabhängig gesteuerten Antrieben und verschlissenen Türelementen sind die am dringendsten von einer Modernisierung betroffenen Bauteile. Hinzu kommen die vorhandenen Sicherheitseinrichtungen sowie Signal- und Bedienungselemente.

Mit heutiger Technik werden verschleißarme Mikroprozessor-Steuerungen angeboten, die durch berührungslos wirkende Impulsgeber sicher, stabil und weitgehend ohne Abnutzung für die Informationsverarbeitung sorgen. Anstelle der oft ungenauen gesteuerten Antriebe treten heute lastunabhängig geregelte Gleichstrom- oder Drehstromantriebe, die neben erhöhter Wirtschaftlichkeit bessere Verkehrswerte und gesteigerten Komfort aufweisen.

#### 4. Zusammenfassung

Gerade in Krankenhäusern sollten die Aufzüge mit besonderer Aufmerksamkeit betrachtet werden. Mancher verkehrstechnische Engpaß läßt sich allein durch organisatorische Maßnahmen, die kein Geld kosten, beheben oder in seinen Auswirkungen mildern. Die Ursache eines Engpasses muß nur erkannt werden, und das ist bei der Unübersichtlichkeit einer Aufzugsanlage mit ihren vielen Haltestellen schwierig genug. Erfahrene Fachfirmen beraten den Krankenhausbetreiber und machen Verbesserungsvorschläge. Aber nicht immer helfen anders organisierte Verkehrsabläufe die Probleme beseitigen. Modernisierungen und verbesserte Instandhaltungsmaßnahmen sind dann unumgänglich. Bevor man sich dafür entscheidet, sollte aber eine Nutzenanalyse Klarheit über den Aufwand bringen. Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit sind keine Schlagworte, sie lassen sich auch an Aufzugsanlagen meist rechnen.

#### Anschrift des Verfassers:

G. Zucknick  
Flohr Otis GmbH  
Otisstr. 33

1000 Berlin 27

Verzeichnis der Vortragenden und Vorsitzenden

- Adler, N., Dipl.-Wirtschaftsing., Chirurgische Klinik Dr. Rinecker, Isartalstr. 82, 8000 München 70 (S. 178)
- Anna, O., Prof. Dr.-Ing., Institut f. Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 61 01 80, 3000 Hannover 61 (S. 47)
- Baumgarth, S., Prof. Dr.-Ing., FH Braunschweig/Wolfenbüttel FB Versorgungstechnik, Salzdahlumer Str. 46/48, 3340 Wolfenbüttel (S. 190)
- Berger, D., Dipl.-Wirtschaftsing., Industrieplanung + Organisation, Kußmaulstr. 10, 6900 Heidelberg 1 (S. 430)
- Bergmann, W., Hamburgische Elektrizitätswerke AG, Überseering 12, 2000 Hamburg 60 (S. 104)
- Beste, K., Amtsleiter, Krankenhausdezernent, Amt für Krankenanstalten der Landeshauptstadt, Ricklingerstr.3, 3000 Hannover 91
- Beuster, H., Dipl.-Ing., Drägerwerk AG, Postfach 13 39, 2400 Lübeck 1 (S. 251)
- Böckmann, R.-D., Prof. Dr.-Ing., Am Gewinn 3, 6301 Wetztenberg
- Bösenberg, H., Universität Münster, Institut für Hygiene, Robert-Koch-Str. 41, 4400 Münster (S. 1)
- Defren, W., Dipl.-Ing., Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Technischer Aufsichtsdienst, Steubenstr. 46, 6800 Mannheim (S. 262)

- Draxler, H., Dr., KBA-Krankenhausberatungsagentur,  
Dorotheergasse 7, A-1010 Wien  
(S. 89)
- Drescher, J., Prof. Dr. med., Medizinische Hochschule  
Hannover, Abt. für Virologie u. Seuchenhygiene,  
Postfach 61 01 80, 3000 Hannover 61
- Feurich, H., Oberingieur VDI, Münchener Str. 35,  
1000 Berlin 28  
(S. 377)
- Fey, K.-D., Dipl.-Ing., Vorsitzender d. Arbeits-  
gemeinschaft Instandhaltung Gebäudetechnik  
(AIG) im VDMA, Pohlgönser Str. 20, 6308  
Butzbach  
(S. 204)
- Freyman, H., Dipl.-Volkswirt, Wirtschaftsprüfer und  
Steuerberater, WIBERBA Wirtschaftsberatung AG,  
Achenbachstr. 43, 4000 Düsseldorf  
(S. 137)
- Gaertner, v. H.-D., Regierungsdirektor, Carl-Zuckmayer-Str. 11,  
6500 Mainz 33
- Gansloser, G., Prof. Dr.-Ing., Grazer Str. 26,  
3000 Hannover 81
- Gerriets, H., Dipl.-Ing., Bezirksregierung Hannover, Dez.  
308 d, Postfach 2 03, 3000 Hannover  
(S. 130)
- Globig, K.-F., Städt. Ltd. Direktor, Städt. Kliniken  
Braunschweig, Freisestraße 10, 3300 Braunschweig  
(S. 329)
- Graff, K.-W., Dipl.-Ing., Ministerium für Wissenschaft  
und Kunst, Baden-Württemberg, Postfach 4 01,  
7000 Stuttgart 1  
(S. 115)
- Granz, J., Dipl.-Ing., Technischer Leiter, Zentralkran-  
kenhaus Bremen-Ost, Zürcher Str. 40, 2800  
Bremen 44  
(S. 356)

- Gudat, H., Dr.-Ing., Medizin System Technik GmbH,  
Hegelstr. 61, 6500 Mainz
- Hadré, E., Dipl.-Ing., Ingenieurbüro f. Zentrale Leit-  
und Prozeßtechnik, Auf dem Brachfeld 26, 5064  
Rösrath
- Hänßel, S., Betriebswirt, Niedersächsische Krankenhaus-  
gesellschaft, Thielenplatz 3, 3000 Hannover 1
- Hanreich, J.-V., Medizintechnische Servicegesellschaft  
mbH, Sensenstr. 1 - 3, Postfach 35, A-1097 Wien  
(S. 169)
- Hartung, C., Prof. Dr.-Ing., Institut für Biomedizinische  
Technik und Krankenhaustechnik, Medizinische  
Hochschule Hannover, Postfach 61 01 80, 3000  
Hannover 61
- Hindricks, R., Dipl.-Ing., Adalbertstr. 20, 4440 Rheine  
(S. 291)
- Hintze, R., Dr. jur., Institut für Haus- und Versorgungs-  
technik GmbH, Brandestr. 17, 3000 Hannover 81
- Jahn, A., Dr.-Ing., Klimasystemtechnik GmbH, Keplerstr.  
8 - 10, 1000 Berlin 10
- Junker, D., Dr. rer. nat., Abteilung Nuklearmedizin,  
Medizinische Hochschule Hannover, Postfach  
61 01 80, 3000 Hannover 61
- Just, G., Dr., Chemische Fabrik Wülfel, Postfach  
89 01 09, 3000 Hannover 81  
(S. 283)
- Kern, H., Dipl.-Ing., Berufsgenossenschaft  
Nahrungsmittel u. Gaststätten, Steubenstr. 46,  
6800 Mannheim  
(S. 233)
- Kilian, J., Prof. Dr. med., Dept. für Anästhesiologie,  
Universität Ulm/Klinikum, Steinhövelstr. 9,  
7900 Ulm  
(S. 9)

- Köstner, E., Dipl.-Ing., Architekt, Universität Hannover, Abt. Baustoffkunde/Bauphysik, Schloßwender Str. 1, 3000 Hannover 1 (S. 77)
- Krapner, K.-W., Dr.-Ing., Ltd. Regierungsdirektor a. D., Obmann des DIN-Ausschusses 1946, Vorstand AMEV, Kirchredder 10, 2000 Hamburg 63
- Kreinberg, W., Dr.-Ing., TÜV Hannover e. V., Zentralabteilung Medizinische Technik, Am TÜV 1, 3000 Hannover 81
- Kriewald, B., Dipl.-Ing., Linde AG, Sürther Hauptstr. 178, 5000 Köln-Sürth 50 (S. 244)
- Kuhl, F.-H., ROA, Vor dem Tore, 3054 Rodenberg (S. 143)
- Lück, V., Dr., Evang. Krankenhaus "Lutherhaus" GmbH Hellweg 100, 4300 Essen 14 (S. 71)
- Müller, K., Dr.-Ing., FH Braunschweig/Wolfenbüttel, FB Versorgungstechnik, Salzdahlumer Str. 46/48, 3340 Wolfenbüttel (S. 345)
- Paul, J., Dr.-Ing., Fa. Sabroe, Postfach 26 53, Ochsenweg 73, 2390 Flensburg
- Pointner, E., Dipl.-Ing., Direktor der Elektro-Beratung Bayern GmbH, Kaiserstr. 14, 8000 München 40 (S. 227)
- Pollack, L., Dipl.-Ing., Ltd. Baudirektor, Staatshochbauamt II, Cellerstr. 7, 3000 Hannover 1
- Plaß, V., Dr. rer.nat., Feuerwehr der Landeshauptstadt Hannover, Feuerwehrstr. 1, 3000 Hannover 1
- Randel, R. H., Industrieplanung + Organisation, Kußmaulstr. 10, 6900 Heidelberg (S. 301)



- Riedel, W., Prof. Dr.-Ing., Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, Krankenhausbetriebslehre und -technik, Salzdahlumer Str. 46-48, 3340 Wolfenbüttel
- Romfeld, H., Dipl.-Ing., Drägerwerk AG, Postfach 13 39, 2400 Lübeck (S. 15)
- Rosin, O., Dipl.-Ing., TÜV Hannover e. V., Abt. ETA, Am TÜV 1, 3000 Hannover 81
- Rudat, K., Prof. Dipl.-Ing., Technische Fachhochschule Berlin, FB 6 Versorgungs- u. Energietechnik, Luxemburger Str. 9, 1000 Berlin 65 (S. 406)
- Silber, W., Frühbis GmbH, Postfach 69, 6732 Edenkoben (S. 337)
- Soest, W., Dipl.-Kfm., Herbst Service GmbH, Alte Volksparkstr. 24, 2000 Hamburg 54 (S. 151)
- Spindler, U., Dr. rer. nat., Klöckner-Moeller-Elektrizitäts GmbH, Abt. MAT VW, Postfach 18 80, 5300 Bonn 1 (S. 219)
- Schaefer, H., Leiter der Zentralsterilisation, Medizinische Hochschule Hannover, 3000 Hannover 61 (S. 275)
- Schmidt, P., Dr.-Ing., Weiss-Klimatechnik GmbH, 6301 Reiskirchen 3 (Lindenstruth) (S. 210)
- Schmitz-Hertzberg, R., Wäschereileiter A. D., von Escherte-Str. 4, 3000 Hannover 72 (S. 317)
- Schoeppe, K., Dipl.-Ing., Heinle, Wischer u. Partner Planungsgesellschaft mbH, Rotenbergstr. 8, 7000 Stuttgart 1 (S. 64)

- Stender, H.-St., Prof. Dr. med., Pregelweg 5, 3000 Hannover-Isernhagen (S. 53)
- Stinshoff, D., Dipl.-Ing., Siemens AG, Bereich Sicherungs- und Meldetechnik/Vertrieb Postfach 70 00 74, 8000 München 70 (S. 372)
- Trappe, J., Dr.-Ing., DEKRA-Sicherheit, Umweltschutz u. Energie, Schultze-Delitzsch-Str. 49, 7000 Stuttgart 80 (S. 32)
- Tryzna, M., Dipl.-Ing., Obergewerberat, Staatliche Gewerbeaufsicht, Deisterstr. 17 A, 3000 Hannover 61
- Wabnitz, R., Dr. phil., Dahlienweg 36, 6500 Mainz 21 (S. 123)
- Wadzinski, H., Prof. Dipl.-Ing., E I C, Ölhafenstr. 28, 6800 Mannheim 1
- Wietzke, G., Dr. rer. pol., Medizinische Hochschule Hannover, ~~Postfach 61-01-80, 3000 Hannover 61~~
- Zucknick, G., Dipl.-Ing., Flohr-Otis GmbH, Otis-Str. 33, 1000 Berlin 27 (S. 445)

# Fachliteratur Krankenhaustechnik

zu beziehen durch:  
Fachverlag Krankenhaustechnik  
Postfach 610324  
**3000 Hannover 61**

---

HospiTech '88 Hannover  
16. Kongreß für Krankenhaustechnik  
**»Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus«**  
Herausgeber: C. Hartung, O. Anna 1988  
Format DIN A 5. Kartoniert. 461 Seiten.  
Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis. 75,— DM

HospiTech '87 Hannover  
15. Kongreß für Krankenhaustechnik  
**»Technische Ver- und Entsorgung im Krankenhaus«**  
Herausgeber: C. Hartung, O. Anna 1987.  
Format DIN A 5. Kartoniert. 462 Seiten.  
Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis. 75,— DM

HospiTech '86 Hannover  
14. Kongreß für Krankenhaustechnik  
**»Service und Technik im Krankenhaus«**  
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung 1986.  
Format DIN A 5. Kartoniert. 360 Seiten.  
Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis. 70,— DM

13. Fachtagung Krankenhaustechnik  
**»Sanierung und Erneuerung technischer Anlagen im Krankenhaus«**  
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, N. Adler 1985.  
Format DIN A 5. Kartoniert. 461 Seiten.  
Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis. 75,— DM

12. Fachtagung Krankenhaustechnik  
**»Betriebstechnik und Bautechnik im Krankenhaus«**  
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, N. Adler 1984.  
Format DIN A 5. Kartoniert. 405 Seiten.  
Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis. 70,— DM

---

11. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Elektrizitätsversorgung und elektrotechnische Anlagen im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, N. Adler 1983.

Format DIN A 5. Kartoniert. 286 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

60,— DM

10. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Heizungs-, Kälte- und Sanitärtechnik im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Glöckle 1982.

Format DIN A 5. Kartoniert. 376 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

65,— DM

9. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Technik zentraler Dienste im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Glöckle 1981.

Format DIN A 5. Kartoniert. 345 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

60,— DM

8. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Medizintechnische Geräte im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Klie 1980.

Format DIN A 5. Kartoniert. 235 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

50,— DM

7. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Instandhaltung medizintechnischer Geräte«**

Herausgeber: C. Hartung, O. Anna 1979/80.

Format DIN A 5. Kartoniert. 222 Seiten.

Vortragssammlung inklusive Autorenverzeichnis.

50,— DM

6. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Energie im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Klie 1979.

Format DIN A 5. Kartoniert. 343 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

60,— DM

5. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Klimaanlagen im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, W. Kreinberg 1978.

Format DIN A 5. Kartoniert. 279 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

50,— DM

4. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Wirtschaftliche Instandhaltung im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, W. Kreinberg 1977.

Format DIN A 5. Kartoniert. 231 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

50,— DM

3. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Infektiöser Müll im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, R. Kerl 1976.

Format DIN A 5. Kartoniert. 182 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

30,— DM

2. Fachtagung Krankenhaustechnik

**»Sicherheit im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, R. Kerl 1975.

Format DIN A 5. Kartoniert. 123 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

20,— DM

1. Fachtagung Krankenhaustechnik

**Einsatz computergesteuerter Leitsysteme im Krankenhaus«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, R. Kerl 1974.

Format DIN A 5. Kartoniert. 119 Seiten.

Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.

20,— DM

**Zusammenfassung wissenschaftlicher Vorträge der 3. Jahrestagung für Biomedizinische Technik**

**sowie des Fachsymposiums »Störunterdrückung bei Biosignalen«**

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung 1974.

Format DIN A 4. Kartoniert. 253 Seiten.

102 Vortragszusammenfassungen

inklusive Autorenverzeichnis.

30,— DM