

FACHTAGUNG
KRANKENHAUSTECHNIK
»ENERGIE IM KRANKENHAUS«



MEDIZINISCHE HOCHSCHULE HANNOVER
27. – 29. APRIL 1979

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Klie

Alle Rechte bei den Herausgebern

Sehr geehrte Tagungsteilnehmer !

Im Namen der Medizinischen Hochschule Hannover und der Abteilung für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik möchten wir Sie herzlich zu unserer Fachtagung Krankenhaustechnik "Energie im Krankenhaus" in Hannover begrüßen.

Die technische Ausrüstung in Bauten des technischen Gesundheitswesens ist in den letzten 15 Jahren durch die Erkenntnisse auf den Gebieten der Medizin und Technik explosionsartig angewachsen. Es sei erwähnt, daß der Wert der technischen Ausrüstung in unseren Hochleistungskrankenhäusern bereits 45% des gesamten Anlagenwertes erreicht. Das medizinische und technische Potential, das in unseren Krankenhäusern den Patienten zur Verfügung steht, induziert wachsende Ansprüche an die medizinische Leistung und Versorgung, die ihrerseits wiederum Medizin und Technik stimulieren. Äußeres Zeichen dieser Schraube "Ärztliche Leistung, die bessere Technik benötigt" ist Tagesgespräch und heißt "Kostenexplosion im Gesundheitswesen".

Obwohl die Erkenntnis, daß jedes Wachstum begrenzt ist, weil die Ressourcen begrenzt sind, keineswegs neu ist, hat uns die weltwirtschaftliche Situation insbesondere in jüngster Zeit schmerzlich an diese Tatsache erinnert. Anlässlich dieser Fachtagung soll daher aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten und Alternativen die Krankenhäuser haben, um Energie zu sparen und Energiekosten zu senken. Da energiesenkende Maßnahmen in fast allen Bereichen der Technischen Gebäudeausrüstung unserer Krankenhäuser ergriffen werden können, sind die Vorträge inhaltlich nach Gewerken aufgeteilt, wobei jedoch auch die Grundlagen der Anlagentechnologie in einem Einführungsreferat der betreffenden Sektion abgehandelt werden. Außerdem soll mit dieser Fachtagung aufgezeigt werden, welche Wege die Krankenhäuser beschreiten können, um Energielieferungsverträge günstig abzuschließen.

Den Vortragenden, Vorsitzenden, Ausstellern und Inserenten sei daher 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

O. Anna

C. Hartung

H. Klie

B i t t e v o r m e r k e n :

Hiermit laden wir zur Teilnahme an der Fachtagung
Krankenhaustechnik sowie zu speziellen Fortbildungs-
Seminaren vom 18.-21. März 1980 nach Hannover ein.

Fachtagung Krankenhaustechnik 1980

" MEDIZINTECHNISCHE GERÄTE IM KRANKENHAUS "

19.-21. März 1980

Fortbildungsseminare

18. März 1980

Veranstalter:

Prof.Dr.-Ing.O.Anna
Prof.Dr.-Ing.C.Hartung

Fortbildungsseminare:

Medizinische Hochschule Hannover
Karl-Wiechert-Allee 9
3000 Hannover 61

Fachtagung:

Stadthalle und Niedersachsenhalle
Theodor-Heuss-Platz 1-3
3000 Hannover

Tagungsadresse:

Medizinische Hochschule Hannover
Abt. für Biomedizinische Technik
speziell Krankenhaustechnik
Karl-Wiechert-Allee 9
Postfach 610 180
3000 Hannover 61

MEDIZINTECHNISCHE GERÄTE IM KRANKENHAUS

" Ärztliche Leistung mit vernünftiger Technik "

Themen:

- Anforderungen an medizintechnische Geräte aus der Sicht des Mediziners und Technikers
- Konsequenzen für den Hersteller und Betreiber
- Problematiken beim klinischen Einsatz
- Instandhaltung, Problematik für: Hersteller, Betreiber, klinische Service-Zentren
- Risiken, Verantwortlichkeit, Kompetenzen, Haftung
- Sicherheitsaspekte: Prüf- und Funktionskonzepte, Vorschriften
- Technologie - gestern, heute, morgen
- Gerätetypen und Einsatzbereiche
- Wirtschaftlichkeitsaspekte bei der Beschaffung:
Kauf, Miete, Leasing?

Industrieausstellung:

Für Firmen mit einschlägigen Erfahrungen auf den Gebieten Projektierung, Bau und Instandhaltung medizintechnischer Geräte

Fortbildungsseminare:

Mit speziellen Themen aus den medizintechnischen Bereichen für interessierte Fachleute

Zielgruppe:

- Ärztliche, pflegerische, administrative und technische Bereiche im Krankenhaus
- Angehörige der Sozial- und Wirtschaftsministerien, Gesundheitsämter, Krankenkassen und Versicherungen
- Hersteller medizintechnischer Geräte
- Ingenieur- und Planungsbüros

PROGRAMM UND INHALT

Freitag, den 27. April 1979

10.30-12.00 h Nur für Mitglieder der Fachvereinigung
Krankenhaustechnik e.V.: Jahreshauptver-
sammlung in der Mensa der MHH

Hörsaal A - Vorsitz: H.Börner, Hannover;
H.Kastens, Hannover

- 13.00 h Eröffnung
C.Hartung, Hannover
- 13.15 h Erfassung und Vergleich von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser im Krankenhaus
K.W.Graff, Stuttgart 1
- 13.45 h Diskussion
- 14.00 h Energielieferungsverträge beim Land Niedersachsen
M.Stein, Hannover 14
- 14.30 h Diskussion
-
- 14.45 h Pause und Gelegenheit zum Besuch der Industrie-
Ausstellung
-
- 15.15 h Energielieferungen an Krankenhäuser aus der Sicht des Energie-Versorgungsunternehmers
H.E.Brachetti, Hannover 21
- 15.45 h Diskussion
- 16.00 h Beratung bei Energieverträgen aus der Sicht des Abnehmers
K.Deparade, Hannover 32
- 16.30 h Diskussion
- 16.45 h Ende

Sonnabend, den 28. April 1979

Hörsaal A - Vorsitz: H.Brockmeyer, Lahn-Gießen;
H.Esdorn, Berlin

09.00 h Kälteanlagen - Arbeitsprinzipien, Kon- 38
struktion und Installation
H.Loewer, Karlsruhe

09.30 h Diskussion

09.45 h Kälte im Krankenhaus - medizinischer 40
Bereich, Küchenbereich, Klimabereich
H.Wadzinski, Heidelberg

10.15 h Diskussion

10.30 h Pause und Gelegenheit zum Besuch der
Industrie-Ausstellung

11.00 h Kältetechnik bei Sonderklimaanlagen 60
K.Steffen, Lahn-Gießen

11.30 h Diskussion

11.45 h Gebläse in LTA - Energieeinsparung und 66
Wirtschaftlichkeit
K.Rasmussen, Böblingen

12.15 h Diskussion

12.30 h - 14.30 h Mittagessen und Gelegenheit zum
Besuch der Industrie-Ausstellung

Sonnabend, den 28. April 1979

Hörsaal A - Vorsitz: H.E.Brachetti, Hannover;
N.Göbl, München

- | | | |
|---------|---|-----|
| 14.30 h | Fernwärme und Eigenwärmeversorgung
L.Siebert, Düsseldorf | 74 |
| 15.00 h | Diskussion | |
| 15.15 h | Heizungssysteme im Krankenhaus - Hoch-
druckdampf-, Niederdruckdampf-, Warm-
wasserheizungsanlagen
K.Riedle, Wiesbaden | 85 |
| 15.45 h | Diskussion | |
| <hr/> | | |
| 16.00 h | Pause und Gelegenheit zum Besuch der
Industrie-Ausstellung | |
| <hr/> | | |
| 16.30 h | Warmwasserversorgung im Krankenhaus
- Anlagentechnik, Energieeinsparung
W.Dünnleder, Hamburg | 106 |
| 17.00 h | Diskussion | |
| 17.15 h | Kosten- und Energieeinsparung bei wasser-
führenden Systemen durch Beseitigung und
Verhinderung von Ablagerungen
R.Scharmann, Freiberg | 120 |
| 17.45 h | Diskussion | |
| 18.00 h | Ende | |

Sonntag, den 29. April 1979

Hörsaal A - Vorsitz: H.P.Tretrop, Hannover;
K.Weber, Hannover

09.00 h	Abnahme und Überwachung energietechnischer Anlagen aus der Sicht des GUV N.Schulz, Hannover	126
09.30 h	Diskussion	
09.45 h	Abnahme und Überwachung energietechnischer Anlagen aus der Sicht der Gewerbeaufsicht M.Tryzna, Hannover	134
10.15 h	Diskussion	
<hr/>		
10.30 h	Pause und Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung	
<hr/>		
11.00 h	Abnahme und Überwachung energietechnischer Anlagen aus der Sicht des TÜV H.Niebergall, Hannover	146
11.30 h	Diskussion	
11.45 h	Verantwortlichkeit des technischen Leiters beim Betrieb energietechnischer Anlagen - rechtliche Konsequenzen W.Tingler, Eicklingen	158
12.15 h	Diskussion	
12.30 h	Schlußwort C.Hartung	

Freitag, den 27. April 1979

Hörsaal F - Vorsitz: L.Siebert, Düsseldorf;
W.Ziembra, Zürich

- 13.00 h Eröffnung
O.Anna, Hannover
- 13.15 h Energieversorgungssysteme im Krankenhaus
N.Gösl, München 165
- 13.45 h Diskussion
- 14.00 h Optimierung der Energieverwendung mittels
Regelrichtungen und zentraler Leitet-
technik 191
A.Blöda, Offenbach
- 14.30 h Diskussion
-
- 14.45 h Pause und Gelegenheit zum Besuch der
Industrie-Ausstellung
-
- 15.15 h Methoden der Wärmerückgewinnung im
Krankenhaus 213
K.Flaig, Stuttgart
- 15.45 h Diskussion
- 16.00 h Energierückgewinnung im Marienhospital
Gelsenkirchen 229
B.Canzler, Mühlheim
- 16.30 h Diskussion
- 16.45 h Ende
-
- 17.30 h Festvortrag - Das Energieeinsparungsgesetz
und seine Bedeutung für den Betrieb in
Krankenhäusern
B.Breuel, Nds. Minister für Wirtschaft und
Verkehr, Hannover

Sonnabend, den 28. April 1979

Hörsaal F - Vorsitz: O. Anna, Hannover
F.H. Schürmann, Hannover

09.00 h	Mittel- und niederspannungsseitige Versorgung - Anlagen und Instandhaltung H.J. Marheineke, Hannover	238
09.30 h	Diskussion	
09.45 h	Nachrichtentechnik - Kommunikationssysteme und Überwachungsanlagen D. Stinshoff, München	244
10.15 h	Diskussion	
<hr/>		
10.30 h	Pause und Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung	
<hr/>		
11.00 h	Besondere Ersatzstromversorgung - Anlagentechnik L. Scheibenberger, Erlangen	256
11.30 h	Diskussion	
11.45 h	Notstromversorgung - Handhabung O. Anna, Hannover	262
12.15 h	Diskussion	
<hr/>		
12.30 h	- 14.30 h Mittagessen und Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung	
<hr/>		

Sonnabend, den 28. April 1979

Hörsaal F - Vorsitz: C.Hartung, Hannover;
R.Wischer, Stuttgart

- | | | |
|---------|--|-----|
| 14.30 h | Energieeinsparung im Krankenhaus - bauphysikalische Maßnahmen bei Alt- und Neubauten
R.Jenisch, Waiblingen | 270 |
| 15.00 h | Diskussion | |
| 15.15 h | Entdeckung von Wärmeverlusten durch Thermographie
H.Specht, Eschborn | 280 |
| 15.45 h | Diskussion | |
| <hr/> | | |
| 16.00 h | Pause und Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung | |
| <hr/> | | |
| 16.30 h | Medizinische Gasversorgung - Gase, Druckluft, Vakuum, Anwendungsumfang, Installation, Vorschriften
H.-J.Wilke, Lübeck | 286 |
| 17.00 h | Diskussion | |
| 17.15 h | EDV-gestützte Instandhaltung energietechnischer Anlagen.
A.Graef, Wilhelmshaven | 309 |
| 17.45 h | Diskussion | |
| 18.00 h | Ende | |

Sonntag, den 29. April 1979

Hörsaal F - Vorsitz: J.Drescher, Hannover;
H.Smidt, Hannover

09.00 h	Das Medium Dampf im Krankenhaus - Verwendung, Erzeugung, Transport H.Pitzer, Köln	319
09.30 h	Diskussion	
09.45 h	Energieeinsparung durch Kondensat- ableiter H.Wieber, Bremen	328
10.15 h	Diskussion	
<hr/>		
10.30 h	Pause und Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung	
<hr/>		
11.00 h	Dampfdrucksterilisation - Technologie, Realisierung und Anwendungsbereiche R.Daniel, München	334
11.30 h	Diskussion	
11.45 h	Hygienische Aspekte der pyrogenfreien Dampferzeugung J.Drescher, Hannover W.Verhagen, Hannover	340
12.15 h	Diskussion	
12.30 h	Schlußwort O.Anna	
<hr/>		
Verzeichnis der Autoren und Vorsitzenden		341

Erfassung und Vergleich von Verbrauch und Kosten
für Energie und Wasser im Krankenhaus

K. W. Graff, Stuttgart

1. Allgemeines

Die Erfassung des Verbrauchs von Energie und Wasser im Krankenhaus mit dem Ziel, Tendenzen erkennen und die durch diesen Verbrauch verursachten Kosten ermitteln zu können, war schon immer Voraussetzung für eine wirksame Betriebsüberwachung. Seit Juli 1976 ist es für den Betreiber heizungstechnischer, raumluftechnischer und der Versorgung mit Brauchwasser dienender Anlagen Pflicht, diese Anlagen so zu betreiben, daß nicht mehr Energie verbraucht wird, als zu deren bestimmungsgemäßer Nutzung erforderlich ist (EnEG § 3). Wenn im Energieeinsparungsgesetz (1) und in der zu § 3 erlassenen Rechtsverordnung (2) nur von Heizwärme, Kühlung, Brauchwasser, Brennstoffen etc. die Rede ist, so ist das darauf zurückzuführen, daß der Bereich Raumheizung - einschließlich dem Energiebedarf für den Betrieb raumluftechnischer Anlagen und für die Brauchwasserbereitung - als der entscheidende Sektor für den Energieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland anzusehen ist (29). Der Gesetzgeber hat sich deshalb nach der Energiekrise bemüht, zunächst den Verbrauch von Wärmeenergie durch ein Gesetz über die Energieeinsparung in Gebäuden zu beeinflussen. Wärme hat im Krankenhaus nicht nur am Gesamtenergieverbrauch den bei weitem größten Anteil, sondern auch an den Gesamtenergiekosten. Auch bei den Gesamtkosten für Energie und Wasser entfällt bei Krankenhäusern unterschiedlicher Größe fast durchweg der größte Anteil auf Wärmeenergie (24).

Neben der gesetzlichen Pflicht zur Energieeinsparung ist für den Betreiber auch aus der Preisentwicklung für Energie und Wasser eine wirtschaftlich begründete Verpflichtung zur Einsparung von Energie und Wasser abzuleiten. Ein Maßstab für das Marktgeschehen in den letzten Jahren ist die Entwicklung des Preisindex, der für Energie und Wasser seit 1970 sehr stark angestiegen ist. Der Preisanstieg für Wasser - einem Medium für den Gebäudebetrieb, dem man bisher zu wenig Beachtung geschenkt hat - ist dabei besonders auffallend (24). Man kann damit rechnen, daß sich im Bundesdurchschnitt der Preis für Wasser (einschließlich Abwasser) von 1970 bis 1980 verdoppelt (s. Abbildung 2).

Diesen gesetzlichen und wirtschaftlichen Forderungen nach einer sparsamen, kostenbewußten Betriebsführung kann der verantwortliche Techniker im Krankenhaus nur entsprechen, wenn er seinen Betrieb durch ständige Beobachtung des Verbrauchs und der Kosten für Energie und Wasser überwacht. Die folgenden Ausführungen sollen auf die Probleme bei Erfassung und Vergleich von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser im Krankenhaus hinweisen.

Maßeinrichtungen zur Erfassung des Verbrauchs von Energie und Wasser		5.2 Wasser, Abwasser	5.3 Wärme, Kälte	5.4 Strom
Kostengruppe gemäß DIN 18 960	Meßtechnische Grundausstattung für den Gesamtverbrauch	<p>Trinkwasser Übergebestation(en) - Hauptwasserzähler</p> <p>Unterstationen (möglichst je Gebäude bzw. je andersartige Nutzungseinheit) - Wasserzähler für Trink- und Brauchwasser - Sonderzähler vor den Brauchwasserbereitern und für alle Verbraucher, deren Verbrauch in einer anderen Kostengruppe zu erfassen ist, z.B. Kühlwasser für Kälteanlage</p> <p>Abwasser Allgemeiner Grundsatz: Bezogene Wassermenge = Abgegebenes Abwassermenge</p> <p>Hinweis: Werden nachweislich nennenswerte Wassermengen nicht in das Kanalnetz eingeleitet, so empfiehlt sich der Einbau von Zählern für z.B. Beregnungsanlage, Sterildampfzerzeugung, Kesselpeisewasser u.ä.</p>	<p>Fernwärme (-Kälte) und Gas Zentrale Übergebestation Heizwasser - Wärmenengenzähler - Leistungsmesser - Betriebsstundenzähler für Umwälzpumpen</p> <p>Kaltwasser - Kältemengenzähler - Leistungsmesser - Betriebsstundenzähler für Umwälzpumpen</p> <p>Dampf - Mengenzähler (meist als Kondensatzähler) - Leistungsmesser</p> <p>Gas (keine technischen bzw. medizinischen Gase) - Gasmehrfuhr</p> <p>Unterstationen (möglichst je Gebäude bzw. je andersartige Nutzungseinheit) - Wärmenengenzähler - Kältemengenzähler - Kondensatzähler - ggf. zusätzlicher Leistungsmesser - Gasmehrfuhr</p> <p>Hinweis: Es sollte auf jeden Fall die Möglichkeit zur Unterteilung gegeben sein in Heizwärme, Lüftungswärme (-Kälte), Wirtschaftswärme (-Kälte).</p>	<p>Siron zentrale Übergebestation - Hochtarifstromzähler (HT) - Niedertarifstromzähler (NT) - Blindstromzähler - Leistungsmesser</p> <p>Unterstationen (möglichst je Gebäude bzw. je andersartige Nutzungseinheit) - Doppeltarifstromzähler (HT + NT) - Leistungsmesser - Sonderzähler z.B. für Heiz- oder KLT-Zentralen, deren Verbrauch in einer anderen Kostengruppe zu erfassen ist, sowie für Großverbraucher, z.B. Röntgenabteilung</p> <p>Hinweis: Zum Zweck der innerbetrieblichen Überwachung und Kostenverteilung reichen teilweise Betriebsstundenzähler aus, wie z.B. für Ventilatoren, Umwälzpumpen etc.</p>
		<p>Brunnenwasser - Hauptwasserzähler und ggf. Wasserzähler für Großverbraucher, z.B. Kälteanlagen</p> <p>Hinweis: Wird Brunnenwasser in das öffentliche Kanalnetz eingeleitet, dann ist Einbau von Zählern zum Mengennachweis unbedingt zu empfehlen.</p>	<p>Wärme (Kälte) Wärmeerzeugung - Betriebsstundenzähler je Wärmeerzeuger - Brennstoffmengenzähler - Leistungsanzüge bei beaufsichtigten großen Kesseln (evtl. mit Möglichkeit zum Anschluß registrierender Geräte) - Betriebsstundenzähler je Kälteverdichter (sonst wie Fremdlieferung)</p>	<p>Notstrom - Betriebsstundenzähler je Notstromaggregat - Leistungsmesser - Kraftstoffmengenzähler bei größeren Anlagen, sonst Füllstandanzeige am Tank (Eigenstromerzeugung nicht berücksichtigt, da nur für große Anlagen von Bedeutung.)</p>
Meßtechnische Zusatzausstattung für den Spitzenverbrauch	<p>Trinkwasser (Brauchwasser) - Meßstrecken (in den Leitungen mit großen Verbrauchsschwankungen) zum Einbau von registrierenden Geräten oder: Wasserzähler mit Möglichkeit zum Anschluß von registrierenden Geräten</p>	<p>Wärme (Kälte) und Gas Fremdlieferung - Meßstrecken zum Einbau von registrierenden Geräten oder: Mengenzähler mit Möglichkeit zum Anschluß von registrierenden Geräten</p> <p>Eigenherzeugung - bei unbeaufsichtigten Anlagen wie bei Fremdlieferung - bei beaufsichtigten Anlagen Leistungsabgabe (z.B. stündlich) aufschreiben (Heiztagebuch)</p>	<p>Siron - Registrierendes Meßgerät zur Aufzeichnung der Leistungsabnahme in Abhängigkeit von der Zeit</p>	

Abb. 1 Empfehlung für die Ausstattung mit meßtechnischen Einrichtungen (15)

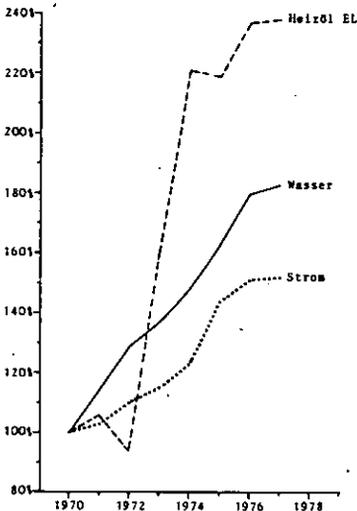


Abb. 2 Entwicklung der Preisindices für Wasser, Heizöl EL und Strom (24)

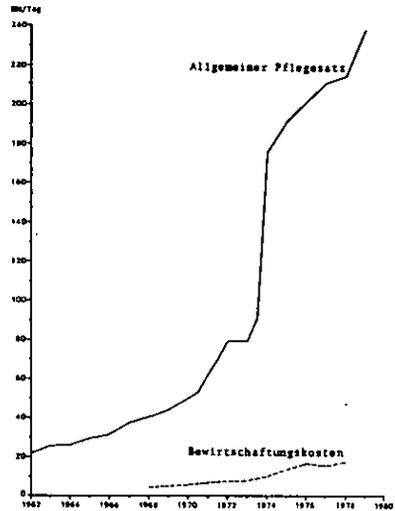


Abb. 3 Entwicklung des "Allgemeinen Pflegesatzes" und der Bewirtschaftungskosten je Berechnungstag

2. Erfassung von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser

Die wichtigste Voraussetzung für die Erfassung des Verbrauchs von Energie und Wasser ist das Vorhandensein meßtechnischer Einrichtungen für die verschiedenen Energiearten und für Wasser. Die Auswahl und der Einbau dieser Einrichtungen muß danach erfolgen, ob der Gesamtverbrauch oder der Spitzenverbrauch gemessen werden soll. Die Kenntnis des Spitzenverbrauchs ist für die Ermittlung des Bedarfs als Grundlage für die Bemessung und Auslegung haustechnischer Anlagen erforderlich und kann außerdem für tarifvertragliche Überlegungen von Bedeutung sein. Der Gesamtverbrauch ist diejenige Menge an Energie und Wasser, die in einer bestimmten Zeiteinheit, z.B. in einem Jahr oder einem Monat, verbraucht wird und meistens gleichzeitig Grundlage für die Abrechnung mit dem Versorgungsunternehmen ist.

In Abbildung. 1 sind die erforderlichen Meßeinrichtungen zur Erfassung des Gesamtverbrauchs und des Spitzenverbrauchs zusammengestellt. Auf Unterschiede bei Fremdlieferung und bei Eigenlieferung wird hingewiesen. Meßtechnische Unterstationen sollten möglichst in jedem Gebäude für alle Energiearten und Wasser vorgesehen werden. Sie sind unbedingt überall dort vorzusehen, wo Nutzungsbereiche versorgt werden müssen, deren Verbrauch

nicht über den Pflegesatz abgerechnet werden kann - z.B. Lieferung an Dritte - oder wo die Kosten auf besonderen Konten getrennt erfaßt werden müssen - z.B. Stromverbrauch der Heizzentrale - (11; 15; 28). Für die Zusammenstellung der in regelmäßigen Abständen abzulesenden Verbrauchswerte gibt es verschiedene Vorschläge für Berichtsformulare (23; 28). Besonders mit der Energieverbrauchserfassungsanweisung (EVA) des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) werden dem Betreiber wertvolle Hinweise für die Verbrauchserfassung und für die Berichterstattung gegeben (23).

Die sachlich richtige Erfassung der Gesamtkosten für Energie und Wasser im Krankenhaus setzt die eindeutige Klärung der Zuordnung der durch den Verbrauch von Energie und Wasser verursachten Teilkosten voraus. In den Haushaltsplänen der öffentlichen Verwaltungen gehören die Kosten für Energie und Wasser zu den Bewirtschaftungskosten der Grundstücke, Gebäude und Räume und sind - das gilt insbesondere für Wasser und Abwasser - aus den in den Jahresabrechnungen ausgewiesenen Teilbeträgen dieses Titels nicht sofort zu ersehen (7). In Abbildung 3 und 4 wird am Beispiel des Klinikums einer süddeutschen Universität gezeigt, wie sich die Bewirtschaftungskosten in den letzten 10 Jahren entwickelt haben. Eine eindeutige Unterteilung der Kosten in die verschiedenen Energieformen (Wärme- und Elektroenergie) und Wasser einschließlich Abwasser ist auf der Grundlage der Jahresberichte nicht möglich. So werden z.B. die Kosten für Wärmeerzeugung durch Verbrennung von Gas bzw. durch elektrische Heizregister unter "Beleuchtung und elektrische Kraft" und die Kosten für Wasser und Abwasser unter "Reinigung und Müllabfuhr" erfaßt.

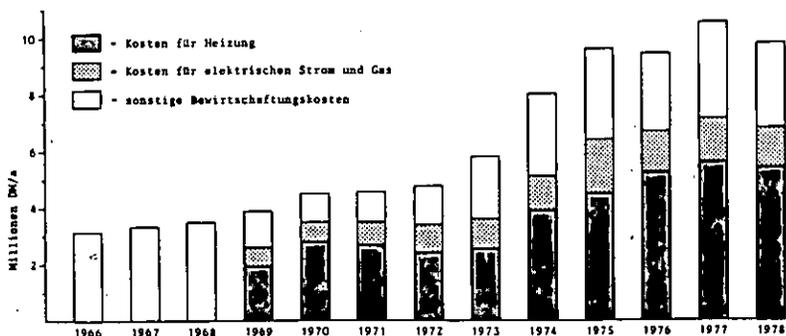


Abb. 4 Entwicklung der Kosten für die Bewirtschaftung der Grundstücke, Gebäude und Räume des Klinikums einer Universität

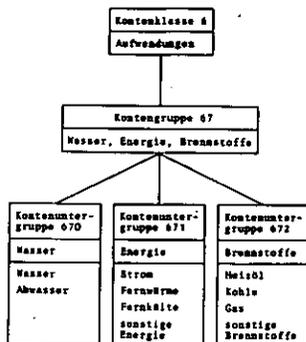


Abb. 5 Entwurf "Krankenhaus-Kontenplan" (27)

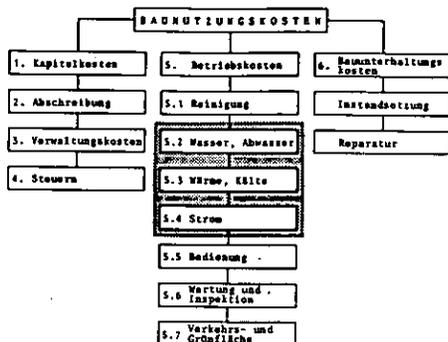


Abb. 6 DIN 18 960 "Baunutzungskosten" (19)

Eine eindeutige Abgrenzung der Teilkosten für die Energiearten und für Wasser wird durch die seit einem Jahr geltende Krankenhaus-Buchführungsverordnung (KHBV) möglich, die als Anlage 1 einen "Kontenrahmen für die Buchführung" verbindlich vorschreibt (5). Danach sind in Kontengruppe 67 alle Kosten für Wasser, Energie und Brennstoffe in genauer Übereinstimmung mit Blatt 1, Zeile II c des als Anlage 1 zur Bundespflegesatzverordnung (BPFV) eingeführten Selbstkostenblattes zusammenzufassen (4). Für die weitere Unterteilung der Kontengruppe 67 wurde mit dem KRW-Musterkontenplan ein Vorschlag vorgelegt, der in Abbildung 5 im Schema dargestellt ist (27). Daraus ist ersichtlich, daß die vom Kontenrahmen vorgegebene Bezeichnung der Kontengruppe 67 bis zu den Kontenuntergruppen bzw. Konten beibehalten werden soll. Diese Unterteilung ist vom Standpunkt des Ingenieurs aus nicht zweckmäßig.

Da dieser Musterkontenplan im Gegensatz zum Kontenrahmen nicht verbindlich ist, wird für die Erfassung der Kosten für Energie und Wasser im Krankenhaus eine Kostenzuordnung in Übereinstimmung mit der DIN 18 960 Teil 1 "Baunutzungskosten von Hochbauten" vorgeschlagen (13). Die Gliederung der Kostengruppen der Baunutzungskosten, insbesondere der Kostengruppe 5 "Betriebskosten", ist in Abbildung 6 dem Musterkontenplan gegenübergestellt (13; 19). Die Aufteilung der Gesamtkosten für Energie und Wasser in Kontengruppe 67 des neuen Kontenrahmens könnte in Anlehnung an die DIN 18 960 in folgende Untergruppen erfolgen:

<u>Kontenuntergruppe</u>	<u>Bezeichnung</u>
670	Wasser, Abwasser
671	Wärme, Kälte
672	Strom.

Durch diese Zuordnung des Verbrauchs und der Kosten zu den Energieformen (Wärme und Strom) und zu Wasser wird es möglich, ohne zusätzlichen Aufwand genaue Aussagen zur Entwicklung von Verbrauch und Kosten machen zu können. Das kann z.B. dann von Bedeutung sein, wenn bei einer Überprüfung des Betriebes der technischen Anlagen im Sinne des Energieeinsparungsgesetzes (1; 2) der Nachweis von Verbrauch und Kosten für Wärme und Kälte gemäß Kontenuntergruppe 671 gefordert werden sollte (vgl. § 7 ENEG).

Die DIN 18 960 wurde in den Jahren 1973-75 unter Beteiligung von Vertretern des Bundes, der Länder, der Gemeinden und der Wirtschaft erarbeitet. Durch diese Norm soll u.a. bei bestehenden Gebäuden die Erfassung des Energieverbrauchs auf einer einheitlichen Grundlage sowie die Bildung von Richtwerten für einen Vergleich erleichtert werden (28).

Für die genaue Abgrenzung der Kosten für Energie und Wasser im Sinne der DIN 18 960 sollten die ausführlichen Erläuterungen von Muser; Drings (28) herangezogen werden. Einige Hinweise auf die Abgrenzung nach DIN 18 960 können Abbildung 1 entnommen werden. Ein Vorschlag für die weitere Unterteilung der Kontengruppe 67 kann vorgelegt werden.

3. Vergleich von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser

Der Jahresverbrauch und die Jahreskosten für Energie und Wasser stellen das Betriebsergebnis eines Jahres in absoluten Zahlen dar. Durch einen Vergleich mit den Ergebnissen früherer Jahre oder mit denen anderer, vergleichbarer Häuser kann bereits festgestellt werden, ob das abgelaufene Jahr mit einem günstigeren oder mit einem schlechteren Ergebnis abschloß. In der Regel ist ein Vergleich nur über Richtwerte (8) möglich, da es nur wenige genau vergleichbare Häuser gibt und selbst innerhalb eines Hauses im Laufe eines Jahres Veränderungen eintreten können (z.B. Änderung von Bettenzahl oder genutztem Baubestand), die einen Vergleich mit den Ergebnissen der Vorjahre erschweren.

Für den Vergleich von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser in staatlichen Gebäuden werden in der Praxis bereits verschiedene Bezugsgrößen

verwendet (16; 17; 18; 23; 28; 29; 30; 32; 34; 35). Die verwendeten Bezugsgrößen sind nicht alle für den Vergleich des Verbrauchs und der Kosten eines Krankenhauses geeignet. Nach eingehender Prüfung der besonderen Bedingungen im Krankenhausbetrieb werden zur Bildung von Richtwerten sowohl für den Verbrauch als auch für die Kosten für Energie und Wasser folgende Bezugsgrößen vorgeschlagen:

Berechnungstag: Ein Ausdruck der Kostensituation in einem Krankenhaus ist für den außenstehenden Betrachter die Entwicklung des "allgemeinen Pflegesatzes", der jährlich von den zuständigen Landesbehörden auf der Grundlage der geprüften Selbstkosten neu festgesetzt wird. Dieser allgemeine Pflegesatz gemäß Bundespflegesatzverordnung ist das Entgelt, das für stationäre und halbstationäre allgemeine Leistungen des Krankenhauses zu zahlen ist (3; 4). Er wird gemäß Blatt 7 des Selbstkostenblattes der Bundespflegesatzverordnung durch Teilung der Gesamtkosten gemäß Abschnitt D I 9 mit den sogenannten kostengleichen Berechnungstagen gemäß Abschnitt E II errechnet. In diese Gesamtkosten werden die Sachausgaben für Energie und Wasser eingerechnet. Teilt man diesen Ausgabenbetrag ebenfalls mit der Zahl der kostengleichen Berechnungstage, so erhält man einen Richtwert, den man sowohl der Entwicklung des Pflegesatzes im eigenen Hause als auch den Werten anderer Häuser vergleichend gegenüberstellen kann. Beim Vergleich mit anderen Häusern sollte man zusätzlich den prozentualen Anteil der Kosten für Energie und Wasser am jeweiligen Pflegesatz und den Bezugspreis als Mischpreis für Energie und Wasser berücksichtigen. Für die Bezugsgröße Berechnungstag ist der Kostenrichtwert für einen Vergleich am wichtigsten. Man sollte aber auch jährlich den Verbrauch je Berechnungstag ermitteln. Dieser Verbrauchsrichtwert, bezogen auf den Berechnungstag, ist wegen der kleineren Zahlenwerte in kWh gut geeignet, das Verhältnis Wärmeenergie zu Elektroenergie am Energieverbrauch anschaulich zu machen. Außerdem kann der spezifische Verbrauchswert, bezogen auf den Berechnungstag, als Zahlenangabe für den Tagesbedarf dienen. Dieser Richtwert ist größer als der vielfach übliche spezifische Verbrauchswert je Bett und Kalendertag, da in ihm indirekt die Auslastung des Krankenhauses Berücksichtigung findet. Man liegt somit bei Anwendung dieses Wertes für den Tagesbedarf auf der sicheren Seite. Die Kostenentwicklung je Berechnungstag ist in Abbildung 3 für ein Klinikum dargestellt.

Nutzfläche in m² NF: Von Grün wurde am Beispiel der Beheizung von Institutsgebäuden gezeigt, wie der Verbrauch an Wärmeenergie "am stärksten mit

der Brutto-Grundrißfläche korreliert, daß er also in erster Linie von der Gebäudegröße abhängig ist" (21). In der Praxis hat sich inzwischen die im Gebäude genutzte Fläche in m^2 als Bezugsgröße durchgesetzt (16; 17; 18; 21; 23; 26; 28; 32). Unterschiede sind bei den Flächenangaben insoweit festzustellen, als einige Verwaltungen in genauer Beachtung der Energieverbrauchererfassungsanweisung (EVA) die Hauptnutzfläche (HNF) und andere Verwaltungen die Nutzfläche NF als Bezugsgröße für Verbrauch und Kosten verwenden. Nach DIN 277 Blatt 1 ist die Nutzfläche NF derjenige Teil der Nettogrundrißfläche, welcher der Zweckbestimmung und Nutzung des Bauwerkes dient (9). Die Nutzfläche NF beinhaltet die Hauptnutzfläche HNF und die Nebennutzfläche NNF und ist somit größer als die Bezugsgröße HNF gemäß EVA. Bei Erhebungen wurde festgestellt, daß die Bezugsgröße m^2 NF sich für einen Vergleich von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser am besten eignet (16). Vergleicht man die spezifischen Werte, bezogen auf m^2 HNF, mit Werten, bezogen auf m^2 NF, so muß auf letztere Werte ein Zuschlag von 10 bis 30 % (je nach Gebäudeart) gerechnet werden (16). Für den Vergleich von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser ist in Krankenhäusern nur die Nutzfläche NF als Bezugsgröße geeignet, da eine eindeutige Trennung z.B. im Pflegebereich (HNF = Bettenzimmer und NNF = Vorzone mit Schwesternarbeitsplatz und Sanitärbereich) kaum möglich und im Hinblick auf den Verbrauch von Energie und Wasser auch nicht sinnvoll ist. Es wird deshalb für den Vergleich in Krankenhäusern als gebäudespezifische Bezugsgröße die Nutzfläche NF vorgeschlagen. Zu dem 1. Satz dieses Abschnittes wird noch angemerkt, daß bei dem zur Zeit laufenden Klinikbauprogramm des Landes Baden-Württemberg das Flächenverhältnis Brutto-Grundrißfläche zu Nutzfläche (BGF : NF) ca. 2,2 beträgt.

Krankenbett: Entsprechend der vergleichenden Handhabung bei den Investitionskosten, wo man z.B. von Kostenaufwand in DM je neugeschaffenem Krankenhausbett spricht, sollte man jährlich auch den Verbrauch und die Kosten für Energie und Wasser je Krankenbett und Jahr ermitteln, um vergleichbare "Folgekosten" für den Investitionsbetrag zu erhalten. In diese spezifischen Werte geht die Fläche in m^2 NF je Krankenbett ein, d.h. diese Werte für Verbrauch und Kosten je Bett müssen um den Multiplikator m^2 NF/Bett größer sein als die spezifischen Werte je m^2 NF und Jahr.

Da sich bei einem Vergleich von Werten, auf m^2 NF bezogen, mit Werten, auf die Einheit Krankenbett bezogen, im Grundsatz das gleiche Zahlenverhältnis widerspiegeln müßte, könnte man streng genommen auf den spezifischen Wert

je Bett verzichten. Bei eigenen Untersuchungen hat sich aber gerade dieser Wert als besonders nützlich erwiesen. Von den Krankenhaus- und Klinikverwaltungen kann man in der Regel Verbrauch und Kosten je Jahr sowie Zahl der Berechnungstage und Zahl der Betten für das gleiche Jahr genau erfragen. Bei den Angaben zur Fläche erhält man dagegen oft keine oder öfter ungenaue Angaben. Die ungenauen Angaben kann man bei einem Vergleich der anderen spezifischen Werte mit anderen Häusern vergleichbarer Größe und Nutzung sehr leicht feststellen. Sind z.B. der Verbrauch je Berechnungstag und der Verbrauch je Bett und Jahr mit anderen Häusern vergleichbar, so kann man mit Sicherheit einen Fehler in der Flächenangabe annehmen, wenn der Verbrauch je m² NF und Jahr aus dem von anderen Häusern vorgegebenen Rahmen fällt. In diesen Fällen kann man mit Hilfe eines für das betreffende Haus angenommenen Flächenrichtwerts in m² NF/Bett den spezifischen Wert je m² NF berichtigen bzw. festsetzen. Auf diese Methode muß hilfsweise so lange zurückgegriffen werden, wie noch keine genauen Flächenangaben für die Krankenhäuser und Kliniken vorliegen.

Für Hochschulkliniken müssen nach dem Hochschulstatistikgesetz "Grundstücke, Gebäude und Räume sowie deren Größe, Ausstattung und Nutzung" erhoben werden (6). Für Allgemeinkrankenhäuser gibt es diese gesetzliche Verpflichtung nicht; Es ist zu wünschen, daß bald für alle Krankenhäuser und Kliniken auf gleicher Grundlage ermittelte Flächenangaben vorliegen.

In die vergleichende Betrachtung sollten bei den spezifischen Wärmeverbrauchswerten für den Fall des überregionalen (z.B. bundesweiten) Vergleichs noch die Zahl der Gradtage zur Berücksichtigung des Klimaunterschiedes einbezogen werden. Die Gradtagszahl G eines Jahres ist das Produkt aus der Zahl der Heiztage z und dem Unterschied zwischen der mittleren Außentemperatur t_{am} und der mittleren Raumtemperatur t_i und wird nach der Formel berechnet (31):

$$G = z (t_i - t_{am}).$$

Zahlenwerte für G und für z werden vom Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach/Main regelmäßig ermittelt und für zur Zeit 50 ausgewählte Standorte in der Bundesrepublik Deutschland von Zeit zu Zeit in der HLH veröffentlicht. Auf die für den Wasserverbrauch in der Praxis eingeführte Bezugsgröße "Zahl der Bediensteten" bzw. Personen (18; 34; 35) wird hier nicht eingegangen, da sie für den Krankenhausvergleich nicht geeignet scheint. Die Bediensteten sind neben stationären und ambulanten Pa-

tienten sowie neben den Besuchern nur eine den Wasserverbrauch beeinflussende Personengruppe.

Die für den Vergleich von Verbrauch und Kosten in Krankenhäusern vorgeschlagenen spezifischen Werte sind in Abbildung 7 zusammengestellt. Vorteilhaft ist, daß man seit Einführung der SI-Einheiten für alle Energieformen die gleiche Verbrauchseinheit - nämlich kWh - verwenden kann. Dadurch ergibt sich für Wärme und Strom beim spezifischen Verbrauch und beim Preis je Verbrauchseinheit eine direkte Vergleichsmöglichkeit. In den Fällen, wo man bisher den Wärmeverbrauch in Gcal angegeben hat, sollte man künftig die Einheit MWh wählen, um die bisherige Größenordnung für die Verbrauchsangaben in etwa zu behalten.

	Kostengruppe		
	Wasser Abwasser	Wärme Kälte	Strom
1. <u>Spez. Verbrauch je</u>			
1.1 Berechnungstag	$\frac{\text{m}^3}{\text{Tag}}$	$\frac{\text{kWh}}{\text{Tag}}$	$\frac{\text{kWh}}{\text{Tag}}$
1.2 m ² Nutzfläche	$\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ NF} \cdot \text{a}}$	$\frac{\text{kWh (MWh)}}{\text{m}^2 \text{ NF} \cdot \text{a}}$	$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ NF} \cdot \text{a}}$
1.3 Krankenbett	$\frac{\text{m}^3}{\text{Bett} \cdot \text{a}}$	$\frac{\text{kWh (MWh)}}{\text{Bett} \cdot \text{a}}$	$\frac{\text{kWh}}{\text{Bett} \cdot \text{a}}$
2. <u>Spez. Kosten je</u>			
2.1 Berechnungstag	$\frac{\text{DM}}{\text{Tag}}$	$\frac{\text{DM}}{\text{Tag}}$	$\frac{\text{DM}}{\text{Tag}}$
2.2 m ² Nutzfläche	$\frac{\text{DM}}{\text{m}^2 \text{ NF} \cdot \text{a}}$	$\frac{\text{DM}}{\text{m}^2 \text{ NF} \cdot \text{a}}$	$\frac{\text{DM}}{\text{m}^2 \text{ NF} \cdot \text{a}}$
2.3 Krankenbett	$\frac{\text{DM}}{\text{Bett} \cdot \text{a}}$	$\frac{\text{DM}}{\text{Bett} \cdot \text{a}}$	$\frac{\text{DM}}{\text{Bett} \cdot \text{a}}$
3. <u>Zusätzliche spezifische Werte</u>			
3.1 Preis je Verbrauchseinheit	$\frac{\text{DM}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{DM}}{\text{kWh}} \left(\frac{\text{DM}}{\text{MWh}} \right)$	$\frac{\text{DM}}{\text{kWh}}$
3.2 Nutzfläche je Krankenbett	$\frac{\text{m}^2}{\text{Bett}}$		

Abb. 7 Zusammenstellung der für einen Krankenhausvergleich vorgeschlagenen Verbrauchs- und Kostenrichtwerte

Eine Zusammenstellung von Richtwerten zu Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser im Krankenhaus gibt es noch nicht. In der angeführten Literatur sind an verschiedenen Stellen Einzelwerte bzw. Bereiche für spezifische Werte angegeben. Hervorzuheben sind die Arbeiten von Hiergeist (24; 25), die erstmals umfangreiche Zahlenangaben zu Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser in Allgemeinkrankenhäusern in der Größenordnung von 200 bis 1 000 Betten enthalten. Als Ergänzung dazu können die Ergebnisse der Erhebung von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser in den Hochschulkliniken der Bundesrepublik Deutschland (Gesamtbettenbestand ca. 45 000) gesehen werden, die vom Zentralarchiv für Hochschulbau durchgeführt wird. Es ist beabsichtigt, zum Zeitpunkt dieses Referates die ersten Ergebnisse mitzuteilen und um spezifische Werte für Allgemeinkrankenhäuser auf der Grundlage der Untersuchungen von Hiergeist zu ergänzen.

4. Zusammenfassung

Die Zielvorgabe für dieses Referat war, auf die Probleme im Zusammenhang mit der Erfassung und mit dem Vergleich von Verbrauch und Kosten für Energie und Wasser im Krankenhaus allgemein hinzuweisen. Es werden die meßtechnischen Voraussetzungen für die Erfassung des Verbrauchs von Energie und Wasser zusammengefaßt aufgeführt. Auf die Ermittlung und Zuordnung der durch diesen Verbrauch verursachten Kosten wird ausführlich eingegangen. Für den Vergleich von Verbrauch und Kosten werden für die Krankenhäuser und Kliniken geeignete spezifische Werte vorgeschlagen. Im Vordergrund der eigenen Untersuchungen stehen die Verhältnisse bei den Hochschulkliniken, doch sind die allgemeinen Aussagen zu Erfassung und Vergleich auf alle Krankenhäuser übertragbar. Auf die im Augenblick laufenden Untersuchungen wird abschließend hingewiesen.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Ing. K. W. Graff
c/o Zentralarchiv für Hochschulbau
Kienestraße 41
7000 Stuttgart 1
Tel. 0711 - 2073-565

Literaturverzeichnis

Gesetze, Verordnungen:

- 1 Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz - EnEG). Vom 22.7.1976.
In: Bundesgesetzblatt, Bonn, Teil I (1976) Nr. 87, S. 1873 ff
- 2 Verordnung über energiesparende Anforderungen an den Betrieb von heizungstechnischen Anlagen und Brauchwasseranlagen (Heizungsbetriebs-Verordnung - HeizBetrv). Vom 22.9.1978.
In: Bundesgesetzblatt, Bonn, Teil I (1978) Nr. 55, S. 1584-85
- 3 Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze - KHG. Vom 29.6.1972.
In: Bundesgesetzblatt, Bonn, Teil I (1972) Nr. 60, S. 1009-17
- 4 Verordnung zur Regelung der Krankenhauspflegesätze (Bundespflegesatzverordnung - BPFfIV). Vom 25.4.1973.
In: Bundesgesetzblatt, Bonn, Teil I (1973) Nr. 32, S. 333-56
- 5 Verordnung über die Rechnungs- und Buchführungspflichten von Krankenhäusern (Krankenhaus-Buchführungsverordnung - KHBV).
In: Bundesgesetzblatt, Bonn, Teil I (1978) Nr. 19, S. 473-93
- 6 Gesetz über eine Bundesstatistik für das Hochschulwesen (Hochschulstatistikgesetz - HStatG). Vom 31.8.1971.
In: Bundesgesetzblatt, Bonn, Teil I (1971) Nr. 91, S. 1473-77
- 7 Zuordnungs-Richtlinien zum Gruppierungsplan (ZR-GPI).
In: Haushaltsystematik des Landes Baden-Württemberg. Hrsg.: Fin.-Min. B.-W. Stuttgart 1972.

DIN-Normen, VDI-Richtlinien:

- 8 DIN 276
Kosten von Hochbauten. Hrsg.: Deutscher Normenausschuß. Berlin, Köln: Beuth-Vertrieb 1971.
Bl. 1: Begriffe
Bl. 2: Kostengliederung
Bl. 3: Kostenermittlungen
- 9 DIN 277
Grundflächen und Rauminhalte von Hochbauten.
Bl. 1: Begriffe, Berechnungsgrundlagen. Hrsg.: Deutscher Normenausschuß.
Berlin, Köln: Beuth-Vertrieb 1973.
- 10 VDI 2067 (Entwurf)
Bl. 1: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wärmeverbrauchsanlagen. Betriebstechnische und wirtschaftliche Grundlagen. Hrsg. Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf 1974.
- 11 VDI 2068
Meß-, Überwachungs- und Regelgeräte in heizungstechnischen Anlagen mit Wasser als Wärmeträger. Hrsg.: Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf 1974.
- 12 VDI 2077
Heizkosten. Hrsg.: Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf 1971.
- 13 DIN 18 960
Baunutzungskosten von Hochbauten. Begriff, Kostengliederung. Teil 1.
Hrsg.: Deutscher Normenausschuß. Berlin, Köln: Beuth-Verlag 1976.

Bücher, Aufsätze:

- 14 Canzler, Bertram: Versorgungstechnik im Krankenhaus. Niederschrift eines Vortrages vom 21.10.1975.
In: TAB Technik am Bau, Gütersloh, 7 (1976) H. 2, S. 139-50
- 15 Empfehlungen des Arbeitskreises "Technische Versorgung" des Zentralarchivs für Hochschulbau, Stuttgart, für den Einbau von Meßeinrichtungen zur Erfassung des Energie- und Medienverbrauchs wissenschaftlicher Hochschulen (3.76). Hrsg.: Zentralarchiv für Hochschulbau.
In: Information, Stuttgart, 9 (1976) H. 33, S. 80-82
- 16 Energie- und Medienverbrauch in staatlichen Gebäuden. Bericht über Kosten und Verbrauch von Energie und Medien 1973. Hrsg.: Staatliche Hochbauverwaltung des Landes Baden-Württemberg. Stuttgart 1975.
- 17 Energieverbrauch in staatlichen Gebäuden. Bericht über Kosten und Verbrauch von Energie und Wasser 1974-75. Hrsg.: Staatliche Hochbauverwaltung des Landes Baden-Württemberg. Stuttgart 1977.
- 18 Energieverbrauchserfassung in Schleswig-Holstein 1973-1976. Verbrauch und Kosten von Energie und Wasser in ländereigenen Gebäuden. Bearb.: OFD Kiel - LVB, Betriebsüberwachungsstelle beim Landesbauamt Kiel. Hrsg.: Landesbauverwaltung Schleswig-Holstein. Kiel 1978.

- 19 Frey, Eberhard: Wirtschaftliche Betriebsführung von raumlufttechnischen Anlagen in Krankenhäusern.
In: 5. Fachtagung Krankenhaustechnik "Klimaanlagen im Krankenhaus". Hrg.: Medizinische Hochschule Hannover. Hannover 1978, S. 95-111
- 20 Giersig, Friedrich: Betriebskostenminimierung - Reduktion von Heizungs- und Klimatisierungskosten durch Optimierung der Gebäudeform.
In: TAB Technik am Bau, Gütersloh, 7 (1976) H. 2, S. 161-62
- 21 Grün, Ingo: Investitions- und Nutzungskosten im Hochschulbereich. Eine Kosten-Nutzen-Analyse von Hochschulen und Hochschulinstituten. Hrg.: TU Braunschweig. Braunschweig 1975.
- 22 Handbuch der Technischen Versorgung. Empfehlungen, Informationen, Erfahrungsberichte des Arbeitskreises Technische Versorgung im Zentralarchiv für Hochschulbau. Ausgabe 1975. Bearb.: E. Frey. Hrg.: Zentralarchiv für Hochschulbau. Stuttgart: Forum-Verlag 1975.
- 23 Heizungsbetriebsanweisung HBeA/EVA. Teil 1 und 2. Bearb.: Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV). Hrg.: Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Bonn-Beuel: Seidl 1977.
- 24 Hiergeist, Alfons: Energieverbrauch und Betriebskosten in Abhängigkeit vom Installationsgrad in Allgemeinkrankenhäusern.
In: Haustechnische Rundschau, Berlin, (1979) H. 2, S. 94-97
- 25 Hiergeist, Alfons: Technik im Krankenhaus. Referat vom 9/1976 vor der Fachvereinigung Deutscher Krankenhausverwalter, Landesgruppe Bayern in St. Englmar.
In: TAB Technik am Bau, Gütersloh, 8 (1977) H. 4, S. 367-72
- 26 Kleinfarn, Andreas: Betriebskosten von Hochschulen. Hrg.: Hochschul-Informationssystem. München: Verlag Dokumentation 1977.
(= HIS Brief, 63.)
- 27 KKW-Musterkontenplan.
In: Das Rechnungswesen der Krankenhäuser. Kommentar von K. Purzer. Stuttgart: Boorberg 1977. (Loseblattsammlung)
- 28 Muser, Bernd; Drings, Hans-Rüdiger: Baunutzungskosten DIN 18 960. Erfahrungswerte und praktische Verwendung bei Planung und Betrieb von Gebäuden. Braunschweig: Vieweg 1977.
- 29 Die neuen Anforderungen des Energieeinsparungsgesetzes bei Planung, Bau und Unterhaltung von Gebäuden. Energieeinsparungsgesetz und Wärmeschutzverordnung. Bearb.: H. Baumann, E. Kapmeyer, B. Muser, Kissing: WEKA-Verlag 1978. (Loseblattsammlung)
- 30 Schäfer, Eugen: Betriebskosten von Grundversorgungsanlagen.
In: TAB Technik am Bau, Gütersloh, 9 (1978) H. 9, S. 751-55
- 31 Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik einschließlich Brauchwasserbereitung und Kälte-technik. Hrg.: E. Sprenger. 59. Ausgabe 1977-78. München, Wien: Oldenbourg 1977.
- 32 Versorgung und Entsorgung wissenschaftlicher Hochschulen. Ein Beitrag von H. Stadler. Hrg.: Zentralarchiv für Hochschulbau. Düsseldorf: Werner-Verlag 1968.
(= Schriften des Zentralarchivs für Hochschulbau. 6.)
- 33 Völker, Franz: Betriebskosten-Abschätzung von raumlufttechnischen Anlagen.
In: KI Klima- + Kälte-Ingenieur, Karlsruhe, (1978) H. 10, S. 353-59
- 34 Wasserbedarf in Kaufhäusern und Hotels.
In: Sanitär- und Heizungstechnik, Düsseldorf, (1975) H. 2, S. 64
- 35 Wasserbedarfszahlen.
In: Sanitär- und Heizungstechnik, Düsseldorf, (1969) H. 10, S. 723

Energielieferungsverträge beim Land Niedersachsen

Dipl.-Ing. M. Stein, Hannover

Nicht erst seit der sog. Energiekrise 1973/74 gilt der Abschnitt - Betriebsüberwachung - aus der RBBau K 19 für das Land Niedersachsen.

Aber bis zu diesem Zeitpunkt wurde die Betriebsüberwachung wegen der niedrigen Energiepreise nicht genügend beachtet. In Verbindung mit den seither immer mehr steigenden Preisen, in jüngster Zeit durch die Ereignisse im Iran wieder sehr deutlich, wachsen die Betriebskosten überproportional an. Durch Anlagenverbesserungen oder deren Ersatz durch moderne Technologien wird derzeit versucht, dieser Entwicklung zu begegnen.

Als flankierende Maßnahme müssen daneben die geltenden oder neu abzuschließenden Lieferverträge für Energien überprüft und ggf. angepaßt bzw. optimiert werden. Bisher sind Verbrauchserfassungen nur im Einzelfall mit der notwendigen Sorgfalt durchgeführt worden. Beispiele zeigen, daß erhebliche Einsparungen allein durch die Wahl bzw. die Anpassung der Verträge erzielbar sind.

1. Strom

In Niedersachsen trifft man alle denkbaren Variationen von Energielieferverträgen an. Neben den Haushalts- und Gewerbetarifen, die für kleine Objekte abgeschlossen werden, sind vor allem die Sonderverträge für Großabnehmer (Schulen, Krankenhäuser u.ä.) von wesentlicher wirtschaftlicher Bedeutung; diese sollen hier näher untersucht werden.

Bei der Überprüfung der Sonderverträge fällt besonders auf, wie wenig beim Abschluß auf wesentliche kostenträchtige Faktoren geachtet wird.

1.1 Gleichzeitigkeitsfaktor

Hier werden in der Regel bei der Festlegung des anzumeldenden Bedarfs viel zu hohe Ansätze gemacht.

Der Gleichzeitigkeitsfaktor liegt meistens zwischen 0,5 und 0,85. Hier ist zu beachten, daß die Verbraucher nicht gleichzeitig mit 100 % ihrer Leistung betrieben werden.

1.2 Benutzungsdauer

Ein weiteres Kriterium wird nicht ausreichend beachtet, nämlich die Benutzungsdauer T_m [h/a]. Je geringer die Benutzungsdauer ist, umso höher sind die Kosten je kWh.

1.3 Leistungsfaktor

Die Auswertung der EVU-Abrechnungsblätter zeigt häufig einen erschreckend niedrigen Leistungsfaktor $\cos \varphi$. Ein erheblicher Blindleistungsanteil muß somit zusätzlich bezahlt werden.

1.4 Preisregelungen

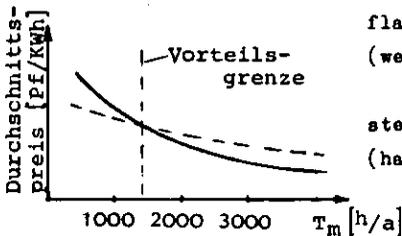
Folgende Sonderpreisregelungen werden hier angesprochen:

- Abrechnung über einen Leistungs- und Arbeitspreis und
- Abrechnung nur über den Arbeitspreis.

Im Fall a) wird ein Leistungspreis [DM/KVA oder DM/KW] und ein Arbeitspreis [DM/KWh] berechnet. Bezugsbasis sind entweder Monats- oder Jahreshöchstleistungen. Für den Fall b) wird nur ein Arbeitspreis [DM/KWh] in Rechnung gestellt. (Der Leistungspreis ist dabei eingerechnet.) Hierbei wird oft das Angebot von Hoch- und Niedertarifzeiten unterbreitet.

Beide Abrechnungsarten können durch Zonung oder Staffelung variiert werden.

Von erheblicher Bedeutung ist die richtige Abschätzung der unter 1.2 beschriebenen Benutzungsdauer T_m . Nach der folgenden Skizze unterscheidet man flache und steile Preisregelungen.



- flach: niedriger Leistungspreis, (weich) hoher Arbeitspreis - günstig für niedrige Benutzungszeiten
- steil: hoher Leistungspreis, (hart) ger Arbeitspreis - günstig für hohe Benutzungszeiten

Einige EVU versuchen, durch Benutzungsdauerrabatte die Vergrößerung der Einschaltzeiten zu honorieren, z.B. für die ersten 800 h/a werden 2,5 %, für jede weitere 100 h/a 1 % Preisnachlaß gewährt.

1.5 Möglichkeiten der Verbilligung des Strombezuges

1.5.1 Einflußnahme auf die Vertragsgestaltung

- a) Die beim EVU anzumeldende Leistung soll so gering wie möglich bemessen werden. (Gleichzeitigkeitsfaktor)

Ist die Leistung nicht abzuschätzen, so sollte mit dem EVU ein Zeitraum für den Anlaufbetrieb vereinbart werden.

Anmerkung: Zu Hohe Leistungsanmeldung kann auch erhebliche Investitionen auf der Erzeugerseite notwendig machen und damit die Anschlußkosten unverhältnismäßig steigen lassen.

- b) Schwachlastzeiten (Sommer-, Nachtrabatt usw.) sind auszunutzen. Durch entsprechende organisatorische Maßnahmen lassen sich Spitzen abbauen. (Maximumwächter, gegenseitige Verriegelung u.ä.)

- c) Die Abrechnung möglichst nach 3 statt nach 2 höchsten Monatsleistungen vornehmen.

Beispiel: 3 Monatshöchstleistungen - 250 KW, 125 KW u. 170 KW

$$\frac{250 + 170}{2} = 210 \text{ KW}$$

$$\frac{250 + 125 + 170}{3} = 182 \text{ KW}$$

} Einsparung
28 KW

Bei einem Leistungspreis von 240 DM/KW ergibt sich eine Einsparung von 6.720,- DM/a.

- d) Grundsätzlich sind lange Vertragslaufzeiten anzustreben, insbesondere wenn das EVU Strompreisstaffelungen oder -zonen anbietet.
- e) Wird der Bereitstellungspreis nach der Art, Anzahl und Nennleistung der Verbraucher vom EVU festgelegt, so gilt wieder, die Leistung so gering wie möglich zu halten.

Leichtes Heizöl EL 35 Pfg/l

bei Hu = 10 KWh/l

Durchschnittspreis = 3,5 Pfg/KWh/Hu

Vergleichspreis Gas 3,15 Pfg/Kwh/Ho

Rechnet man in beiden Fällen den zusätzlichen Investitionsaufwand beim Öl für Lagerhaltung, höheren Schornstein usw. hinzu, kommt in vielen Fällen ein Vorteil für Gas heraus. Steht Gas in Konkurrenz zum Heizöl S, wird in der Regel das Gaspreisangebot günstiger ausfallen.

2.1 Preisregelungen

Im Gasgeschäft kennt man die Staffel-, Zonen-, Tages- und Stundenleistungspreisregelung. Aus den Angeboten ist die günstigste Bezugsmöglichkeit zu wählen.

In jedem Fall ist bei der Anmeldung der Leistung ähnliche Zurückhaltung an den Tag zu legen wie beim Strom. Im Zweifelsfall sollte die Vertragsmenge in den ersten Jahren gleitend bemessen werden, um die Anpassung an den tatsächlichen Verbrauch möglich zu machen.

Da häufig auch Mindestabnahmezeiten oder -mengen seitens des GWU angeboten werden, ist hier eine weitere Möglichkeit der Variation gegeben. Außerdem wird der unterbrechbare Betrieb häufig angeboten. Dabei sollte die Zweitbrennstoffmenge so bemessen werden, daß der gesamte Bedarf zu günstigen Bedingungen (z.B. im Sommer) eingekauft werden kann.

2.2 Maßnahmen im Betrieb

Je nach Art der Vertragsbasis ist es zweckmäßig, z.B. beim Stundenleistungspreis die Verbraucher nacheinander einzuschalten, um hohe Leistungsspitzen zu vermeiden.

Beim Tagesleistungspreis ist entsprechend zu verfahren. (z.B. Müllverbrennung oder ähnliche Verbraucher nur an lastschwachen Tagen in Betrieb nehmen.) Wichtig ist, beim unterbrechbaren Betrieb die Abschaltzeiten einzuhalten, da sonst Vertragsstrafen drohen.

Bei Gasverträgen ist ebenfalls der langfristige Vertragsabschluß anzustreben, wobei selbstverständlich auch Preisgleit-

klauseln eingearbeitet sein müssen.

3. Fernwärme

Auch bei der Fernwärme ist die Ähnlichkeit der Tarife zu denen der Stromversorgung nicht zu verkennen. Wie auch bei anderen Energien darf nur der tatsächliche Bedarf vertraglich festgelegt werden. Dabei sollte jedoch auch die Korrektur nach einer bestimmten Zeit der Betriebserfahrung möglich sein. Aus der folgenden Formel erkennt man besonders leicht die Zusammenhänge zwischen Benutzungsdauer und eingestellter Leistung im Hinblick auf den Durchschnittspreis:

$$P_D = A + \frac{L_E}{V} \left(B + \frac{P_M}{L_E} \right) = A + \frac{1}{t_m} \left(B + \frac{P_M}{L_E} \right)$$

Arbeitspreis A = [DM/KWh], Verbrauch V = [MWh/a], Leistung L_E in [KW], Leistungspreis B = [DM/KW/a], Benutzungszeit t_m = [h/a]
Danach läßt sich eine Optimierung der vertraglich festzulegenden Leistung unter Berücksichtigung der Gebäudenutzungszeiten durchführen. (Behördenhaus ungefähr 1.200 h, Krankenhaus ca. 4.000 h)
Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn die Abnahme mehrerer Verbraucher addiert und damit ein günstiger Summenrabatt erreicht wird. Grundstücksgrenzen dürfen also keine Rolle spielen. Im Gegensatz zum Strom unterliegt die Fernwärme nicht unbedingt der Preisprüfung, so daß der freie Abschluß der Verträge einschließlich der Preisgleitklauseln möglich ist. Langfristige Verträge sind anzustreben.

4. Fernkälte

Diese Energie wird nicht sehr häufig durch Fremdversorger angeboten. Die Verträge müssen hier nach örtlichen Bedingungen ausgehandelt werden. Dabei ist besonderer Wert auf Korrekturmöglichkeit nach den Betriebsergebnissen zu legen.

5. Wasser

Hier gelten die in den Gemeindegesetzungen festgelegten Gebühren. Danach werden Mengenpreise in DM/m³ berechnet.
Nur bei Großabnehmern (Fabriken, Krankenhäusern u.ä.) werden Zonungen oder Staffellungen vertraglich festgelegt.

Dabei kann eine Mindest- oder auch Maximalabnahme preisregulierend wirken. Verzichtet das WVU auf die strikte Einhaltung der Grundstücksgrenzen, so ergeben sich u.U. auch hieraus günstigere Rabattsätze.

Üblicherweise wird durch das WVU auch die Abwassergebühr erhoben. Dies geschieht im Auftrage der jeweiligen Gemeinde.

6. Zusammenfassung

Bei bestehenden oder neu abzuschließenden Energielieferverträgen ist im Interesse des Landes die Optimierung notwendig. Wenn außerdem noch auf die Verbraucher dahingehend eingewirkt werden kann, energiebewußter zu denken und zu handeln, werden erhebliche Energien und damit auch Haushaltsmittel eingespart werden können.

7. Literatur

- 7.1 Vorläufige Dienstanweisung für die Betriebsüberwachung durch die Nieders. Staatshochbauverwaltung - DABÜ - Entwurf Frühjahr 1979
- 7.2 Flad, Roland: Sämtliche Möglichkeiten zur Senkung von Strombedarf und Stromkosten, 1. Aufl. 77
- 7.3 Verband der Energie-Abnehmer e.V. (VEA):
Energietips für Einkauf und Betrieb

Anschrift des Verfassers
Dipl.-Ing. Manfred Stein
Dezernent für Betriebstechnik
c/o Bezirksregierung Hannover
Waterlooplatz 11
3000 Hannover 1

Energielieferungen an Krankenhäuser aus der Sicht des Energieversorgungsunternehmens

von H.E. Brachetti, Hannover

1. Kategorien von Versorgungsleistungen

Krankenhäuser haben wesentlichen Bedarf an folgenden Versorgungskategorien:

1. Elektrizität in Form von Tagstrom, Nachtstrom und auch Notstrom,
2. Gas in Form von Heizgas für die Raumwärmeversorgung, aber auch für verschiedene technische Zwecke und
3. Wärme in Form von Heizwasser für die Raumwärmeversorgung, in Form von Dampf für verschiedene technische Zwecke und in Form von Kaltwasser für die Bedienung der Klimaanlage.

Die Frage, welche dieser Versorgungsgüter vom Krankenhaus selbst erzeugt und bereitgestellt werden und welche von einem Energieversorgungsunternehmen bereitgestellt werden sollen, kann nicht generell beantwortet werden. Sie hängt von technischen Bedingungen und den örtlichen Gegebenheiten ab.

Die Energieversorgungsunternehmen könnten von ihren substanzialen Möglichkeiten her durchaus alle der genannten Qualitäten bereitstellen. Es hat sich aber, bestimmt von der historischen Entwicklung und bekräftigt durch das Recht der öffentlichen Versorgung, herausgebildet, daß vonseiten solcher Unternehmen nur eine beschränkte Anzahl von Versorgungsgütern bereitgestellt wird.

Elektrizität in Form von Tagstrom ist aufgabengemäß anzubieten. Nachtstrom kann in vielen Fällen zur Verfügung gestellt werden. Die Versorgung mit Notstrom für den Fall des Ausbleibens der öffentlichen Versorgung wird nicht als Angelegenheit des Versorgungsunternehmens angesehen, sondern als Aufgabe des Abnehmers, der entsprechend den im eigenen Bereich zu garan-

tierenden Versorgungsleistungen zu entscheiden hat, ob und in welchem Umfang Notstrom vorzuhalten ist.

Wird Notstrom gebraucht, und dies ist im Krankenhaus als gegeben anzusehen, so bedeutet das, auch innerhalb des Krankenhausbereiches Stromerzeugungsanlagen betriebsbereit zu halten, die neben den Verbindungsstellen zum öffentlichen Unternehmen existieren.

Bei der Gasversorgung ist heute davon auszugehen, daß nur eine Belieferung infrage kommt, gleich, welcher Zweck vonseiten des Krankenhauses für die Gasversorgung ins Auge gefaßt wird.

Für die Wärmeerzeugung können die Krankenhäuser demgegenüber in wesentlich größerem Umfang eigene Erzeugungsanlagen betreiben und damit Heizwasser und Dampf bereitstellen. Andererseits können diese Güter oftmals von den Versorgungsunternehmen bezogen werden.

Die Versorgung mit Kälte ist aufgrund der aufwendigen Transportbedingungen für Kaltwasser als eine Angelegenheit der jeweiligen Verbraucher zu betrachten, wenngleich es bereits vereinzelt zentralisierte öffentliche Kälteversorgungen gibt.

Die Problematik der Versorgung entwickelt sich auf der Seite des Krankenhauses dadurch, daß die Entscheidung für die Eigenherzeugung einer oder mehrerer Versorgungskategorien im Vergleich mit den vom Versorgungsunternehmen angebotenen Leistungen gefällt werden muß. Daß die Entscheidung hier nach streng betriebswirtschaftlichen Methoden gefällt werden muß, steht außer Frage. Es muß aber berücksichtigt werden, daß die eigene Betriebsanlage innerhalb des Krankenhauskomplexes als ausgesprochene Nebenleistung anzusehen und in diesem Sinne zu bewerten ist. Demgegenüber sind die Leistungen der Versorgungsunternehmen als typisch zu bezeichnen und ureigene Aufgabe dieser Einrichtungen, selbst wenn heute noch davon auszugehen ist, daß die Mehrzahl der Unternehmen nicht alle aufgeführten Kategorien anzubieten imstande ist.

Es wird folglich in vielen Fällen eine Mischung aus Eigenerzeugung und Lieferung als Bestlösung anzusehen sein. Somit wird das Arrangement mit dem Versorgungsunternehmen zur lebenswichtigen Aufgabe des Krankenhauses

2. Stromversorgung

Sofern nicht die Eigenerzeugung elektrischer Energie, gekoppelt mit der Wärmeerzeugung, in einem krankenhauseigenen Heizkraftwerk durchgeführt werden kann, ist das Krankenhaus auf Strombezug angewiesen. Aber auch bei Heizkraftbetrieb ist dies weithin erforderlich, durch die Vorhaltung von Reserveleistung für den Fall des vollständigen oder teilweisen Ausfalls der eigenen Anlagen sowie zur Deckung des Bedarfs an elektrischer Energie im Sommer, wenn das Heizkraftwerk keinen Absatz für Wärme hat bzw. der Strombezug billiger ist.

Es darf somit für die weit Überwiegende Zahl der Fälle unterstellt werden, daß das Krankenhaus auf die Lieferung elektrischer Energie angewiesen ist und diese den krankenhausspezifischen Bedürfnissen angepaßt werden muß. Als krankenhausspezifisch ist insbesondere das hohe Sicherheitsbedürfnis bei der Bereitstellung elektrischer Energie anzusehen.

Während der Durchschnittsverbraucher eine einzige auf der Niederspannungsseite liegende Stromversorgung ohne weiteres als hinreichend sicher ansehen kann, benötigen alle größeren Krankenhäuser schon von der Leistung her hochspannungsseitige Anschlüsse, die zudem den Charakter einer zweiseitigen oder doppeltgesicherten Einspeisung aufweisen müssen. Für Großkrankenhäuser wird auch diese Lösung nicht in jedem Fall als hinreichend angesehen, da während des Ausfalls einer Einspeisung auch an der zweiten ein Schaden auftreten kann und dann bereits der Notstromfall gegeben ist. Insbesondere dann, wenn die Einspeisungen nicht von zwei verschiedenen Umspannwerken stammen, die jeweils mit der vorgelagerten Spannungsebene verbunden sind, kann das Krankenhaus eine dreifache Einspeisung

als notwendig ansehen. Der Krankenhausbetreiber muß sich aber darüber im Klaren sein, daß sich die an die Sicherheit der Stromversorgung gestellten Ansprüche in den Stromkosten niederschlagen und somit in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wesentlich eingehen. Zweifelsfrei genießt die Sicherheit der Versorgung von Krankenhäusern einen besonders hohen Stellenwert, aber auch hier ist abzuwägen, ob bei Vorhandensein punktueller Notstromversorgungen für extrem hohe Ansprüche der übrige Bedarf gewisse Unterbrechungen vertragen kann, wenn mit üblicher Notstromversorgung ein vorübergehender Mindestbetrieb gesichert ist.

Die Ermittlung der optimalen Lösung wird bei solcher Betrachtung zu einem Rechenexempel, das in Zusammenarbeit mit den vom Versorgungsunternehmen angebotenen Möglichkeiten aufgestellt werden muß. Es wäre falsch, hier nur von festgeschriebenen Grundsatzregelungen auszugehen.

3. Kombinierte Versorgung

Bei der Gasversorgung entfällt jede Eigenerzeugung, es sind nur Einrichtungen für die Übernahme der Lieferung erforderlich. Wird die Gaslieferung zum Betrieb eines eigenen Heizkraftwerkes verwendet, so geht die Sicherheit der Stromversorgung zusätzlich in die Sicherheitsbetrachtung ein. Der im vorigen Kapitel aufgestellte Grundsatz für die Sicherung der Stromversorgung bleibt hier bestehen, wird sogar durch die Eigenerzeugungsanlage noch verschärft, da die Nebenleistung Heizkraftwerk trotz ihrer sicherheitstechnisch hohen Bedeutung für das Krankenhaus eine im Vergleich zur öffentlichen Versorgung höhere Ausfallquote haben dürfte.

Daneben existiert die Aufgabe, den Wärmebedarf auf dem Wege der Eigenerzeugung durch Vorhaltung entsprechender Reserveeinheiten zu sichern, die neben den arbeitenden Anlagen bereitgehalten werden müssen.

Kann die Wärmelieferung nicht oder nicht hinreichend über Gas sichergestellt werden, so sind in der Vergangenheit Ölanlagen verwendet worden, um die Wärmeversorgung sicherzustellen, eine Technik, die unter den heutigen Gesichtspunkten der Ölverknappung nicht mehr vertreten werden kann, auch dann nicht, wenn unterbrechbare Gaslieferungsverträge Vorteile für das bivalente System versprechen. Es bleibt im Fall der konventionellen Eigenerzeugung nur der Rückgriff auf Kohle. Eine solche Situation wäre aber geeignet, die Anwendung neuer energiesparender Techniken in die Betrachtung einzubeziehen.

In anbetracht des geschilderten sicherheitstechnischen Aufwandes, gerade für die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme, aber auch für die reine Wärmeversorgung, stellt sich für das Krankenhaus sofort die Frage, ob die Nebenleistung Wärmeversorgung mit Vorteil an das Energieversorgungsunternehmen abgetreten werden kann. Schon mit Rücksicht auf den Aufgabenstatus sollte dieser Lösung der Vorzug eingeräumt werden, sofern das Versorgungsunternehmen auf die Übernahme der Aufgabe technisch und wirtschaftlich eingerichtet ist.

Da zunehmend Aufgaben aus der Wärmeversorgung auf die Versorgungsunternehmen zukommen, sollte das Interesse auf die Übernahme derartiger Aufgaben, zumal wenn es sich um Träger öffentlicher Belange wie Krankenhäuser handelt, gelenkt werden. Andererseits muß man sich darüber im klaren sein, daß ein kleines, lediglich Wasser und Gas verteilendes Energieversorgungsunternehmen sich schwerer darin tut, derartige Aufgaben zu übernehmen als ein Querverbundunternehmen mit maßgeblicher Eigenstromerzeugung in Kraftwerken oder Heizkraftwerken, dem der Umgang mit Wärme geläufig ist.

Da jede Wärmeversorgung eines Krankenhauses eine hohe Auslastung der Versorgungsanlagen ermöglicht, kann das Interesse der Versorgungsunternehmen hier sicherlich eher geweckt werden als für andere Arten der Wärmeversorgung. Liefert ein Versorgungsunternehmen bereits Fernwärme in Form von Heizwasser, wird es ihm sicherlich, sofern es die örtlichen Verhältnisse erlauben, relativ leicht möglich sein, die Wärmeversorgung eines Kranken-

hauses, gleich welcher Größenordnung, zu übernehmen, es sei denn, es bestünden keine Möglichkeiten, die erforderlichen Erzeugungskapazitäten bereitzustellen.

Schwieriger ist die Aufgabe, wenn das Krankenhaus wesentliche Dampfleistungen verlangt, die in der Regel für verschiedene Zwecke erforderlich sind. Sofern nicht vergleichsweise geringe Transportentfernungen zwischen dem Erzeugungswerk, von dem Dampf bereitgestellt werden soll, und dem Krankenhaus gegeben sind, wird die Einrichtung separater Dampferzeugungswerke notwendig. Eine zweifellos kostspielige Aufgabe, weil die Ausnutzung derartiger Anlagen gering ist, wenn sie nicht gleichzeitig für die Raumwärmeversorgung eingesetzt werden können. Da für diese eine andere Technik günstiger als die Dampfversorgung ist, ist die Kombination nicht immer von vornherein gegeben, kann aber herbeigeführt werden. Selbst wenn die Dampfversorgung kein Gegenstand des Versorgungsunternehmens ist, wird dieses mindestens in Form der Betriebsführung dem Krankenhaus diese Nebenleistung abzunehmen bereit sein.

Aktuell ist die Überlegung, welchen Umfang der Einbau energiesparender Erzeugungstechniken im Krankenhaus einzunehmen hat, wie bereits angedeutet wurde. Will das Krankenhaus diese Anlagen selbst betreiben, so tritt damit in vermehrtem Maße Nebenleistungsaufwand auf und es stellt sich die Frage, inwieweit die Versorgungsunternehmen auch für den Betrieb solcher Anlagen gewonnen werden können. Wenngleich hier nicht gesagt werden kann, daß grundsätzlich jedes Unternehmen dazu geeignet ist, so sollte doch das Ziel verfolgt werden, auch diese Techniken in den Tätigkeitsbereich der Versorgungsunternehmen aufzunehmen.

4. Besondere Transportfragen

Da zumal größere Krankenhäuser eine ausgedehnte Örtlichkeit benötigen, die in der Regel in vorgegebene Stadtstrukturen nicht eingeordnet werden kann, ergibt sich dadurch für die Energielieferung oftmals eine wesentliche Transportaufgabe. In etlichen Fällen mußte das Energieversorgungsunter-

nehmen eine neue Entwicklungsrichtung für mehrere Versorgungsgüter in Richtung auf den Standort des Krankenhauses wählen. Wenngleich dies nicht als grundsätzlicher Nachteil zu bezeichnen ist und zweifellos der städtebaulichen Orientierung hier ein gewisser Vorrang vor Energieversorgungs- aufgaben eingeräumt werden muß, so bewirkt dennoch die Überwindung größerer Entfernungen wesentliche Aufwendungen, die sich notwendigerweise in den Lieferkosten niederschlagen. Dies gilt für alle Sparten gleichermaßen, wenngleich Verteilungskosten bei Strom und Gas eine geringere Rolle spielen als bei der Fernwärmeversorgung.

Kann das Energieversorgungsunternehmen die Übernahme einer solchen Aufgabe mit anderen eigenen koppeln, so wird sich sicherlich eine angemessene Kostenregelung finden lassen. Bei einer reinen Abseitslage muß aber für das Krankenhaus mit vergleichsweise hohen Transportaufwendungen gerechnet werden. Werden dann zusätzliche Anforderungen an die Lieferqualität etwa durch die Heranführung elektrischen Stroms auf verschiedenen Trassen gefordert, so wirken sich diese zusätzlich aus und es ist sehr wohl abzuwägen, wie weit das Sicherheitsbedürfnis unter solchen Voraussetzungen getrieben werden kann.

Eine Abseitslage kann auch dazu führen, daß eine Fernwärmeversorgung überhaupt nicht übernommen werden kann, sofern die üblichen Transportentfernungen überschritten werden, es sei denn, es kann eine örtliche Erzeugungsanlage errichtet werden. Ist dies der Fall, so kann diese örtliche Einrichtung als Grundlage für einen späteren Verbund zwischen verschiedenen Versorgungsgebieten angesehen werden. Eine Aufgabenstellung, die auf die Fernwärmeseite in zunehmendem Maße zukommt, insbesondere unter dem Gesichtspunkt des Einsatzes der Heizkraftkopplung als energiesparende Technik.

Andererseits ist die örtliche Erzeugung auch unter dem Gesichtspunkt von Umweltschutzmaßnahmen zu sehen, die in der Region eines Krankenhauses besondere Beachtung verlangen, wenn zusätzliche Emissionen entstehen. Schließlich ist auch die städtebauliche Frage nach der Anordnung herausragender Schornsteine zu beachten.

5. Qualität der Lieferung

Jede Bereitstellung und Lieferung von Gütern hat für den Abnehmer nur insoweit Bedeutung, als er über die bestellten Güter nach Bedarf verfügen kann. In der Energieversorgung hat dieses Bereitstellungsproblem einen besonderen Charakter, da die Lieferungen über zu verlegende Leitungen vorgenommen werden müssen. Die Leitungsverbindung bedeutet eine weitreichende Festlegung und ist in den meisten Fällen nur mit hohem Kostenaufwand veränderbar. Damit ist gleichzeitig das Problem der Sicherung angesprochen, da diese über Art und Umfang der Leitungswege weitgehend beeinflußt wird.

Kann das Anschlußproblem als lösbar angesehen werden, so steht für das Krankenhaus die Frage nach der Verfügbarkeit der Energielieferung an hervorragender Stelle. Hier kommen auch dem Krankenhaus die Grundsatzbedingungen zu gute, die den Unternehmen durch das Energiewirtschaftsgesetz auferlegt sind und besagen, daß die Versorgung so "preiswert und sicher wie möglich" vorzunehmen ist. Hiermit sind Maximalforderungen zum Ausdruck gebracht, deren Interpretation in der Rechtsprechung nicht zu einer Abschwächung geführt hat. Die neueste Rechtsprechung zeigt vielmehr eher eine verschärfende Tendenz. Während die genannten Forderungen per Gesetz nur für Strom und Gas existieren, liegen für die Fernwärme bisher keine entsprechende Regelungen vor.

Die Energieversorgungsunternehmen haben aber durch die Maxime des Energiewirtschaftsgesetzes anlegbare Maßstäbe, die ihnen ein nennenswertes Abweichen bei der Fernwärmeversorgung nur insoweit erlauben als dies vom Wesen der Fernwärme bedingt ist.

Es hat in der letzten Zeit verschiedene Bemühungen des Gesetzgebers gegeben, das Recht der Energieversorgung durch Schaffung eines Energieversorgungsgesetzes auf eine novellierte Basis zu stellen. Diese Bemühungen sind bisher aus verschiedenen Gründen noch nicht weiter verfolgt worden. Stattdessen steht

eine Novellierung der Allgemeinen Versorgungsbedingungen an. In der Folge des Gesetzes über die Allgemeinen Geschäftsbedingungen sind auch allgemeine Versorgungsbedingungen für die Fernwärmeversorgung in Vorbereitung.

Wenn auch mit der neuen Regelung das Ziel verfolgt wird, den Sicherheitsgrad der Versorgung weiter zu erhöhen, so darf doch kein Abnehmer davon ausgehen, daß seine Belieferung nicht unterbrechbar sei. Die Verhältnisse im vergangenen Winter haben dies deutlich gezeigt.

Jede Technik und jede betriebliche Bereitstellung dieser Versorgungsgüter kann nur am Stand der technischen Möglichkeiten gemessen werden und im Grundsatz ihr Versagen nie ausschließen. Dieser Gesichtspunkt ist bei den hohen Sicherheitsanforderungen des Krankenhauses von erhöhter Bedeutung und stellt die entsprechenden Ansprüche an die Notversorgung. Während eine Notversorgung bei elektrischer Energie als eine übliche Einrichtung angesehen werden kann, ist bei der Gasversorgung in der Regel eine solche nicht gegeben.

Es muß auch betont werden, daß die Ausfallquote der öffentlichen Gasversorgung, d.h. die Quote des Ausfalls von Gas an den Übergabestellen, noch wesentlich geringer ist als bei der elektrischen Energie. Auch bei der Fernwärmeversorgung kann dem Krankenhaus nicht zugemutet werden, eine eigene Notversorgung vorzuhalten. Hier ist das Unternehmen aufgefordert, sich um eine praktisch unterbrechungslose Versorgung zu bemühen. Dennoch kann diese letztthin nicht unterstellt werden, auch wenn alle Glieder der Sicherheitskette hinreichend dimensioniert sind.

Der einzige Vorteil, der hier dem Krankenhaus wie jedem anderen Wärmeverbraucher zufällt, ist, daß ein Ausfall der Wärmeversorgung sich nicht plötzlich, wie beim Strom bemerkbar macht, sondern erst im Verlauf einer gewissen Zeit. Für extrem hohe Bedürfnisse der unterbrechungslosen Wärmeversorgung muß daher das Krankenhaus eine Zweitquelle vorsehen. Es dürfte im Regelfall ausreichen, diese Wärmenotversorgung auf wenige Einzelfälle zu beschränken.

6. Abgrenzung der Tätigkeitsbereiche

Jede Versorgung ist durch die Anordnung einer Übergabestelle gekennzeichnet, an der die Zuständigkeit der einen Seite endet und der anderen Seite beginnt. Für das Energieversorgungsunternehmen bedeutet das, daß seine betrieblichen Belange und alle Aufgaben, die mit der im dargelegten Sinne durchzuführenden Bereitstellung und Lieferung zusammenhängen, hier enden.

Aus der anderen Beschaffenheit der krankenhausinternen Betriebstechnik im Vergleich zu der des Energieversorgungsunternehmens ergibt sich aber, daß die Übergabestelle auch eine Änderung in der Art der Wahrnehmung der Betriebsaufgaben mit sich bringt. Im allgemeinen Interesse sollten die Energieversorgungsunternehmen hier bereit sein, bestimmte Leistungen auch für den Bereich der Kundenseite zu übernehmen, soweit sie von ihrer Struktur her dazu imstande sind. Lassen sich für solche Leistungen eindeutige Abgrenzungskriterien finden, würde dem Krankenhaus damit sicherlich nicht unwesentlicher Betriebsaufwand abgenommen werden können.

Derartige Aufgaben zielen in die Richtung der Betriebsführung und sind im Grundsatz nicht als neuartig anzusehen. Über diese kleinräumige Betrachtung hinausgehend ist zu ergänzen, daß im Grundsatz die kooperative Lösung der Energieversorgungsfragen in der Zukunft Vorrang vor der bisher vielfach geübten Praxis haben dürfte.

Es kann nicht befriedigen, wenn Krankenhäuser und Energieversorgungsunternehmen nebeneinander her leben, planen, bauen und betreiben, ohne die Möglichkeit der Gemeinsamkeit ausgeschöpft zu haben. Auch Finanzierungsfragen und verwaltungsrechtliche Überlegungen dürfen derartiges Zusammengehen nicht hindern. Es sei als ungutes Beispiel angeführt, daß in einer deutschen Universitätsstadt nebeneinander drei Wärmeerzeugungsanlagen auf Heizwerksbasis von drei verschiedenen Stellen betrieben werden, während ein zentrales Heizkraftwerk als energiesparende

und umweltschonende Einrichtung, geführt vom Energieversorgungsunternehmen, zur wirtschaftlicheren Deckung des Bedarfs an Wärme und Strom hätte beitragen können. Als Gegenbeispiel ist die kürzlich aufgenommene Fernwärmeversorgung einer Klinik von einem Heizkraftwerk aus über eine 4 km lange Leitung hervorzuheben, die die örtliche Heizwärmeerzeugung einzustellen erlaubte.

7. Schlußbemerkung

Auf verschiedenen Gebieten wird mit Öffnungsvorschlägen versucht, wirtschaftlichere Lösungen durch Abweichen von bisher als unumgänglich angesehenen Prinzipien zu erreichen. In anbetracht der Vielschichtigkeit der Problematik und der zweifellos gegebenen Möglichkeiten sollte über die mögliche Annäherung an ein Optimum diskutiert werden, ohne neue Wege im Grundsatz auszuschließen.

Die bei solcher Betrachtungsweise möglichen Durchdringungen der Aufgabenbereiche brauchen für die eine oder andere Seite nicht grundsätzlich nachteilig zu sein. Der tatsächlich mögliche Spielraum sollte im Interesse der Erzielung minimaler Kosten ermittelt werden.

Professor Dr.-Ing. Hans Elmar Brachetti
Stadtwerke Hannover AG, Ihmeplatz 2,
3000 Hannover 91

Beratung bei Energieverträgen aus der Sicht des Abnehmers
von Dr.-Ing. Klaus Deparade, Gehrden

1. Rechtliche Grundlagen von Energie-Lieferungsverträgen (1,2,3)

1.1 Energiewirtschaftsgesetz (EnWiG)

Gemäß § 6 Abs. 1 EnWiG (Energiewirtschaftsgesetz) besteht für die EVU (Energie-Versorgungs-Unternehmen) die "Allgemeine Anschluß- und Versorgungspflicht" zu Allgemeinen Bedingungen (AVB) und Allgemeinen Tarifpreisen (AT).

Nach § 6 Abs. 2 EnWiG besteht diese Pflicht allerdings nicht, wenn der Anschluß oder die Versorgung dem EVU aus wirtschaftlichen Gründen nicht zugemutet werden kann.

Im Übrigen besteht kein klagbarer Anspruch auf Anschluß und Versorgung zu Bedingungen und Preisen, die für den Abnehmer günstiger sind als AVB und AT (§ 11 der 5. DVO zum EnWiG). Soweit ein solcher klagbarer Anspruch aber nicht besteht - und das ist für den Abschluß von Sonderabnehmer-Verträgen der Fall -, gilt zunächst grundsätzlich das Prinzip der Vertragsfreiheit. Der Grundsatz der Vertragsfreiheit findet sich in seiner allgemeinsten Gestalt in Art. 2 GG (Grundgesetz). Allerdings wird dieses Prinzip durch geltendes Recht in der Form von Preisvorschriften oder abweichenden Anordnungen aufgrund des EnWiG, ganz besonders aber auch durch das Kartellgesetz (GWB), eingeschränkt.

Gemäß Abschn. II, Ziff. 5 der mit Anordnung vom 27.1.42 für verbindlich erklärten AVB werden Nachlässe in keinem Fall gewährt. Sinngemäß sind Sonderregelungen nur außerhalb der AVB über entsprechende besondere Verträge möglich. Der Rahmen der AVB und AT reicht bei Elektrizität normalerweise bis höchstens 100 kW, oft nur bis 25 kW. Die mengenmäßige Grenze liegt meist bei etwa 100.000 kWh/a.

1.2 Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB)

§ 26 Abs. 2 GWB (Kartellgesetz) verbietet marktbeherrschenden Unternehmen (hier also den EVU); ein anderes Unternehmen unmittelbar oder mittelbar unbillig zu behindern oder gegenüber gleichartigen Unternehmen ohne sachlich gerechtfertigten Grund

unmittelbar oder mittelbar unterschiedlich zu behandeln.

Das Kartellgesetz schränkt die Vertragsfreiheit also auch für Nicht-Tarifabnehmer ein, allerdings zum Schutze der Verbraucher.

So, wie besondere Bezugsverhältnisse und dadurch begründete Preisvorteile nicht innerhalb der AVB und AT geregelt werden können, gilt sinngemäß auch für den Bereich der Sonderverträge, daß Abweichungen von den Texten der sog. Norm- bzw. Musterverträge, die für die große Masse der "typischen", miteinander vergleichbaren Sondervertragskunden gelten, nur aus sachlich gerechtfertigtem besonderem Grund möglich bzw. zulässig sind. Die Norm- bzw. Musterverträge haben insoweit Tarifcharakter. Beispiele für "individualisierende" Vertragsbestimmungen (4), die automatisch zu einer Honorierung besonders günstiger Merkmale des Strombezuges führen, sind u. a.: Benutzungsstundenrabatt, NT-Arbeitspreise, Starklastzeitenregelungen, Saisonregelungen, Wochenendschaltungen und Wärmestromvereinbarungen.

Es ist ersichtlich, daß für wirklich individuelle Verträge gewissermaßen eine begründbare und nachweisbare "Ungleichheit" bzw. die fehlende Vergleichbarkeit mit den übrigen Norm- bzw. Mustervertragskunden Voraussetzung ist.

2. Energieverträge - Aufbau, Besonderheiten, Schwerpunkte (1,2,3)

Die wichtigsten Punkte von Energie-Lieferungsverträgen für Sondervertragskunden sind u.a.:

- Art und Umfang der Lieferung (Leistungsbereitstellung)
- Anschlußanlage und Eigentumsverhältnisse (Übergangsstelle)
- Anschlußkosten- (AKB) und Netzkostenbeiträge (NKB)
- Meßeinrichtungen
- Sonderpreisregelungen
- Meß- und Schaltzeiten
- Mindestzahlverpflichtungen
- Preisänderungsklauseln
- Allgemeine Liefervereinbarungen
- Sondervereinbarungen
- Vertragslaufzeit

Besondere Bestimmungen gelten für die Betreiber von Eigenzeugungsanlagen, soweit sie einzelne der folgenden EVU-Dienstleistungen in Anspruch nehmen: Parallelfahren mit dem öffentlichen Netz, Zusatzstrombezug, Vorhaltung von Reserveleistung (für den Fall einer störungs- oder revisionsbedingten Stilllegung der Eigenanlage) und Einspeisung von Überschußstrom in das öffentliche Netz (4). Hier ist in der Zwischenzeit allerdings eine weitgehende vertragliche Gleichstellung mit vergleichbaren Vollstrombeziehern erreicht worden. Insbesondere ist inzwischen auf die lange Zeit heftig umstrittene "Parallelfahrgebühr" verzichtet worden.

Besondere Vereinbarungen empfehlen sich stets für den Fall der erstmaligen Aufnahme eines Energiebezuges und bei einer Steigerung des bisherigen Bezugsumfanges nach Leistung und/oder Arbeit, z. B. bei Betriebserweiterungen oder Produktionsumstellungen.

Aufgrund der Kartellreferentenentschließungen von 1965 und 1967 empfiehlt sich immer ein Vergleich nicht nur der vom liefernden EVU alternativ angebotenen Vertrags- und Preisregelungen untereinander, sondern auch mit den Konditionen des "vorgelagerten" regionalen EVU bzw. dem Vorlieferanten des örtlichen EVU, denn dieses soll seine Kunden nicht zu ungünstigeren Bedingungen und/oder Preisen, als der Vorlieferant selbst sie einräumen würde, versorgen. Darüber hinaus kann auch der Vergleich mit benachbarten EVU nützliche Ansätze für gezielte Preis- und Vertragsverhandlungen über spezielle Sonderregelungen liefern - auch dann, wenn die verglichenen EVU in keiner Lieferbeziehung miteinander stehen sollten.

3. Möglichkeiten individueller Energievertragsgestaltung (2,3)

Unter Berücksichtigung der schon erwähnten Rechtsbestimmungen bestehen individuelle Vertragsvereinbarungen häufig aus gesonderten, vertragsergänzenden Schreiben oder Protokollnotizen. Als im Prinzip sonderregelungsfähige Besonderheiten im Sinne von "unvergleichbaren" Bezugsmerkmalen können beispielhaft aufgeführt werden:

- sehr hoher Nachtverbrauchsanteil
- höhere Leistungsspitzen zu NT- als zu HT-Zeiten
- besonders große Verbrauchsmengen an den Wochenenden
- hohe Sommerverbrauchsanteile/geringe Winterverbrauchsanteile
- die Möglichkeit, zu bestimmten Zeiten (Stark- bzw. Spitzenlastzeiten) die Leistungsbeanspruchung mit Rücksicht auf die Eigen-erzeugung oder den Fremdbezug des EVU einzuschränken (beim Gas sog. "unterbrechbare" Lieferverträge)
- hoher Energieverbrauchsanteil für Prozeßwärme (beim Gasbezug: hoher Kesselgasanteil)
- beim Strom (nur noch in besonderen Ausnahmefällen) guter Leistungsfaktor $\cos \phi$
- Lieferung in Hoch- statt in Mittelspannung (z.B. 110 kV)
- besonders gelagerte Eigentumsverhältnisse (z.B. Schalt- und Umspannanlage bzw. Druckreglerstation im Eigentum des Kunden)
- Eigenerzeugung mit Rücklieferung an das EVU mit zumindest während bestimmter, vertraglich besonders festgelegter Zeiten garantierter Leistung.

Viele der hier angesprochenen Besonderheiten werden allerdings bei den einzelnen EVU in den Verträgen bereits über die schon erwähnten "individualisierenden" Vertragsmerkmale (4) automatisch berücksichtigt, so z.B. durch die üblichen NT-, Saison-, Wochenend- und Starklastzeitenregelungen.

4. Ansatzpunkte für Kostensenkung durch optimale Vertragsgestaltung und Ausschöpfung tariflich-vertraglicher Möglichkeiten

Im Hinblick auf die übrigen Vorträge dieser Fachtagung soll hier bewußt nicht auf die Vielzahl der betrieblich-technischen Möglichkeiten der Energieeinsparung und der Energiekostensenkung durch sparsame und rationelle Energieverwendung (1,5), sondern nur auf die sich unmittelbar aus den Besonderheiten des Vertrages und der Preisregelungen ergebenden tariflich-vertraglichen Möglichkeiten eingegangen werden.

Der wohl wichtigste Punkt muß schon lange vor der erstmaligen Aufnahme des Energiebezuges (aber auch vor allen späteren Erweiterungen!) präzise geklärt werden, nämlich die Frage der richtigen Leistungsbereitstellung, abgestimmt auf die später

effektiv zu erwartende tatsächliche Leistungsbeanspruchung. Leider werden hier immer noch sehr häufig Fehler gemacht, indem überhaupt kein oder aber ein viel zu hoher Gleichzeitigkeitsgrad g eingesetzt wird (1,2,3). Dies führt dann nicht nur zur Anforderung einer zu hohen Leistungsbereitstellung beim EVU mit der Folge unnötig hoher Anschluß- und Netzkostenbeitragsforderungen, sondern in der Regel auch zu einer Überdimensionierung der betrieblichen Versorgungseinrichtungen, insbesondere der Umspann- bzw. Druckreglerstation und der Unterverteilungen. Darüber hinaus wird dadurch die Gefahr der Unterschreitung einer vertraglichen Mindestzahlverpflichtung (für Leistung und/oder Arbeit) akut, denn meist ist sie über einen bestimmten Faktor oder Prozentsatz direkt an die vertraglich bereitgestellte Leistung gekoppelt. Der Verbraucher könnte dann später zur Zahlung von Leistung und/oder Arbeit gezwungen sein, die von ihm in Wirklichkeit gar nicht beansprucht werden. Die Schätzung des späteren Leistungsbedarfs sollte daher stets so früh und so sorgfältig wie möglich erfolgen, vor allem unter Ansatz eines realistischen Gleichzeitigkeitsgrades unter Berücksichtigung vorliegender Erfahrungswerte. Fehler, die hier gemacht werden, lassen sich in der Regel später nicht mehr oder doch nur mit erheblichen zusätzlichen Kosten rückgängig machen. Mitunter ziehen sie sogar noch unangenehme und unnötige Folgekosten nach sich.

Auch im bereits lfd. Betrieb kommt der Frage der Leistungsbeanspruchung ein besonderer Aufmerksamkeitswert zu, weil es eine Reihe von organisatorischen und technischen Möglichkeiten gibt (Leistungssteuerung, Maximumüberwachung, Höchstlastoptimierung), mit deren Hilfe die bisherige Verrechnungsleistung nicht selten spürbar verringert werden kann (1,5). Auch dies bedarf einer besonders sorgfältigen Prüfung - jedenfalls ist es mit dem Einbau eines Leistungsspitzenwächters allein nicht getan. Vielmehr müssen zunächst alle Verbraucher, die ein gewisses "Pufferverhalten" aufweisen, lückenlos erfaßt und nach Größe, Prioritäten und maximal möglicher Abschaltdauer geordnet werden (6). Bei den heutigen Leistungspreisen sind die möglichen Einsparungen auch bei relativ geringen Leistungsabsenkungsmöglichkeiten schon durchaus beachtlich, so daß sich der Einsatz technischer Hilfsmittel in der Regel rasch amortisiert. Oft können durch

Leistungssteuerung nicht nur Leistungskosten, sondern - über die Verbesserung des Benutzungsdauerrabattes - auch die Arbeits- bzw. Gesamtstrombezugskosten gesenkt werden.

Schließlich ist speziell für den Verbrauch elektrischer Energie noch eine ausreichende Kompensation des Blindstroms mit Hilfe von Kondensatoren anzusprechen. Hier reichen die Möglichkeiten von der Einzel- über die Gruppen- bis zur Zentralkompensation. Einsparungen können entweder direkt durch Vermeidung unnötiger Blindstromkosten (bei Abrechnung nach kvarh) oder indirekt über eine entsprechende Verringerung der Scheinleistungskosten (bei Abrechnung nach der Scheinleistung in kVA) bewirkt werden (1,5,7).

Literatur

- 1) Energietips für Einkauf und Betrieb, Broschüre des VEA, Hannover, 1978.
- 2) Energiekosten senken!, Betriebshandbuch, Technischer Verlag Resch KG, Gräfelfing/München, 1977, hier: Bischoff, Stromlieferungsverträge und Sonderpreisregelungen.
- 3) Deparade, Stromeinkaufsvorteile nutzen, etz-b 6/1978.
- 4) Budde, Das Angebot der Elektrizitätsversorgungsunternehmen für industrielle Sonderabnehmer, Haus der Technik, Vortragsveröffentlichung 267, Essen, 1971.
- 5) Deparade, Energie sparen - Kosten senken, etz-b 1/1978.
- 6) Wie (2), hier: Koehler/Schatz, Energiekostensenkung durch Maximumüberwachung und Höchstlastoptimierung.
- 7) Wie (2), hier: Pfaff, Stromkostensenkung durch Blindstromkompensation.

Adresse des Verfassers

Dr.-Ing. Klaus Deparade, Waldstraße 19, 3007 Gehrden 5

Kälteanlagen -

Arbeitsprinzipien, Konstruktion und Installation

von H. Loewer, Hamburg/Karlsruhe

1. Verfahren der Kälteerzeugung

Die Kälteerzeugung hat die Aufgabe, eine niedrigere Temperatur als die Umgebungstemperatur unter Zuführung von Energie herzustellen. Die Kälteerzeugung dient somit zur Abkühlung (Wärmeentzug) eines Stoffes unter Anwendung chemischer und physikalischer Vorgänge.

Bei der Kaltdampfmaschine (Bild 1), der gebräuchlichsten Kältemaschinenbauart, wird die beim Übergang vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand bei niedrigen Temperaturen benötigte Verdampfungsenthalpie eines verflüssigten Gases (Kältemittel) zur Kälteerzeugung ausgenutzt. Der Kältemitteldampf wird anschließend auf einen höheren Druck verdichtet und dann unter Abführung der Verflüssigungswärme an die Umgebung (Luft, Kühlwasser) verflüssigt.

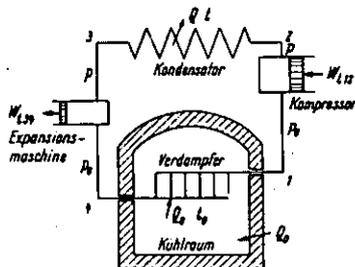


Bild 1. Schema einer Kompressor-Kältemaschinenanlage (nach dem Carnot-Prozess arbeitend)

Die Arbeitsstoffe einer Kältemaschine, durch deren Zustandsänderung die Kälte erzeugt wird, werden als Kältemittel bezeichnet. Die in der Praxis verwendeten Kältemittel lassen sich einteilen in die Gruppen der anorganischen Verbindungen, der Kohlenwasserstoffe und der halogenierten Kohlenwasserstoffe (FKW-Kältemittel).

2. Bauarten von Kältemaschinen

Mögliche Kältemaschinen-Bauarten sind Kompressions-, Absorptions- und Dampfstrahl-Kältemaschinen.

2.1 Kompressionskältemaschinen

Kompressionskältemaschinen mit Kolben- oder mit Turbokompressoren arbeiten im wesentlichen mit elektrischem Strom als Antriebsenergie. Turbokompressoren können auch mit Gas- oder Dampfturbinen angetrieben werden. Gasmotoren sind auch zum Antrieb von Kolbenkompressoren geeignet.

Bei offenen Kolbenverdichtern ist die Kurbelwelle aus dem Gehäuse herausgeführt. Dadurch ist der Verdichter für eine Vielzahl von Antriebsmöglichkeiten geeignet mit der Möglichkeit, die jeweils billigste Energieart zum Antrieb zu verwenden. - Zu den hermetischen Kolbenverdichtern gehören halbhermetische und vollhermetische Verdichter. Motor und Verdichter sind bei halbhermetischer Bauweise in einem Gehäuse untergebracht. Die Zylinderköpfe, Gehäuse- und Lagerdeckel können für Reparaturzwecke abgenommen werden. Der vollhermetische Verdichter (Kapselverdichter) ist in einem geschweißten und versiegelten Gehäuse untergebracht, das nicht geöffnet werden kann. Reparaturen sind also nicht möglich. Gewöhnlich werden diese Verdichter stehend gebaut, d.h. die Kurbelwelle steht senkrecht.

Als Kaltwassersätze (Flüssigkeitskühler) werden kompakte Kältemaschinenaggregate mit Kolbenverdichtern eingesetzt, bei denen Kompressor, Kondensator und Verdampfer zu einer Baueinheit zusammengefaßt sind. Während der Kondensator durch Kühlwasser gekühlt wird, wird im Verdampfer Kaltwasser abgekühlt von etwa 12 auf 6 °C. Der Kaltwassersatz wird komplett vom Hersteller kältemittelseitig zusammengefügt. Auf der Montagestelle müssen lediglich Elektro- und Wasseranschlüsse durchgeführt werden. Dabei lassen sich durch Einsatz mehrerer parallel geschalteter Kompressoren leicht Leistungsstufen schalten, die zu einer guten Anpassung der angebotenen Kälteleistung an den jeweils vorhandenen Bedarf führen (Bild 2).

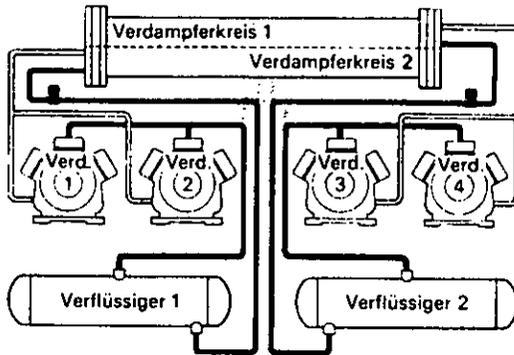


Bild 2. Mögliche Schaltung der Kältemittelkreisläufe bei Flüssigkeitskühlern

Turboverdichter sind Strömungsmaschinen, bei denen dem angesaugten Gas zunächst keine Druckenergie, sondern Geschwindigkeitsenergie zugeführt wird, die anschließend in Druckenergie umgewandelt wird. Turbokältemaschinen werden eingesetzt für mittlere und große Kälteleistungen (200 kW bis 35 MW) sowohl in der Klimatechnik als auch zur Erzeugung tiefer Temperaturen in ein- und mehrstufiger, kompakter Bauweise (Bild 3).

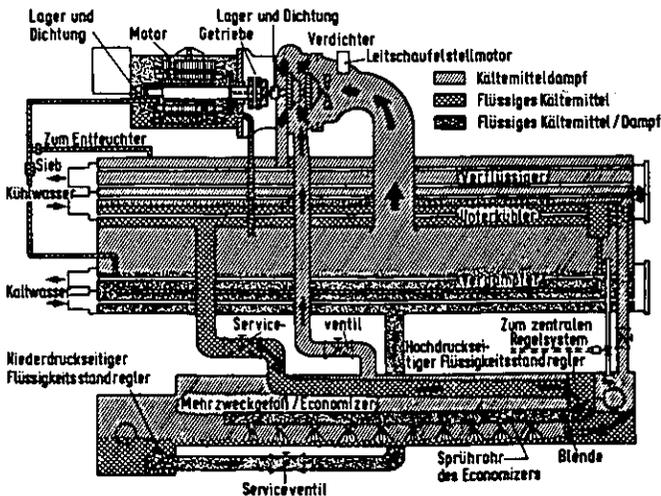


Bild 3. Schema einer Turbo-Kältemaschine

2.2 Absorptionskältemaschinen

Bei der mit Wärmeenergie angetriebenen Absorptionskältemaschine wird der mechanische Kompressor durch einen thermischen ersetzt. Alle übrigen Teile der Kältemaschinenanlage, wie Kondensator, Regelventil und Verdampfer, bleiben in der Form wie bei einer Kompressions-Kältemaschine bestehen (Bild 4).

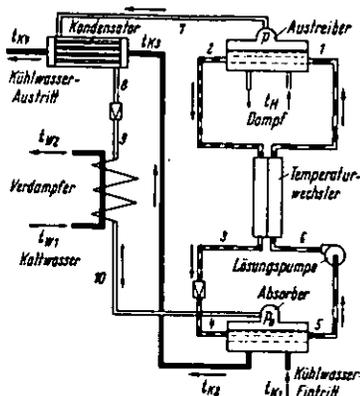


Bild 4. Schaltschema der Absorptionskältemaschine.

Die beiden in Absorptionskältemaschinen am meisten verwendeten Stoffpaare sind Ammoniak als Kältemittel mit der wässrigen NH_3 -Lösung als Absorptionsmittel oder Wasser als Kältemittel mit wässriger LiBr-Lösung als Absorptionsmittel. Dabei wird bei der Anwendung in der Klimatechnik mit Verdampfungstemperaturen oberhalb 0°C vorwiegend das Stoffpaar Wasser/LiBr-Lösung eingesetzt.

Wegen der Besonderheit des Absorptionsmaschinenprozesses ist der Energieverbrauch bei diesem Verfahren relativ höher als bei der Kompressionskältemaschine: Die im Austreiber einer Absorptionskältemaschine zugeführte Wärmeenergie ist gegenüber einer Kompressionskältemaschine gleicher Kälteleistung um etwa den Betrag größer, der wegen des exothermen Absorptionsvorganges im Absorber frei wird und damit auch das Kühlmittel zusätzlich belastet.

Die zweistufige Absorptionskältemaschine stellt eine weitere Möglichkeit der Energieeinsparung dar. Wesentliches Kennzeichen dieser zweistufigen Konstruktion ist der Effekt, daß der in der ersten Austreiber-Stufe ausgetriebene Wasserdampf als Heizmittel für eine zweite Austreiberstufe dient und dabei kondensiert. Die hierbei freiwerdende Kondensationswärme dient als Antriebsenergie. Zur Beheizung der ersten Stufe ist allerdings ein Betriebsdampfdruck von 8 bis 10 bar, entsprechend einer Temperatur von 170 bis 180 °C erforderlich.

2.3 Dampfstrahl-Kältemaschinen

Dampfstrahlkältemaschinen sind Vakuumkühlanlagen, bei denen der Druck ganz oder teilweise mittels Dampfstrahlbrüdenverdichter erniedrigt wird (Bild 6). Der Dampfstrahlapparat übernimmt somit die Funktion des mechanischen Kompressors einer Kompressionskältemaschine. Als Kältemittel wird Wasser verwendet.

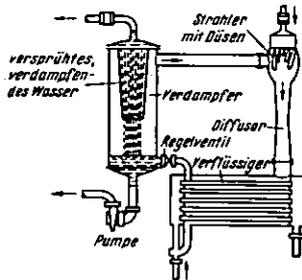


Bild 6. Funktionschema der Dampfstrahl-Kältemaschine

Vorteile: Die Strahlmaschine ist einfach im Aufbau, besitzt keine bewegten Teile (wie die Kompressionsmaschine), bietet keine Korrosionsgefahren (wie die Absorptionsmaschine) und arbeitet außerordentlich betriebssicher und zuverlässig. Sie ist zwar grundsätzlich für die Kälteerzeugung bei Klimaanlage gut geeignet, konnte bislang jedoch wegen ihres großen Platzbedarfs und des relativ hohen Kühlwasser- und Dampfverbrauchs mit den bereits beschriebenen Kälteerzeugungsverfahren nur schwer konkurrieren.

3. Kondensator-Kühlung

Das verwendete Kondensator-Kühlmittel bzw. das Kondensationsverfahren haben einen wesentlichen Einfluß auf die Kondensationstemperatur (Tabelle 1) und damit auf den wirtschaftlichen Betrieb einer Kältemaschine. Dabei ist bemerkenswert, daß der Bereich der Kondensationstemperaturen von etwa 27 °C (bei Stadt-wasser mit 10 °C) bis zu 46 °C (bei Luft mit 32 °C) reicht.

Tab. 1. Einfluß des Kühlmittels auf die Kondensationstemperatur

Kühl-mittel	Eintritts-temperatur °C	Temperatur-anstieg K	Austritts-temperatur °C	Austritts-differenz K	Kondens.-temperatur °C
Stadt-wasser	10	11	21	6	27
	15	11	26	6	32
Kühlturm $t_{pk} = 22$ °C	27	6	33	6	39
Luft $t_L = 32$ °C	32	7	39	7	46

In Tabelle 2 sind Kälteleistung und Leistungsaufnahme des Kompressors bei verschiedenen Kondensationstemperaturen für eine bestimmte Kompressor-Bauart gegenübergestellt. Bei steigender Kondensationstemperatur und somit steigendem Kondensationsdruck nimmt die Kälteleistung ab und die Leistungsaufnahme zu.

Tab. 2. Einfluß der Kondensationstemperatur auf Kälteleistung und Leistungsaufnahme des Kompressors (Kältemittel: R 12)

Kondensations-temperatur °C	Kälteleistung		Leistungs-aufnahme kW	spez. Leistungs-aufnahme	
	kW	%		kW/kW	%
30	108	100	16,0	0,15	100
35	102	95	17,4	0,17	113
40	97	90	19,1	0,20	133
45	89	83	20,5	0,23	153
50	83	77	21,5	0,26	173
55	76	71	22,8	0,30	200
60	70	65	24,3	0,35	233

Die Verschmutzung und Verkalkung der Wärmetauscher beeinflusst den wirtschaftlichen Betrieb einer Kältemaschine ebenfalls erheblich. Diese Verschmutzung trägt nicht nur zur Verschlechterung des Wärmeübergangs bei, sondern erhöht auch den Durchflußwiderstand des Wassers. Dies wiederum wirkt sich recht nachteilig auf die Leistung des Kondensators und somit der gesamten Anlage aus. Schmutzablagerungen auf luftgekühlten Kondensatoren reduzieren den Luftdurchsatz, so daß die Kondensationstemperatur und damit der Verbrauch an Antriebsenergie der Kältemaschine ansteigen kann. Das gleiche gilt grundsätzlich auch für die Verdampferseite.

Die Kühlwasser-Rückkühlung stellt bekanntlich ein Mittel zur Wassereinsparung bei wassergekühlten Kältemaschinen-Kondensatoren dar. Dabei lassen sich durch verschiedene, den Außentemperaturen angepaßte Betriebsweisen des Rückkühlwerks erhebliche Antriebsenergien für den Rückkühlwerksbetrieb einsparen. Der Zusatzwasser-Verbrauch beeinflusst die Wirtschaftlichkeit des Rückkühlwerksbetriebs ebenfalls. Dabei ist eine möglichst genaue Berechnung und Einstellung des notwendigen Frischwasser-Zusatzstromes und des entsprechenden Abschlämm-Wasserstromes wichtig.

4. Normen und Vorschriften

- DIN 8960 Kältemittel; Anforderungen
- DIN 8962 Kältemittel; Begriffe Kurzzeichen
- DIN 8975 Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze für Bau, Ausrüstung und Aufstellung (Norm in mehreren Teilen, teilweise in Neubearbeitung)
- VBG 20 Unfallverhütungsvorschriften "Kälteanlagen"

Dr.-Ing. Harald Loewer

Professor an der Universität Hamburg

Von-Melle-Park 8

2000 Hamburg 13

Reinhold-Schneider-Str. 135

7500 Karlsruhe 51

Kälte im Krankenhaus

Medizinischer Bereich - Küchenbereich - Klimabereich

von H. Wadzinski, Heidelberg

1. Einleitung

Kälteanlagen werden im Krankenhaus zum Kühlen im medizinischen Bereich, dem Versorgungsbereich und für Klimaanlage verwendet.

In den letzten Jahren wird immer häufiger die Abwärme von Kälteanlagen zum Heizen und zur Warmwasserbereitung benutzt. Da im Krankenhaus nahezu immer gleichzeitig Wärme- und Kältebedarf besteht, lassen sich durch Wärmepumpenschaltung der Kälteanlagen interessante wirtschaftliche Effekte erzielen.

2. Kälte im medizinischen Bereich

Im medizinischen Bereich werden vornehmlich kleine Leistungen benötigt. Es kommen kleine hermetische Anlagen nach dem Kältdampfkompansions-Prinzip, Peltier-Geräte und flüssige Gase zur Anwendung.

Die hier verwendeten Geräte müssen gut gereinigt werden können und über eine hohe Betriebssicherheit verfügen.

2.1 Kühlchränke für Blutkonserven

Blutkonserven werden nach Blutgruppen geordnet, auf drehbaren Fächern bei einer Temperatur von $\pm 4^{\circ}\text{C}$ bis zu 21 Tagen gelagert.

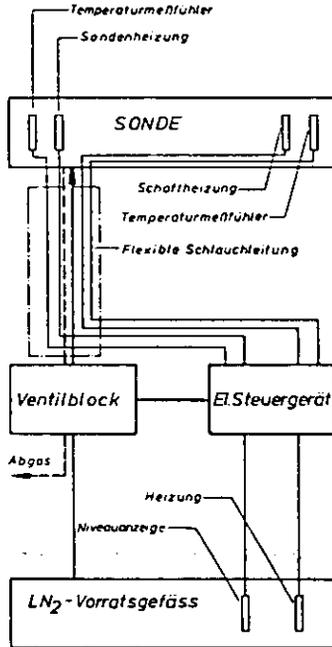
2.2 Gefrierschränke für Blutplasma, Impfstoffe, Seren, Gewebeproben etc.

Es werden Gefriertruhen in Sonderausführung verwendet, in denen das Gut zwischen -25° und -35°C gelagert werden kann.

2.3 Kryo-Chirurgie

Unter dem Begriff Kryo-Chirurgie versteht man die gezielte, umschriebene Gewebeerstörung (Kryo-Nekrose) durch Einfrieren unter Anwendung tiefer oder extrem tiefer Temperaturen. Es werden Temperaturen zwischen -80°C und -196°C verwendet. Zur Anwendung kommen Kältemittel wie CO_2 , N_2O , CF_3Cl oder CF_2Cl , die bei Raumtemperatur und Drücken von ca. 60 bar flüssig aufbewahrt werden.

Zur Erzeugung von Temperaturen bis -160°C wird flüssiger Stickstoff als Kältemittel verwendet. Flüssiger Stickstoff wird in Vorratsgefäßen gelagert. Der Inhalt reicht für 15 bis 20 Kryo-Operationen unterhalb -160°C aus.



Blockschaltbild eines kryochirurgischen Steuergerätes

Die Anwendungsgebiete sind: Linsenextraktion beim Katarakt sowie bei Eingriffen im Bereich der Neuro-Chirurgie, der Dermatologie, Urologie sowie in der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde.

2.4 Pathologie

In der Pathologie werden Kälteanlagen zur Kühlung von Leichen-Kühlzellen bei Temperaturen von $2-4^{\circ}\text{C}$ angewandt.

Zur längeren Aufbewahrung werden Leichen oder Leichenteile bei -30°C eingefroren.

Gekühlt werden ferner Sezierräume und Seziertische.

3. Versorgungsbereich

Der Versorgungsbereich von Krankenhäusern umfaßt unter anderem auch den Bereich der Küche, welcher über umfangreiche kältetechnische Einrichtungen verfügt.

Im Versorgungsbereich des Krankenhauses wird für Patienten, Personal, häufig auch für Besucher oder Studenten gekocht.

Die Kälteanlagen für den Küchenbereich werden benötigt für:

- 1) Lagerung frischer Lebensmittel
- 2) Gefrieren von Lebensmitteln und Speisen
- 3) Lagerung gefrorener Lebensmittel und Speisen

3.1 Lagerung frischer Lebensmittel

Grundnahrungsmittel werden bei den folgenden Bedingungen gelagert:

Ware	Lagerungs- Temperatur °C	relative Luft- feuchtigkeit %	Lagerungszeit
Fleisch frisch	-2/+1	80/85	2 Wochen
Wurst gekocht	+1/+3	80/85	2 Wochen
Fisch im Eis	0/+1	100	5-10 Tage
Milch	0/+2	80/85	bis 5 Tage
Eier	-1/0	85/90	6-7 Mon.
Butter/Margarine	0/+2	75/85	2-3 Wochen
Gemüse	0/+5	85/90	2-3 Wochen
Kartoffeln	+4/+5	85/90	2-3 Wochen

Lagerungsbedingungen frischer Lebensmittel

Die Lagerung erfolgt in Kühlräumen fester Bauart oder in transportablen Zellen. Abhängig von der Lagertemperatur werden die Kühlräume mit einer 8 bis 24 cm starken Isolierung versehen. Als Isolierung werden künstlich hergestellte Isolierstoffe - wie Styropor oder Polyuretanschäume verwendet. Bei stationären Zellen werden häufig noch die seit langem bewährten expandierten Korkplatten benutzt. Es ist unerlässlich, eine Diffusions-Sperrschicht zu verwenden, welche ein Durchnässen der Isolierschicht und damit eine Verschlechterung der Wärmedurchgangszahl verhindert. Die Innenwände werden mit Fliesen oder bei Räumen hoher Temperatur mit einem hygienischen Anstrich versehen. Die Türen von Kühlräumen sind isoliert und von Hand

oder automatisch, aber stets auch von innen zu öffnen.

Die Kühleinrichtung besteht aus:

Verdampfer -

Ein aus Kupferrohr und Aluminium-Lamellen bestehender Apparat, welcher meistens zwangsbelüftet mittels kalter Luft die Ware kühlt. Im Innern des Verdampfers verdampft ein Kältemittel, welches der im Kühlraum befindlichen Ware Wärme entzieht. Als Kältemittel werden R12, R22 oder R 502 verwendet.

Verdichtersatz -

besteht aus einem Verdichter in hermetischer oder halbhermetischer Bauweise, welcher einzeln oder in Gruppen zusammengefaßt auf einem Gestell aufgebaut ist. Der Verdichtersatz kann in der Nähe des Kühlraumes oder auch in einer Entfernung häufig von 50 Meter und mehr vom Kühlraum entfernt sein. Der zum Verdichtersatz dazugehörige Verflüssiger kann luft- oder wassergekühlt sein.

Werden mehrere Kälteverdichter an einen luftgekühlten Verflüssiger angeschlossen, so wird in der Regel darauf geachtet, daß jeder Verdichter einen separaten Kältekreislauf behält. Man spricht von Mehrkreis-Verflüssigern.

In letzter Zeit wird - kleinere Einzelkühlräume ausgenommen - wassergekühlten Verflüssigern der Vorzug gegeben, weil das den Verflüssiger kühlende Wasser zu Gebrauchszwecken, z.B. zur Brauchwasser-Erwärmung genutzt werden kann.

Abrauvorrichtung -

Die Kühlanlagen arbeiten mit günstigstem Wirkungsgrad nur dann, wenn die Wärmeaustauschflächen des Verdampfers sauber - und ohne Reif - bzw. Eisansatz sind.

Bei Raumtemperaturen oberhalb von 10°C wird durch Abschalten des Verdichtersatzes und weiteres Betreiben des Ventilators abgetaut.

Bei Temperaturen im Kühlraum um $\pm 0^{\circ}\text{C}$ und darunter wird durch Beheizen des Wärmeaustauscherpaketes des Verdampfers mittels elektrischer Heizstäbe abgetaut. Der Abtauvorgang wird in der Regel durch eine Zeituhr eingeleitet. Wirtschaftlich kann abgetaut werden, wenn das Ende des Abtauvorgans abhängig von der Oberflächentemperatur des Wärmetauschers gesteuert wird. Eine abhängig vom Abtauthermosstat des Verdampfers arbeitende Sicherheitseinrichtung verhindert ein Überhitzen des Verdampfers und bewahrt vor Schäden an der Isolierung.

Der Verdampfer muß über einen Tauwasserablauf verfügen, welcher in Räumen mit tiefen Temperaturen beheizt sein muß.

Die Wirtschaftlichkeit des Abtauvorgangs kann weiter verbessert werden, wenn durch Anwenden von Wärmepumpenschaltungen der Abtauvorgang durch Einblasen heißen Kältemitteldampfes in den Wärmetauscher durchgeführt wird. Das Einleiten des Abtauvorgangs kann mittels elektrischer Uhren oder

in Abhängigkeit von der Erhöhung des luftseitigen Druckverlustes des Verdampfers eingeleitet werden.

Kühlräume können einzeln oder auch in Gruppen an eine Kälteanlage angeschlossen werden. Es ist möglich, zwei Räume mit unterschiedlichen Temperaturen mit Hilfe des Einsatzes geeigneter Regelgeräte zu fahren.

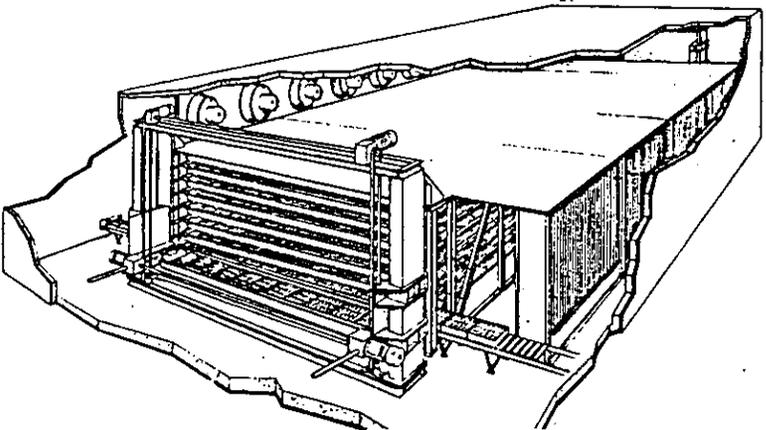
3.2 Gefrieren sowie Lagern von Lebensmitteln und Speisen

Gefrierverfahren sind als Konservierungsart für Kältemittel seit ca. 40 Jahren bekannt. Von 1961 bis 1972 hat sich der Pro-Kopf-Verbrauch an Tiefkühlprodukten vervierfacht. Die Verwendung tiefgefrorener Lebensmittel erlaubt die Nutzung saisonbedingter Einkaufsvorteile und ist infolge der Möglichkeit der Verwendung im Ausland erzeugter Lebensmittel ein wichtiger Faktor der Weltwirtschaft geworden.

Gefroren werden können alle gebräuchlichen Grundnahrungsmittel. Die Gefriertemperaturen bewegen sich im Bereich von -20° bis -40°C , abhängig von der Art des zu gefrierenden Gutes.

Als Gefriereinrichtungen werden in kleineren Betrieben Gefrierschränke oder Truhen verwendet. In mittleren und großen Betrieben werden Gefrierräume gebraucht. Es handelt sich dabei um Räume, welche im wesentlichen in ihrem Aufbau normalen Kühlräumen entsprechen, jedoch über eine Isolierung geeigneter Stärke und häufig über einen Vorraum (Schleuse) mit einer höheren Temperatur verfügen.

In größeren Betrieben werden zum Gefrieren von Lebensmitteln im Luftstrom Spezialeinrichtungen, wie Tunnels für Hordenwagen oder Gleitbahnfroster, verwendet.



Gleitbahn-Luftfroster

Bekannt sind darüberhinaus Kontaktfroster, in welchen das zu gefrierende Gut in Schalen untergebracht wird, welche von verdampfendem Kältemittel umspült sind. Während Hordenwagen diskontinuierlich arbeiten, können Gleitbahn-Gefriertunnel und Kontaktfroster auch kontinuierlich betrieben werden.

Insbesondere hat das Gefrieren von fertigen Speisen in Küchen von Krankenhäusern an Bedeutung gewonnen. Beigetragen haben dazu unter anderem folgende Vorteile:

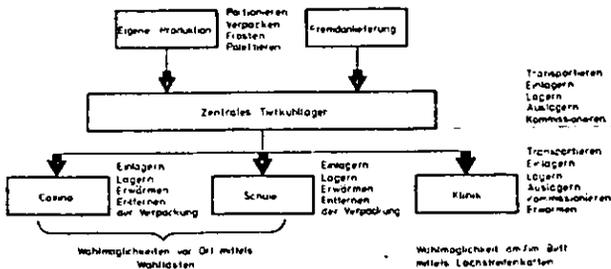
- der Patient kann täglich aus einer wechselnden Speisekarte wählen
- in der Speisenzubereitung können ein Acht-Stunden-Tag und die Fünf-Tage-Woche eingeführt werden
- das Pflegepersonal kann durch zentrale Portionierung der tischfertigen Gerichte entlastet werden:

Speisen können in wirtschaftlichen Stückzahlen produziert werden:

durch saisonbedingte Fertigungsmöglichkeiten können Preisvorteile erzielt werden

- manuelle Tätigkeiten im kalten Bereich können vermieden werden

Für das Versorgungszentrum der Universitätskliniken in Köln ist bereits bei der Vorplanung des Zentralbaues eine Speisenversorgung mit Tiefkühlkost untersucht und in die Gesamtorganisation eingegliedert worden. 2100 Patienten und 3700 Angestellte haben die tägliche Wahl zwischen 5 Menüs für Vollkost und 3 Menüs für 16 Diäten, die täglich in der jeweiligen Menge vom Tiefkühlager abgerufen werden. Der Patient braucht bei einem durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt von 21 Tagen nicht zweimal das gleiche Menü zu wählen.



Die Lagerung gefrorener Lebensmittel oder fertiger Speisen kann in Truhen, Schränken, Räumen oder automatischen Regallagern vorgenommen werden. Die Lagertemperatur richtet sich nach der Art der Ware.

Ware	Lagerungs- Temperatur °C	relative Luft- feuchtigkeit %	Lagerungs- zeit
Fleisch/Geflügel	-18/-23	95-100	6-8 Mon.
Wild	-12	85	bis 3 Mon.
Fisch	-25	--	6-8 Mon.
Backwaren	-20	--	1 Woche
Fruchtsäfte	-23/-20	--	bis 12 Mon.
Eiskrem	-26/-23	--	bis 12 Mon.

Lagerungsbedingungen gefrorener Lebensmittel

Im Menü-Lager des Versorgungszentrums der Universitätsklinik in Köln werden die Speisen im Regallager mittels Lochkarten abgerufen, automatisch transportiert, tablettiert und über die AWT-Anlage zur Stationsküche zum Aufwärmen befördert. Während für die Versorgung der Patienten mit Einzelportionen gearbeitet wird, verläuft die Versorgung des Personals mit Hilfe von 25 Portionen umfassenden Großschalen.

Zur Kühlung solcher Tunnel werden in der Regel zweistufige Anlagen mit Kolben- oder Schraubenverdichtern unter Verwendung des Kältemittels R22 verwendet. Ist das Versorgungszentrum vom Klinikbau getrennt, so ist auch die Verwendung des bewährten, billigen und wirtschaftlichen Ammoniak möglich.

In der Kältetechnik bekannt sind über die Methode des Gefrierens im Luftstrom hinaus zahlreiche andere Verfahren, z.B. das Gefrieren in kalten Flüssigkeiten oder Kältemitteln. In Krankenhaus-Küchen haben diese Verfahren, welche zum Gefrieren von großen Mengen spezieller Güter verwendet werden, bislang keine Anwendung gefunden.

3.3 Sonstige Bereiche

3.3.1 Essensausgabe

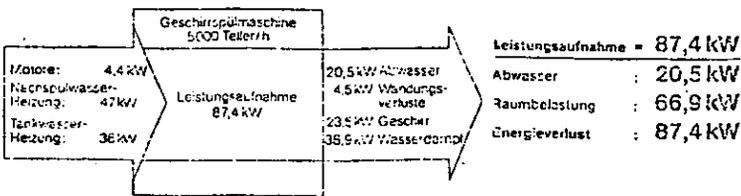
In Cafeterias für Personal, Studenten oder Gäste wird neben warmen Speisen häufig ein reichhaltiges Angebot an kalten Gerichten, Platten, Salaten und ähnlichem dargeboten. Genutzt werden hierzu die in der Gastronomie bekannten offenen oder verglasten bzw. teilverglasten Kühlmöbel. Die Kühlung solcher Möbel erfolgt mit Einzelgeräten oder zentral durch Anschluß an einen gemeinsamen, größeren Kältesatz. Die Verwendung wassergekühlter Sätze wird mit Hinblick auf die dabei mögliche Wärmerückgewinnung durch Anwendung von Wärmepumpenschaltungen immer häufiger praktiziert.

Kalte Getränke werden mit Hilfe der aus der Gastronomie bekann-

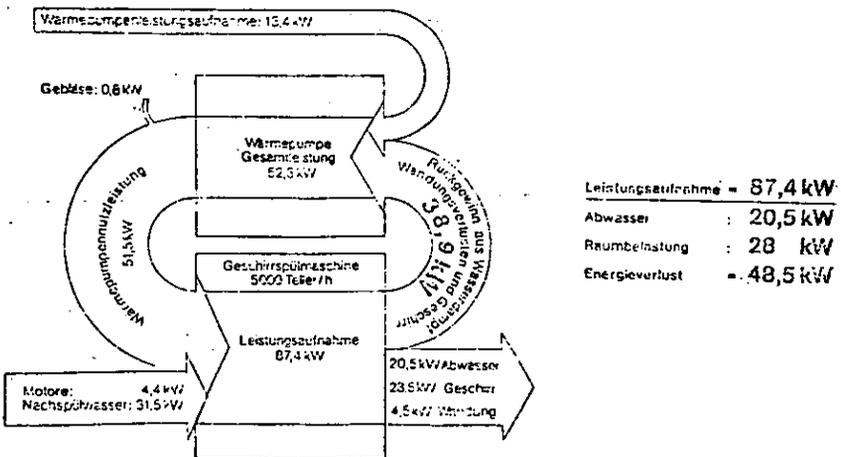
ten Geräte kühl serviert. Hier werden in der Regel Einzelgeräte mit gekapselten, hermetischen Motorverdichtern verwendet.

3.3.2 Geschirrspül-Automaten

Bei der Geschirrspülung fallen große Mengen heißen, schmutzigen Wassers sowie warme Wrasen an. Sowohl Wasser als auch Wrasen können mittels einer Wärmepumpe zur Vorwärmung des die Geschirrspülautomaten speisenden Wassers benutzt werden. Die den Wrasen und dem warmen Schmutzwasser entzogene Wärme wird im Verflüssiger der Wärmepumpe dem die Geschirrspülmaschine speisenden Wasser abgegeben. Dieses wird dabei erwärmt.



Energiebilanz einer Geschirrspülmaschine ohne Wärmepumpe



Energiebilanz einer Geschirrspülmaschine mit Wärmepumpe

Die Anwendung von Wärmepumpenschaltungen ähnlicher Art ist gleichfalls in Wäschereien denkbar.

4. Klima-Anlagen

Klimatisiert werden in Neubauten von Krankenhäusern in der Regel heute die Bereiche für Untersuchung, Behandlung und gegebenenfalls Forschung.

Die Betten-Bereiche werden in den letzten Jahren aus Kostengründen mit Ausnahme der Intensiv-Pflege meistens nicht klimatisiert.

Am häufigsten werden zur Klimatisierung zentrale Klima-Geräte verwendet. Ein Bestandteil solcher Klimageräte ist immer ein Kühler, welcher zur Entfeuchtung der Luft während des Prozesses der Aufbereitung notwendig ist. Die Kühler zentraler Lüftungsgeräte werden meistens mit kaltem Wasser von 6°C gespeist. Die Erwärmung beträgt in der Regel 4 bis 6 K.

Bei der Sanierung alter Häuser oder in besonderen Fällen von Neubauten werden dezentrale Geräte mit direkter Verdampfung angewandt, sofern sie für reinen Frischluftbetrieb geeignet sind. Einen speziellen Bereich des Krankenhauses bildet die EDV-Abteilung. Für die dort benutzten Geräte gelten die für EDV-Anlagen allgemein gültigen Regeln.

4.1 Zentrale Kaltwasser-Versorgung

4.1.1 Kolben-, Schrauben- und Turbo-Kaltwassersätze

Zur Erzeugung von kaltem Wasser werden abhängig vom Leistungsbereich Kaltwassersätze verschiedener Bauarten verwendet. Kolben-Kaltwassersätze sind mit hermetischen oder halbhermetischen Verdichtern ausgestattet. Sie verwenden meistens das Kältemittel R 22 und sind werkseitig fertig montiert zur Installation vorgesehen. Lediglich Wasser- und Stromanschlüsse müssen vorgenommen werden.

Mit Hinblick auf die im Krankenhaus erforderliche hohe Betriebssicherheit sollte auch bereits bei kleineren Leistungen Zwei- oder Mehrkreisausführungen der Vorzug gegeben werden. Unter einem Zwei- oder Mehrkreisaltwassersatz versteht man einen Satz, der aus mehreren voneinander unabhängigen, auf den Kaltwasserteil parallel geschalteten Kältekreisläufen besteht. Nachdem bei Kolbenkaltwassersätzen die Leistungsregelung in der Regel bis 25 % geführt werden kann, kann bei Mehrkreisätzen die Leistungsregelung durch Abschalten einzelner Kreisläufe verfeinert werden. Bei Ausfall oder Störung eines Kältemittelkreises muß ein Eingriff in diesen möglich sein, ohne den Betrieb der verbliebenen Kältemittelkreise zu beeinträchtigen. Voraussetzung dafür sind gleichfalls getrennte voneinander unabhängige elektrische Schalt- und Regelkreise.

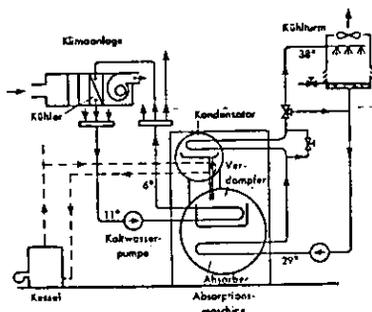
Schraubenverdichter-Kaltwassersätze können günstig im Leistungsbereich zwischen Kolben-Kaltwassersätzen und Turbo-Kaltwassersätzen verwendet werden. Sie zeichnen sich bei modernen halbhermetischen Konstruktionen durch hohe Laufruhe und eine aus-

gezeichnete Regelmöglichkeit stufenlos von 100 bis 0% aus. Schrauben-Verdichtersätze verwenden am häufigsten das Kältemittel R 12.

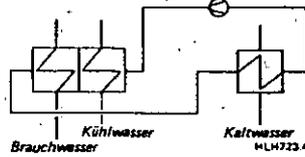
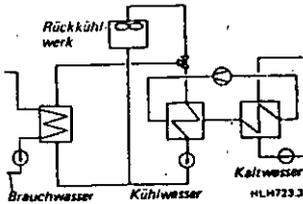
Turbo-Kaltwassersätze werden bei den im Krankenhaus vorkommenden Leistungen mit Kältemitteln R 11 und R 12 verwendet. Es werden gleichfalls zum Anschluß fertige Sätze gefertigt. Sie sind stufenlos bis auf 10% ihrer Leistung zu regeln und haben einen hohen Stand der Technik und Betriebssicherheit erreicht. Zu beachten ist, daß Turbo-Kaltwassersätze konstruktionsbedingt über ein begrenztes Druckverhältnis verfügen. Bei Teillast und hohen Verflüssigungs-Temperaturen kann der Betrieb durch Abreißen der Strömung im Laufrad (Pumpen) gestört werden. Insbesondere empfindlich sind gegen diese Erscheinung R 11-Verdichter. Mit Hinblick auf die in Zukunft unabwendbare Notwendigkeit der Nutzung der Abwärme von Turbo-Verdichtersätzen sollte bei Neubauten dem Kältemittel R 12 der Vorzug gegeben werden. Vorteilhaft verhalten sich im Betrieb bei höheren Verflüssigungstemperaturen zweistufige R 12 Maschinen. Die beim Wärmepumpenbetrieb vorkommende hohe Zahl der Betriebsstunden spricht trotz höherer Investitionskosten für die Verwendung sogenannter heavy-duty-Konstruktionen.

4.1.2. Absorptions-Kaltwassersätze

Absorptions-Kaltwassersätze sind betriebssicher, geräuschlos, gut regelbar (bis 10%) und bei der Spezifik des Krankenhausbetriebes häufig sehr wirtschaftlich einzusetzen. Die Nutzung im Sommer freier Kapazitäten von Dampf- und Heißwassererzeugern läßt oft eine wirtschaftlich interessante Verwendung von Absorptions-Maschinen zu. Absorptions-Kältemaschinen werden im Krankenhaus-Betrieb meistens mit dem Arbeitsstoffpaar $\text{LiBr}_2 - \text{H}_2\text{O}$ verwendet. Auf der Kaltwasserseite wird in der Regel mit 6 - 12° C gefahren, während als Heizmedium Wasser oder Dampf von 90 - 110°C verwendet werden kann.



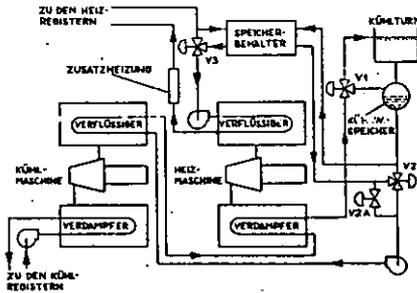
Rohrleitungsschema einer Kälteanlage mit
Absorptionskältemaschine



Schaltung der Kältemaschine bei Nutzung der Verflüssigerwärme, Wärmeaustauscher für das Brauchwasser vom Kühlwasser beaufschlagt

Wärmeaustauscher für Brauchwasser vom Kältemittel beaufschlagt

Sind höhere Wassertemperaturen notwendig, so empfiehlt sich eine Kaskaden-Schaltung.



Kaskaden-Wärmepumpensystem mit Speicherbehälter

Außerordentlich günstige Effekte können erzielt werden, wenn zum Antrieb der Kältemaschine ein Gasmotor verwendet wird.

Die Nutzung der Abwärme aus Kühlwasser und Abgasen des Motors erlaubt das Erzeugen von Wasser mit Temperaturen bis 70-80°C. Bis zu 172 % der eingesetzten Primärenergie können im Wärmepumpenbetrieb nutzbar gemacht werden.

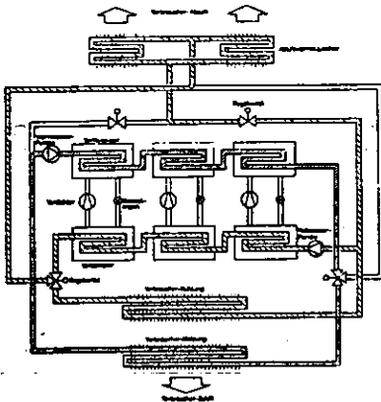
Interessant können Verbundschaltungen von Gasmotoren und Absorptions-Kältesätzen zur Stromversorgung, Heizung und Kühlung sein.

5. Wärmepumpenschaltungen

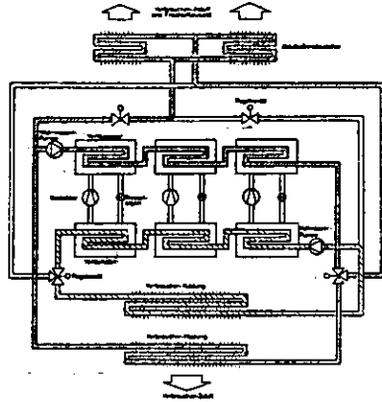
Steigende Energiepreise haben die Nutzung von Wärmepumpen zur Beheizung von Gebäuden oder zur Erzeugung von Brauchwarmwasser konkurrenzfähig gemacht. Voraussetzung dafür ist stets das Vorhandensein einer Wärmequelle.

Krankenhäuser bieten für den Wärmepumpenbetrieb besonders günstige Bedingungen. Kühl- und Gefrierräume, Innenbereiche mit großer Energie-Entwicklung (OP-Bereiche, Intensivpflege), Fortluft aus klimatisierten Bereichen sowie warme und feuchte Fortluft aus Versorgungsbereichen sind günstig zu nutzende Wärmequellen. Reichen diese nicht aus, so kann Flußwasser, Grundwasser oder Außenluft zusätzlich genutzt werden.

Als Beispiel diene die Deutsche Klinik für Diagnostik in Wiesbaden. Die Innenzonen des Gebäudes haben praktisch einen ganzjährigen Kühlbedarf. Die Büro-, Aufenthalts- und Warteräume in den Außenzonen müssen auf den nicht-sonnenbeschienenen Seiten bereits unterhalb von 20° C beheizt werden. Die auf 3 Kolben Verdichterkaltwassersätze aufgeteilte Kälteleistung von 732 kW wird zur Heizung des Gebäudes verwandt. Unterhalb von + 0°C wird eine Zusatzheizung benutzt.



Schema der Wärmepumpenanlagen für Winterbetrieb



Schema der Wärmepumpenanlagen für Sommerbetrieb

Brauchwasser kann mit Temperaturen bis zu 45°C ohne Änderung der serienmäßigen Kaltwassersätze in der Regel erzeugt werden.

6. Schlußbemerkungen

Bei der Neuplanung von Kälteanlagen für Krankenhäuser sollte stets Verbundschaltungen für Kälte- und Wärmeerzeugung der Vorzug gegeben werden. Nur in Sonderfällen - wenn die Abwärme von Kälteanlagen nicht nutzbar gemacht werden kann - sollten Kühltürme oder luftgekühlte Verflüssiger verwendet werden.

Literatur

1. R. Plank
Handbuch der Kältetechnik
Band 9 und 11
2. Bäckström und Emblick
Kältetechnik
3. A. Behnke und M. Schinkmann
Gerätetechnische Aspekte der Kryochirurgie
Die Kälte, 12, 75
4. Pohlmann
Taschenbuch für Kältetechniker
Ausgabe 1973
5. H.K. Lanzerath
Aufgaben der Kältetechnik in der Speisenversorgung
Werkmitteilungen der Linde AG, Werksgruppe IK Köln
6. H. Wadzinski
Linde Gleitbahn-Gefrieranlagen für die Lebensmittel-
industrie
Mitteilungen der Linde AG Juli 1967
7. H. Bartscherer und H. Lenz
Haustechnik im Neubau des Versorgungszentrums
der Universitätskliniken in Köln
Die Kälte, 3, 1973
8. Klaus Hartmann
Der Einsatz von anschlussfertigen Kolben und Turbo-
Kältemaschinen in Wärmerückgewinnungssystemen
Klima + Kälte Ingenieur, 7/8, 1975
9. Hermann Friedmann
Abwärme aus einer zentralen Kälteanlage für die
Brauchwassererwärmung
HLH, 7, 1978
10. H. Wadzinski
Die Wärmepumpe
Vortrag zur TELI-Tagung, Juni 1978

11. Steimle und von Cube
Die Wärmepumpe
12. Trenkowitz
Energieeinsparung durch Wärmepumpen
Klima + Kälte. Ingenieur, 4, 1974

Wadzinski, H., Dipl.-Ing., Kraftanlagen AG,
Postfach 103 420
6900 Heidelberg

Kältetechnik bei Sonderklimaanlagen

von K. Steffen

Die bei den Sonderklimaanlagen auch auf dem Gebiet der Medizin (1) geforderten Klimabereiche und Genauigkeiten werden meist von der Raumklimatechnik nicht mehr beherrscht, deshalb nehmen Sonderklimaanlagen eine Sonderstellung ein zwischen Raumklima- und Umweltsimulationsanlagen. Nachfolgend soll vor allem die Kältetechnik bei Sonderklimaanlagen behandelt werden.

1. Arbeitsbereiche von Sonderklimaanlagen

Eine Übersicht über die Arbeitsbereiche von Sonderklimaanlagen zeigt Tabelle 1.

Anforderungen		normales Raumklima	spezielle Raumluf- zustände	extreme Raumluf- zustände	Sonderfälle
Temperaturbereich	°C	18 bis 26	5 bis 70	-30 bis 95	-80 bis 95
Temperaturkonstanz	K	± 1	± 0,8	± 0,5	± 0,5
Feuchtebereich	% r.F.	40 bis 65	30 bis 95		
Feuchtekonstanz	% r.F.	± 5	± 3	-	
Taupunkt-Temperaturbereich	°C			-25 bis 90	-50 bis 90
Taupunkt-Temperaturkonstanz	K			± 0,5	± 0,5
Luftwechsel	1/h	6 bis 12	6 bis 12	6 bis 12	20 bis 500

Tabelle 1: Arbeitsbereiche für Sonderklimaanlagen

Spezielle Raumlufzustände benötigt man beispielsweise in Intensivpflegestationen und für die Verhaltensforschung. Extreme Raumlufzustände finden Anwendung für physiologische Studien und für Tiefkühlräume, beispielsweise in der allgemeinen Hygiene. Sonderklimata spielen eine Rolle in der medizinischen Verfahrenstechnik, Tieftemperaturen bis -80 grad C fordert man bei der Lagerung von Impfstoffen und Blutkonserven.

2. Kühlung der Raumluf

Die Kühlung der Raumluf erfolgt entweder an dem Direktverdampfer eines Kältemittelkreislaufes oder an einem Kaltwasser-Wärmetauscher

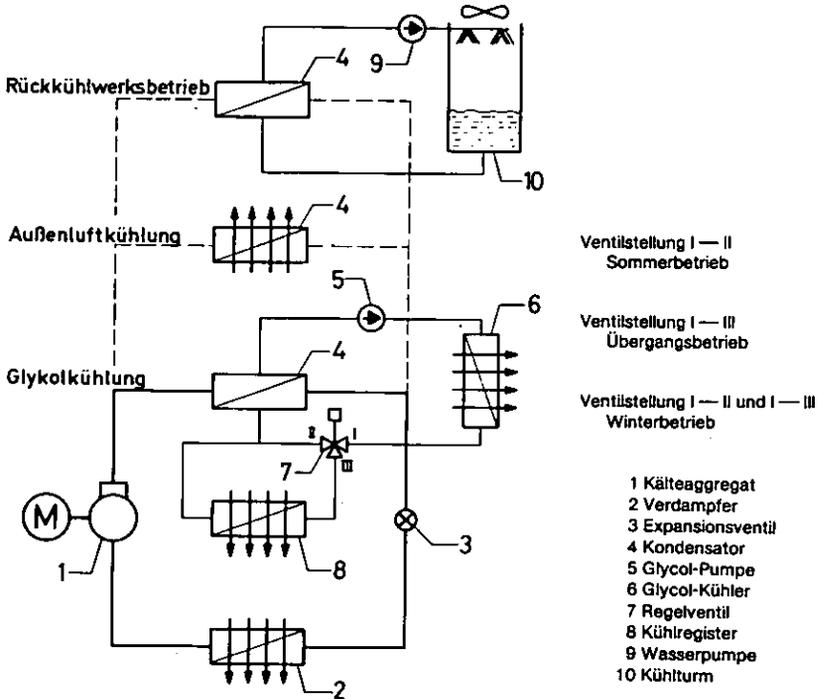
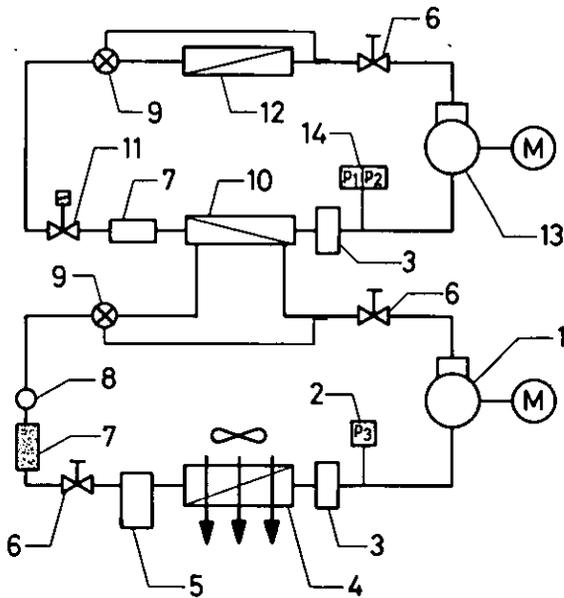


Bild 1: Prinzipbild einer Kälteanlage mit verschiedenen Systemen der Kondensatorkühlung

Bild 1 veranschaulicht die Kühlung der Raumluft an einem Verdampfer, der mit dem Kompressor, dem Kondensator und dem Expansionsventil den sogenannten Kältemittelkreislauf bildet. Für die Kühlung des Kondensators gibt es verschiedene Möglichkeiten. Bei der Glykolkühlung erfolgt die Wärmeabfuhr über den Kondensator an das umgepumpte Glykol. Das Glykol wird über einen luftgekühlten Glykolkühler geführt, der wieder eine Abkühlung des Glykols bewirkt. Bei Außentemperaturen unter 15 grad C durchfließt das gekühlte Glykol zunächst einen Glykolwärmetauscher, der in Luftrichtung bewirkt. Dies hat eine Verkürzung der Laufzeit des Kälteaggregates zur Folge. Während der Wintermonate und auch zum Teil in der Übergangszeit kann das Kälteaggregat sogar ganz ausgeschaltet bleiben. Dies führt zu einer spürbaren Energieeinsparung.

Bild 1 verdeutlicht als weitere Möglichkeiten die Kühlung des Kondensators mit Außenluft oder mittels eines Rückkühlwerkes.

Das Schema einer Kaskadenkühlung zur Erzeugung tiefer Temperaturen zeigt Bild 2.



- | | |
|---|--|
| 1 Kältekompressor (R 502) | 9 Expansionsventil |
| 2 Pressostat p_3 (aus 22 bar, ein 16 bar) | 10 Verdampferkondensator |
| 3 Ölabscheider | 11 Magnetventil |
| 4 Kondensator | 12 Wärmetauscher |
| 5 Sammler | 13 Kältekompressor (R 13) |
| 6 Absperrventil | 14 Pressostat p_2 (aus 22 bar, ein 16 bar) |
| 7 Trockner | p_1 (aus 4 bar, ein 6 bar) |
| 8 Schauglas | |

Bild 2: Prinzipbild einer Kaskadenkühlung

Zu beachten ist, daß der Siedepunkt des verwendeten Kältemittels immer tiefer liegen muß als die gewünschte Raum- oder Lagertemperatur. Zur Erzielung tiefer Temperaturen findet meist das Kältemittel R 13 Verwendung mit einer Siedetemperatur von -81 grad C. Alle tief siedenden Kältemittel erfordern zur Verflüssigung bei normalen Umgebungstemperaturen einen hohen Druck. Bei $+25$ grad C Verflüssigungstemperatur weist R 13 beispielsweise einen Kondensatordruck von ca. 35,5 bar auf. Außerdem haben diese Kältemittel eine niedrige kritische Temperatur, beispielsweise 28,8 grad C bei R 13. Unterhalb dieser Temperatur wird R 13 nicht mehr flüssig. Diese Kältemiteileigenschaften führen zwangsläufig zur Kaskadenkühlung, d.h. zu einer Abkühlung in Stufen. Gemäß Bild 2 kühlt ein normales Kälteaggregat mit dem Kältemittel R 502 oder R 22 den Kondensator eines R 13-Kälteaggregates auf beispielsweise eine Temperatur von -40 grad C. Unter diesen Voraussetzungen beträgt die Verflüssigungstem-

peratur etwa -35 grd C und der Kondensatordruck 7,2 bar. Wenn es beispielsweise gelingt, den Kondensator des R 13-Kälteaggregates auf -55 grd C abzukühlen, erniedrigt sich der Kondensatordruck des R 13-Kälteaggregates auf ca. 3,4 bar. Mit diesem niedrigen Kondensatordruck erreicht die R 13-Maschine ein tiefes Teilvakuum von etwa 0,25 bar, was einer Verdampfungstemperatur von ca. -105 grd C entspricht. Das Geheimnis zur Erreichung tiefer Temperaturen liegt also nur darin, einen möglichst niedrigen Kondensatordruck für das Kältemittel R 13 zu schaffen. In Bild 2 sind ebenfalls alle erforderlichen Sicherheitsorgane eingezeichnet.

3. Entfeuchtung und Befeuchtung der Raumluft

Bei Sonderklimaanlagen kann die Kühlung der Raumluft gleichzeitig mit einem Entfeuchtungsvorgang verbunden sein. Den Zusammenhang zwischen den verschiedenen physikalischen Einheiten für die Luftfeuchte zeigt Bild 3.

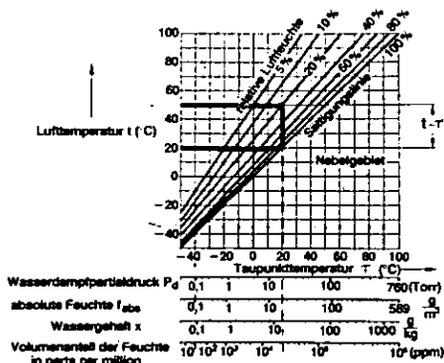


Bild 3: Zusammenhang zwischen Luftfeuchte und Lufttemperatur

Aus dem eingezeichneten Beispiel läßt sich erkennen, daß Feuchte ausgeschieden wird, wenn man Raumluft von 50 grd C bei 20 % relativer Luftfeuchte unter 20 grd C abkühlt. Bei Befeuchtungsvorgängen ist zu beachten, daß durch direktes Einblasen von Dampf oder durch Einsprühen von Wasser eine echte Luftbefeuchtung im Sinne der Definition Luftfeuchte nicht erzielt werden kann. Medizinische Untersuchungen ließen erkennen, daß bei der Einwirkung verschiedener Klimate beispielsweise auf das Atmungssystem des Menschen zwischen dem Aerosolgehalt und der Feuchte (gasförmiges Wasser) zu unterscheiden ist (2).

Bei den Aerosolen handelt es sich um unsichtbare schwebende Tröpfchen mit Durchmessern von 0,2 μm . Die kleinste Einheit des "Wassers" stellen die Wasserdampfmoleküle dar mit einem Durchmesser von 0,00005 μm .

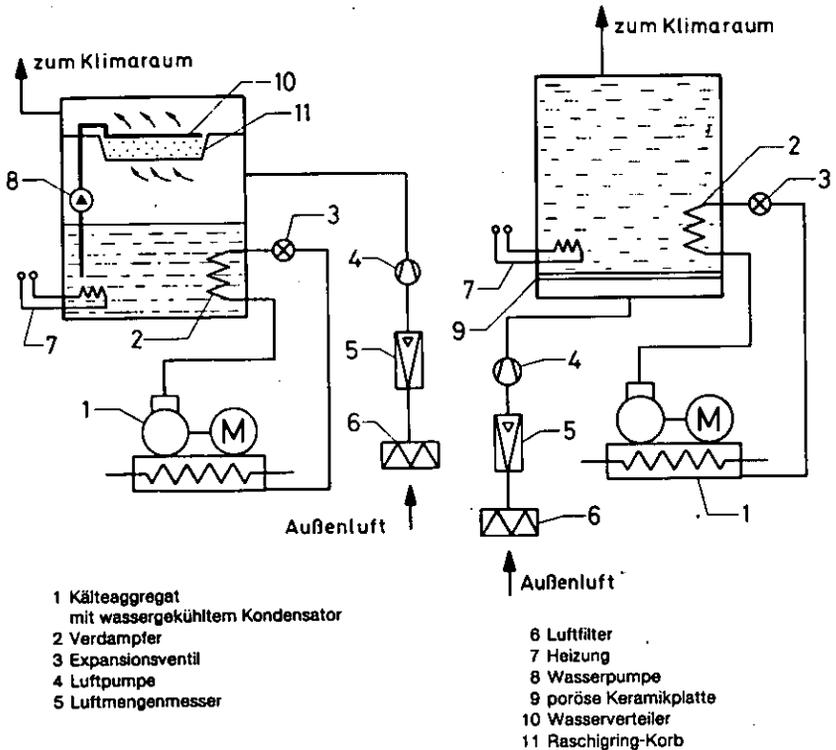


Bild 4: Raschigring Be- und Entfeuchter

Bild 5: Wasserbad Be- und Entfeuchter

Bild 4 und 5 zeigen, wie sich eine Verdunstungsbefeuchtung im Sinne der Definition Luftfeuchte verwirklichen läßt. Gemäß Bild 4 wird zur Befeuchtung und Entfeuchtung die Raumluft oder ein Teilluftstrom über einen Raschigring-Be- bzw. -Entfeuchter geleitet. In diesem Gerät befeuchtet umgepumptes und erwärmtes bzw. gekühltes Wasser eine lose Schüttung keramischer Füllkörper (Raschigringe). Die Luft durchströmt dieses System von unten nach oben, um dann dem Klimaraum je nach Temperatur des Wasserbades be- oder entfeuchtet wieder zugeführt zu werden. Eine weitere Möglichkeit der Befeuchtung nach dem Verdunstungsprinzip ist in Bild 5 dargestellt. Bei diesem Prinzip leitet man die Luft in einer Vielzahl von Bläschen durch ein Wasserbad, dessen Temperatur auf die gewünschte Taupunkttemperatur geregelt wird. Besitzt die dem Befeuchter zugeführte Luft eine höhere Taupunkttemperatur als die eingestellte Wasserbadtemperatur, kommt es in dem Wasserbad zu einem Entfeuchtungsvorgang. Ist

die Taupunkttemperatur niedriger, nimmt sie Luftfeuchte auf. Die in Bild 4 und 5 aufgezeigten Systeme lassen sich nur bis zu einer minimalen Taupunkttemperatur von 2 grd C einsetzen, weil sonst das Wasser in dem Behälter gefriert.

Zur weiteren Entfeuchtung kann man zwei umschaltbare Verdampfer eines Kälteaggregates einsetzen, an denen das überschüssige Wasser auskondensiert bzw. ausfriert. Im Einsatz ist immer ein Entfeuchter, während der andere abgetaut wird, beispielsweise mit dem Heißgas des Kältekreises. Mit einer derartigen Kombination lassen sich Taupunkttemperaturen bis -50 grd C erzielen.

4. Schlußbemerkung

Die aufgeführten Beispiele lassen erkennen, daß die Kältetechnik auch im medizinischen Bereich eine sehr große Rolle spielt, nicht nur, wenn man die Raumluft kühlen will, sondern auch wenn man eine gezielte Befeuchtung bzw. Entfeuchtung im Sinne der Definition Luftfeuchte durchzuführen hat. Sonderklimaanlagen finden verstärkt bei medizinischen Untersuchungen und auch in der medizinischen Verfahrenstechnik Anwendung. Tieftemperaturen bis -80 grd C sind beispielsweise bei der Lagerung von Blutkonserven und Impfstoffen erforderlich.

Literaturverzeichnis

- (1) Steffen, K.: Versuchsklimaanlagen für medizinische Zwecke und Sonderklimaanlagen für die Intensivpflege. 5. Fachtagung Krankenhaustechnik Medizinische Hochschule Hannover vom 28.-30.04.1978.
- (2) Weller, W., Ulmer, W.T.: Aufbau und Funktion einer Klimaanlage für klinische Untersuchungen zur Prüfung klimatischer Einflüsse auf die Atmung. Int. Arch.-Arbeitsmedizin 28 (1971) S. 141 bis 150

Anschrift des Verfassers:

Kurt Steffen, WEISS TECHNIK GMBH

6301 Reiskirchen 3 (Lindenstruth)

Gebläse in LTA - Energieeinsparung und Wirtschaftlichkeit

K. Rasmussen, Böblingen

Lüftungsanlagen für große Gebäudeblöcke (z. B. Krankenhäuser) wurden bisher hauptsächlich in Form vieler kleinerer Anlagen ausgeführt, wobei jede dieser Anlagen einen geschlossenen Teil des Blockes versorgt - bestimmt von der Nutzungsart dieses Teils.

Diese Lösung wurde gewählt, da die unterschiedlichen Nutzungsarten eine jeweils angepaßte Luftbehandlung erfordern und die Betriebszeiten der einzelnen Abschnitte differieren.

Der Einbau mehrerer kleinerer Anlagen bewirkt, daß sich der Inspektionsvorgang in jeder Anlage wiederholt und das Betriebspersonal für die Inspektion der in großen Abschnitten verteilten Komponenten viel Zeit benötigt.

Diese Verhältnisse haben bei den projektierenden Instanzen zu Überlegungen mit dem Ergebnis geführt, daß heute viele kleinere Anlagen durch wenige größere ersetzt werden.

Theoretisch können diese Anlagen so groß gemacht werden, daß nur eine einzige Anlage zur Versorgung des ganzen Gebäudeblocks erforderlich sein wird. In der Praxis muß aber berücksichtigt werden, daß für die erforderlichen Kanäle in solchen Fällen mehr Raum benötigt wird, da die Kanäle sehr lang sein müssen. Die Ersparnis, die beim Einbau von wenigen großen Komponenten anstatt vieler kleinerer Anlagen erreicht wird, kann damit durch die Verteuerung der Kanäle aufgehoben werden.

Ein sehr wichtiges Verhältnis ist, daß die Großzentrale notwendigerweise imstande sein muß variierende Luftmengen zu fördern, da nicht immer sämtliche Teile des Gebäudeblockes die durch die Großzentrale versorgt werden gleichzeitig in Betrieb sind.

„Die Großzentrale“ muß also mit einem oder mehreren Gebläsen versehen werden, damit die Wünsche nach einer automatischen Änderung der Luftmenge im Takt mit den Forderungen der Nutzer erfüllt werden können. Diese Änderungen müssen unter solchen Verhältnissen erfolgen, daß eine Änderung durch den aufgenommenen Effekt zum Ausdruck kommt, der mit Ersparnis in kWh und somit in Geld ausgedrückt werden kann.

Am Anfang jeder Projektierung sollte der Planer zusammen mit dem Betreiber den Luftbedarf im Laufe von 24 Stunden analysieren und ein Diagramm oder ein Schema ausarbeiten, welches die Variationen des Bedarfes veranschaulicht.

Ein solches Diagramm für ein Krankenhaus ist in Abb. 1 gezeigt.

Daraus ist ersichtlich, daß die Bettenabschnitte Tag und Nacht eine bestimmte Menge Luft benötigen und vielleicht ein wenig mehr in der Zeit, in welcher die Patienten wach sind. In der Zeit von 6 bis 8 Uhr steigt die Forderung an Luft auf ein Maximum, weil alle Abteilungen im

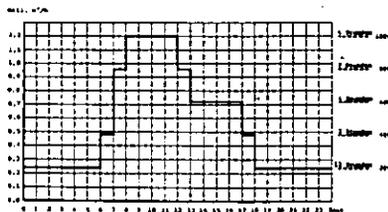


Abb. 1 Lastverteilung

Krankenhaus jetzt in Funktion treten; dieses Maximum soll bis 12 Uhr geleistet werden. Danach wird die Arbeit in einigen Operationssälen und Behandlungsabschnitten eingestellt, so daß man ab 13 Uhr bis 17 Uhr einen Bedarf von 60% aufrechterhält. Danach wird die Luftmenge von 18 Uhr bis zum nächsten Morgen 6 Uhr wieder auf ein Minimum von 20% reduziert.

Die Betriebsverhältnisse der Zentrale in Abb. 2 werden sein:

- 4 Stunden mit 100% Luft
- 2 Stunden mit 80% Luft
- 4 Stunden mit 60% Luft
- 2 Stunden mit 40% Luft
- 12 Stunden mit 20% Luft

Die Gebläse müssen selbstverständlich für Motoren ausgelegt und mit diesen versehen werden, so daß sie 100% Luft, die für 4 Stunden verlangt werden, leisten können. Es ist deshalb sehr wichtig, daß Gebläse gewählt werden, die bei reduzierter Leistung wirtschaftlich betrieben werden können.

Die für das Krankenhaus erforderliche Zentrale, die die Grundlage für das Belastungsdiagramm bildet, muß imstande sein 1200 000 m³ pro Stunde leisten zu können. Es empfiehlt sich hier die Zentrale mit 4 Gebläsen im Parallelbetrieb zu betreiben, so daß bei Wartung oder Störung eines Gebläses eine Sicherheit gewährleistet ist.

Wichtig ist es nun ein Gebläse zu finden, das 300 000 m³/h leisten kann, und bei 100% Last als auch bei 20% Last wirtschaftlich betrieben werden kann.

In dem nachfolgenden Beispiel wurden gegenübergestellt:

1. einstufige Axialgebläse mit Drehzahlregelung
2. Radialgebläse mit regelbarem Leitapparat
3. einstufige Axialgebläse mit verstellbaren Schaufeln

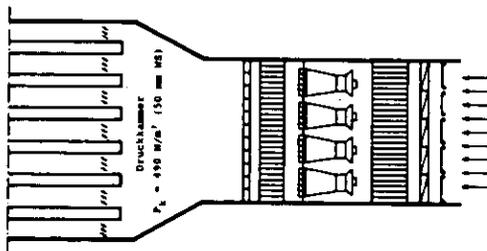


Abb. 2 Zulufzzentrale

Abb. 3: Einstufiges Axialgebläse mit Drehzahlregelung

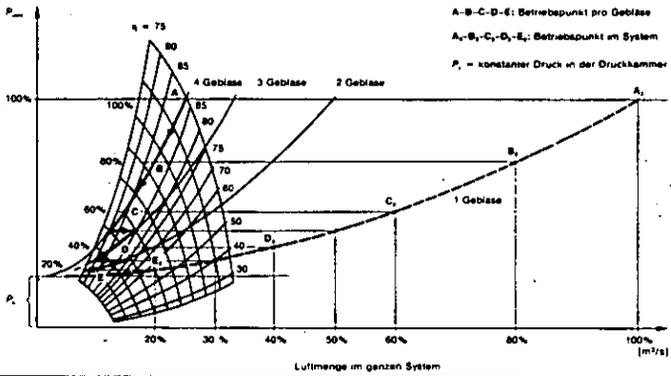


Abb. 4: Radialgebläse mit regelbarem Leitapparat

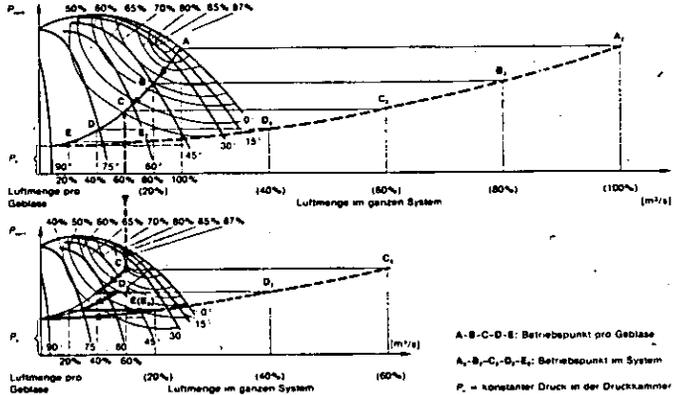


Abb. 5: Einstufiges Axialgebläse mit verstellbaren Schaufeln

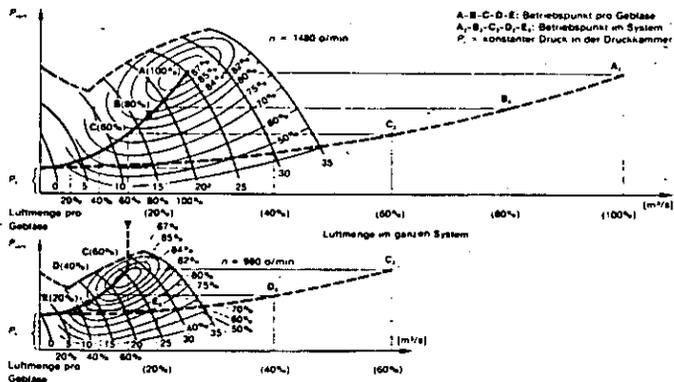


Tabelle 1: Einstufiges Axialgebläse mit Drehzahlregelung

Belastung (%)	100	80	60	40	20
Anzahl Gebläse	4	4	4	3	2
Luftmenge/Gebläse (m³/s)	83,4	66,7	50,0	44,4	33,3
Temperatur (°C)	20	20	20	20	20
Kanalwiderstand (Pa)	490	490	490	490	490
Gerätewiderstand (Pa)	1472	942	530	235	59
Stoßverlust (Pa)	353	226	128	98	59
Gebläsedruck (Pa)	2315	1658	1148	623	606
Wirkungsgrad (%)	85	85	85	85	82,5
Kraftbedarf P (kW)	227	130,0	67,5	43,0	24,5
η_A (%)	98	98	98	98	98

Gerätewiderstand = Widerstand über Filter, Heizfläche usw.

Schleifringläufer-Motor

Wirkungsgrad η_M (%)	90	88,5	82	71,5	60
Leistung P_{Tot} (kW)	257,4	149,9	84,0	61,4	41,7

oder

Gleichstrom-Nebenschluß-Motor

Wirkungsgrad η_M (%)	91	90,0	85	76	63,5
Leistung P_{Tot} (kW)	254,5	147,4	81,0	57,7	39,4

Tabelle 2: Radialgebläse mit regelbarem Leitapparat

Belastung (%)	100	80	60	40	20
Anzahl Gebläse	4	4	4	3	1
Luftmenge/Gebläse (m³/s)	83,4	66,7	50,0	44,4	66,7
Temperatur (°C)	20	20	20	20	20
Kanalwiderstand (Pa)	490	490	490	490	490
Gerätewiderstand (Pa)	1472	942	530	235	59
Stoßverlust (Pa)	245	157	88	69	157
Gebläsedruck (Pa)	2207	1589	1108	794	706
Wirkungsgrad (%)	86	65	80	58	57
Kraftbedarf P (kW)	214,0	163,1	69,2	62,9	82,6
η_A (%)	98	98	98	98	98

Gerätewiderstand = Widerstand über Filter, Heizfläche usw.

Kurzschlußläufer-Motor

Wirkungsgrad η_M (%)	92	91	91	90	88
Leistung P_{Tot} (kW)	237,4	182,6	77,6	71,4	95,8

Tabelle 3: Einstufiges Axialgebläse mit verstellbaren Schaufeln

Belastung (%)	100	80	60	40	20
Anzahl Gebläse	4	4	4	4	4
Luftmenge/Gebläse (m³/s)	83,4	66,7	50,0	33,3	16,7
Temperatur (°C)	20	20	20	20	20
Kanalwiderstand (Pa)	490	490	490	490	490
Gerätewiderstand (Pa)	1472	942	530	235	59
Stoßverlust (Pa)	343	216	128	59	15
Gebläsedruck (Pa)	2305	1648	1148	784	564
Wirkungsgrad (%)	87,0	84,5	87,0	84,0	72,0
Kraftbedarf P (kW)	220,9	130,0	65,9	34,5	13,0
η_A (%)	98	98	98	98	98

Gerätewiderstand = Widerstand über Filter, Heizfläche usw.

Kurzschlußläufer-Motor

Wirkungsgrad η_M (%)	92,0	91,5	90,0	89,0	78,0
Leistung P_{Tot} (kW)	244,0	144,9	74,7	39,6	17,0

Beispiel 1: Einstufige Axialgebläse mit Drehzahlregelung

Wie aus Bild 3 ersichtlich ist, wird es notwendig sein, ein Gebläse bei etwa 50% Last abzuschalten, um ein Abreißen zu vermeiden. Aus dem gleichen Grund muß bei etwa 30% Last noch ein Gebläse abgeschaltet werden. Der technische Betriebsverlauf von max. bis min. Belastung ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Von min. bis max. Belastung ist der Regelungsverlauf entgegengesetzt. Wenn Gebläse angelassen werden und nur eines in Betrieb ist, wird eine Bypass-Vorrichtung erforderlich sein, um Betrieb im Abrißgebiet zu vermeiden.

Beispiel 2: Radialgebläse mit regelbarem Leitapparat

Bei Radialgebläsen ist mit allen vier Gebläsen in Betrieb eine Regelung bis auf 10% möglich, wegen des niedrigen Wirkungsgrades im Teillastgebiet wird es aber ein betriebswirtschaftlicher Vorteil sein, verschiedene Gebläse ab- und zuzuschalten, sowie die Drehzahl durch ein Polumschalten der Motoren (1000/750 U/min.) abzuändern. Der Regelungsverlauf ist aus Abbildung 10 ersichtlich (Tabelle 2).

Beispiel 3: Axialgebläse mit verstellbaren Schaufeln

Eine Belastungsänderung ist hier bis auf 10% möglich und zwar mit allen vier Gebläsen in Betrieb. Um eine optimale Betriebswirtschaft bei Belastungen unter 60% zu erreichen, wird durch ein Polumschalten die Gebläsedrehzahl auf 970 U/min. geändert (Tabelle 3).

Übersicht über Wirtschaftlichkeit

Auf Grund der berechneten Gebläse-Kraftbedarfe können wir eine betriebsmäßige Übersicht über Wirtschaftlichkeit gemäß der Belastungsverteilung in Abb. 2 darstellen.
Belastungsverteilung:

Betriebszeit	4 h/Tag = 100%	Lastpunkt = 1460 h/Jahr
Betriebszeit	2 h/Tag = 80%	Lastpunkt = 730 h/Jahr
Betriebszeit	4 h/Tag = 60%	Lastpunkt = 1460 h/Jahr
Betriebszeit	2 h/Tag = 40%	Lastpunkt = 730 h/Jahr
Betriebszeit	12 h/Tag = 20%	Lastpunkt = 4380 h/Jahr
	Insgesamt	8760 h/Jahr

Betriebskosten pro Jahr

Beispiel 1: Einstufiges Axialgebläse mit Drehzahlregelung

Lastpunkt	kW/ Gebläse	Anzahl Gebl.	Betriebszeit h/Jahr	kWh/Jahr
100%	254,5	4	1460	1 486 280
80%	147,4	4	730	430 408
60%	81,0	4	1460	473 040
40%	57,7	3	730	126 363
20%	39,4	2	4380	345 144
insgesamt				2 861 235
+ 5% Regelverlust				143 061
insgesamt				3 004 296

Beispiel 2: Radialgebläse mit regelbarem Leitapparat

Lastpunkt	kW/ Gebläse	Anzahl Gebl.	Betriebszeit h/Jahr	kWh/Jahr
100%	237,4	4	1460	1 386 416
80%	182,8	4	730	533 776
60%	77,6	4	1460	453 184
40%	71,4	3	730	156 366
20%	95,8	1	4380	419 604
insgesamt				2 949 346
+ 5% Regelverlust				147 467
insgesamt				3 096 813

Beispiel 3: Einstufige Axialgebläse mit verstellbaren Schaufeln

Lastpunkt	kW/ Gebläse	Anzahl Gebl.	Betriebszeit h/Jahr	kWh/Jahr
100%	244,0	4	1460	1 424 960
80%	144,9	4	730	423 108
60%	74,7	4	1460	436 248
40%	39,6	4	730	115 632
20%	17,0	4	4380	297 840
insgesamt				2 697 788
+ 5% Regelverlust				26 977
insgesamt				2 724 765

Der Regelverlust bezieht sich auf die Regelung selbst, Zu- und Abschalten sowie auf die Geschwindigkeitsänderung.

Bei einem Vergleich der zwei besten Beispiele (Beispiele 1 und 3) geht hervor, daß es einen jährlichen kWh-Unterschied von $3\,004\,296 - 2\,724\,765 = 279\,531$ kWh/Jahr.

Bei einem kWh Preis von DM 0,15/kWh beträgt die jährliche Betriebsersparnis zwischen diesen beiden Beispielen

$$279\,531 \cdot 0,15 = 41\,930 \text{ DM/Jahr}$$

Aufgrund des Obengenannten geht hervor, daß es übermäßig wichtig ist, daß von Anfang an die richtige Gebläsetype und Regelungsart für den Bauherrn und den Benutzer der Anlage gewählt werden.

Betrachten wir anschließend den Selbstkostenpreis und die Betriebskosten kann eine graphische Darstellung – wie in Abb. 6 veranschaulicht – gemacht werden, woraus ersichtlich ist, daß Axialgebläse mit verstellbaren Schaufeln in diesem Fall gewählt werden müssen, indem ein optimales Betriebsverhältnis nach einem vierjährigen Betrieb erreicht werden kann.

Die hier gezeigte graphische Darstellung veranschaulicht die Verhältnisse unter gewissen, gegebenen Voraussetzungen. Ähnliche Berechnungen können für jede Anlage durchgeführt werden, falls die Forderungen genau spezifiziert werden, und unter den jetzigen Verhältnissen, wo Energieersparnisse überall auf der Welt Gesprächsstoff sind, müssen betriebswirtschaftliche Berechnungen immer gemacht werden.

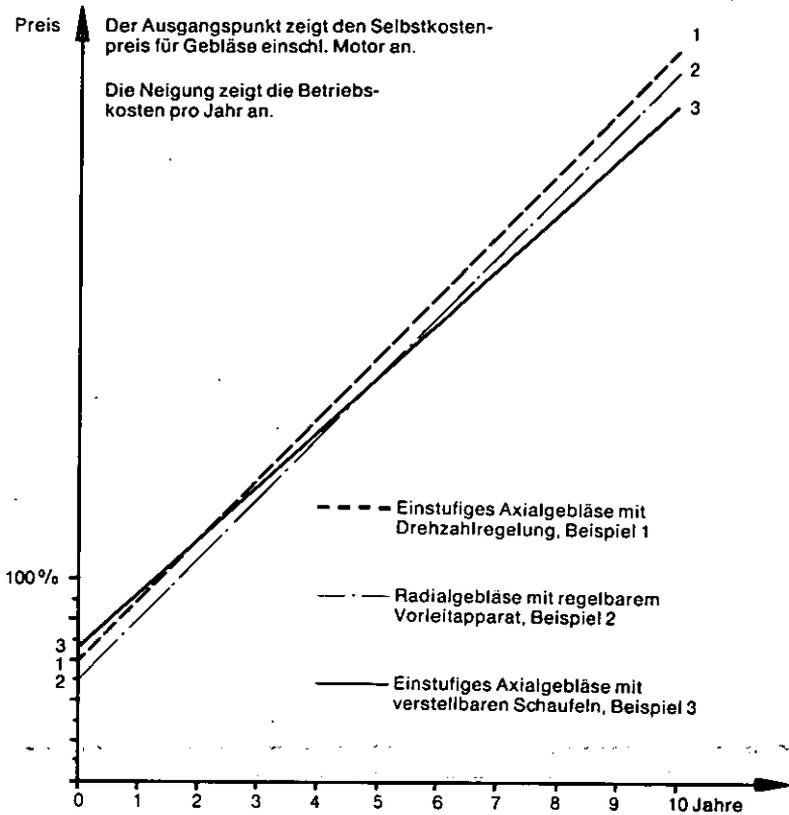


Abb. 6 Betriebswirtschaft

Literaturhinweis:

T. Rákóczy: Volumenstromregelung im Kanalnetz und am Ventilator, GI 7/8, 1976, Seite 153-163

S. H. Kristiansen: Ventilation

E. Voss: Parallelbetrieb

Kurt N. Rasmussen: Wirtschaftlichkeit von Ventilatoren in Anlagen mit variablem Volumenstrom

K. Rasmussen, Ing. (grad.)
Nord-Ventilator GmbH
Neuweiler Str. 19
7030 Böblingen

Fernwärme- und Eigenwärmeversorgung

L. Siebert

Die Wärmeversorgung für Krankenhäuser läßt sich in zwei Verbrauchsströme unterteilen:

Heizwärme	Wirtschaftswärme
Raumheizung	Warmwasserbereitung
Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen)	Küche
	Wäscherei
	Sterilisation
	Desinfektion
	Therm. Entgasung

Für die Eigenwärmeerzeugung wurden bisher Primärenergien wie feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe verwendet. Bei der Fremdwärme handelt es sich im wesentlichen um von Dritten bezogenen Energien wie Fernwärme bzw. Ferndampf. Die neueren Technologien verwenden daneben elektrischen Strom zur Nutzbarmachung der Umweltenergie aus Sonne, Wasser, Luft und Erdreich. Auf diese Entwicklungen soll hier nicht weiter eingegangen werden.

Der Gesamtwärmebedarf verteilt sich wie folgt:

Raumwärmebedarf	3,4 kW/Bett
RLT-Anlagen	11,4 kW/Bett
Wirtschaftswärme	11,4 kW/Bett
davon anteilig:	
Warmwasserbereitung	3,3 kW/Bett
Küche	1,8 kW/Bett
Luftbefeuchtung	2,2 kW/Bett
Wäscherei	2,2 kW/Bett
Sterilisation	1,1 kW/Bett
Bettendesinfektion	<u>0,8 kW/Bett</u>
Gesamtbedarf ca.	~ 26 kW/Bett

Die hier aufgelisteten Werte sind Mittelwerte von z.Z. in Planung oder im Bau befindlicher Krankenhäuser mit 200 bis 400 Betten ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeitsfaktoren.

Der Gesamtanschlußwert wird bei zunehmender Energieoptimierung eine rückläufige Tendenz aufweisen. Durch Maßnahmen der Wärmerückgewinnung bei RLT-Anlagen wären durchschnittlich 4,5 kW/Bett weniger zu installieren.

Vergleicht man die Einzelbedarfswerte aus verschiedenen konzipierten Krankenhäusern, so zeigt sich die Unterschiedlichkeit der spezifischen Bedarfswerte und Gleichzeitigkeitsfaktoren. Unterstellt man, daß die meisten der heute statistisch erfaßbaren Anlagen vor 1973 geplant wurden, so ist bei der Auslegung der Anlagen mehr die "Sicherheit" als der sparsame Energieeinsatz in der Planung berücksichtigt worden. Gleichzeitigkeitsfaktoren können nur empirische Werte sein. Eine genauere Dimensionierung der Anlagen läßt sich über eine Energieeinsatzplanung erzielen. Eine starre Vorgabe von Gleichzeitigkeitsfaktoren und spezifischen Werten führt daher zu nicht praktikablen und vielfach unwirtschaftlichen Anlagen.

Für die Wärmeversorgung werden je nach Verbrauchsstellen unterschiedliche Wärmeträger benötigt:

Raumheizung:	Warmwasser bis max. 90° C
RLT-Anlagen:	Warmwasser, Heißwasser
Küche:	Dampf mit 0,5 bar Überdruck
chem.-therm. Desinfektion:	Dampf mit 0,5 bar Überdruck
Sterilisation:	Dampf mit 1,5 bar Überdruck
therm. Entgastung:	Dampf mit 2,0 bar Überdruck
therm.Desinfektion:	Dampf mit 4,0 bar Überdruck
Wäscherei:	Dampf mit 4-6 bar Überdruck
Trockner:	Dampf mit 10-12 bar Überdruck
Mangel:	Dampf mit 12-16 bar Überdruck.

Die Entscheidung über eine eigene Wärmeerzeugung oder über den Bezug von Fremdwärme ist von folgenden Kriterien abhängig:

1. Betriebswirtschaftlichkeit;
2. Baurecht;
3. Versorgungssicherheit

Bei allen Vorüberlegungen wird der Betriebskostenrechnung die Priorität zugemessen werden. Hierin interessieren besonders die Kostenanteile von Brennstoff, Kapital und Personal. Für die vergleichende Betriebskostenrechnung wird zweckmäßigerweise der Entwurf der VDI-Richtlinie 2067 - Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wärmeverbrauchsanlagen; betriebstechnische und wirtschaftliche Grundlagen - herangezogen.

Aus Gründen des Umweltschutzes ist es manchmal nicht mehr möglich - besonders in innerstädtisch verdichteten Lagen -, eine eigene Wärmeerzeugung aufzubauen. Auch können wegen des Schallschutzes gewerberechtliche Schwierigkeiten vorgebracht werden.

Die Versorgungssicherheit bei einer eigenen Wärmeerzeugung ist brennstoffabhängig kalkulierbar und durch planerische, technische Maßnahmen realisierbar.

Eigene Wärmeerzeugung

Bei der Auslegung eigener Wärmeerzeugungszentralen wird im wesentlichen vom Bedarf der beiden unterschiedlichen Medienarten und deren Lastverteilungen ausgegangen.

Die Erzeugung von Heizwasser für Raumwärme, Warmwasserbereitung und RLT-Anlagen ist erfahrungsgemäß technisch unproblematisch. Gleiches gilt für die Erzeugung von Niederdruck-Dampf, obgleich hier ein höherer Bedienungs- und Kostenaufwand notwendig wird. Nicht unerheblich ist die Hochdruck-Dampferzeugung. Nach der Dampfkessel-Verordnung unterliegen Hochdruck-Dampfkessel einer ständigen Beaufsichtigungspflicht. Durch zusätzliche technische Ausstattungen kann der Bedienungsaufwand vermindert werden.

So ist nach TRD 602 eine Kontrolle der Anlage alle zwei Stunden und nach TRD 604 eine Kontrolle alle 24 Stunden erforderlich. Daher ist es immer notwendig, die Kostenparameter Personal und zusätzliche Investitionen gegeneinander abzuwägen.

Diese Überlegungen spielen auch in die Standortwahl für die Heizzentrale mit hinein. Da jedes Krankenhaus neben Wärme auch noch andere Medien wie Kälte, Druckluft, aufbereitetes Wasser benötigt, würde dieses für eine Zentrale innerhalb des Gebäudes sprechen. Allerdings ist dabei die Art der Dampferzeugung zu berücksichtigen, da nunmehr die sogenannte Produktenformel nach den TRD-Richtlinien sich auswirkt. Das heißt, innerhalb von Heizzentralen, die an Räume für den dauernden Aufenthalt von Menschen angrenzen, dürfen nur sogenannte Produktenkessel aufgestellt werden. Produktenkessel sind Dampferzeuger, deren Produkt aus Volumen in m^3 x Betriebsdruck in bar nicht mehr als 10 betragen darf.

Daher werden im allgemeinen in krankenhauseigenen Heizzentralen zwei Heißwasserkessel für $110/70^\circ$ C und zwei Produktenkessel aufgestellt, die nur auf den notwendigen höchsten Druck einzurichten sind. Dabei kommen ausschließlich flüssige oder gasförmige Brennstoffe zum Einsatz. Diese Kombination ist nur stellvertretend für viele andere Möglichkeiten, die ingenieurmässig konstruierbar sind, aufgeführt.

Kohlegefeuerte Heizzentralen werden aus Gründen des Immissions-schutzes und des technischen Aufwandes nur sehr selten errichtet.

Die Versorgungssicherheit der Wärmeerzeugung wird durch die obige Kesselaufteilung gewährleistet. Reservekessel sind nicht notwendig. Für den sommerlichen Betrieb wird zweckmäßigerweise das Heizwasser über dampfbeheizte Gegenströmer erzeugt.

Fernwärmebezug

Der Fernwärmebezug ist für Lieferant wie auch für Abnehmer eine interessante Versorgungsalternative. Allerdings sind neben dem wirtschaftlichen Angebot, eine Reihe von technischen Fragen vorab zu klären. Wie bereits dargestellt, benötigt das Krankenhaus unterschiedliche Wärmeträger. Allgemein werden die Fernwärmenetze als Zwei-Leitersystem je nach Außentemperatur gleitend mit max. 130° C im Vorlauf betrieben. Dies ist aus der Sicht der Fernwärmelieferer ein optimaler Betrieb im Hinblick auf die anderen Abnehmer innerhalb des Versorgungsgebietes.

Abnehmerseitig ist dabei zu beachten, daß der Fernwärmeanschluß mittels Zwei-Leiter-System bei gleitenden Wassertemperaturen den Wärmebedarf des Krankenhauses nur heizseitig decken kann. Das Krankenhaus ist daher gezwungen, entsprechend seiner Abnahmestruktur eine eigene Dampferzeugung aufzubauen. Diese wird unter Beachtung der Dampfkessel-Verordnung in der Regel im Hochdruck-Produktenkessel und Niederdruckdampfkessel aufgeteilt werden.

Bei den Übergabestellen ist zu unterscheiden zwischen indirekter und direkter Übergabe. Beide Systeme bergen technische und wirtschaftliche Abhängigkeiten in sich:

Die indirekte Übernahme - mittels Wärmetauscher - erfordert ab ca. 1 MW Anschlußleistung höhere Investitionskosten als die direkte Übergabe. Bei ca. 3,5 MW Übertragungsleistung sind die Investitionskosten bereits doppelt so hoch.

Indirekte Übergaben werden vielfach vom Fernwärmelieferer wegen der weitverzweigten Ausdehnung seines Fernwärmenetzes und dessen gesicherten Betriebes gefordert. Energiewirtschaftlich sind allerdings Nachteile zu verbuchen, die sich aus den höheren Temperaturen, besonders im Rücklauf, ergeben.

Direkte Übergaben haben deshalb energiewirtschaftliche Vorteile. Außerdem besteht die Möglichkeit, daß der im Fernwärmenetz vorhandene Vordruck für die nachgeschalteten Abnehmer ausgenutzt werden kann. Die Entscheidung über die eine oder andere Wärmeübergabeform ist daher ein ingenieurmässiges Problem, welches vorab zu diskutieren ist.

Die weitergehende Versorgung eines Krankenhauses mit Fernwärme setzt ein Drei-Leiter-Netz voraus:

- 1 Leiter mit gleitender Temperatur bis max. 130° C;
- 1 Leiter mit konstanter Temperatur von 130° C;
- 1 Leiter als gemeinsamer Rücklauf

Der konstante Leiter mit 130° C erlaubt es unter Annahme einer Grädigkeit von bis zu ca. 10° C Dampf mit 0,5 bar Überdruck zu erzeugen. Da bei der Dampferzeugung nur mit geringen Temperaturdifferenzen gearbeitet werden kann, werden hohe Umlaufwassermengen erforderlich. Dieses ist für den Fernwärmelieferer energiewirtschaftlich wie auch betriebswirtschaftlich nicht interessant, zumal das Fernwärmenetz kapitalintensiver als das Zwei-Leiternetz ist. Für das Krankenhaus als Abnehmer ist darauf hinzuweisen, daß der Dampf mit höheren Drücken selbst erzeugt werden muß. Hinzuweisen ist auch auf die schwierigere Erfassung der Wärmemengen beim Drei-Leiter-System.

Vorteile des Drei-Leiter-Netzes bestehen in der Versorgungssicherheit, da zwei Leiter durch Verbund gegeneinander austauschbar sind. Dieses System garantiert eine Versorgungssicherheit von mindestens 50 %.

Der Krankenhausträger wird bei der Möglichkeit der Fremdwärmeversorgung die Forderung nach einer Vollwärmeversorgung mit einem Medium ausreichenden Drucks und Temperatur stellen. Allerdings werden heutzutage Ferndampfnetze aus Gründen der Kondensatwirtschaft und der hohen Wärmeverluste besonders im Sommer kaum noch realisiert. Statt dessen könnte die Forderung nach Dampf mit ca. 14 bar Überdruck über entsprechende

Heißwasserleitungen erfüllt werden. Für die Erzeugung von Dampf mit 14 bar Überdruck ist eine mittlere Temperatur im Wärmetauscher von knapp 200° C notwendig. Dies zwingt allerdings zu einem hohen Heißwasserumlauf und zu großen Wärmetauscherflächen. Technische Probleme infolge höherer Temperaturen wie Wärmedehnungen, Festpunkte und Kompensatoren treten auf. Ferner ist die Abhängigkeit von Druck und Temperatur entsprechend DIN 2401 - Druckstufe - eng an Materialanforderung gekoppelt. Derartige Netze arbeiten dadurch in der Nähe von Grenzbedingungen, die an geringen topographische Höhenunterschiede und geringe Druckverluste im Netz gekoppelt sind. In der Abnehmeranlage darf ein Druck von ca. 19 bar nicht unterschritten werden, da sonst Dampfschläge zu erwarten sind. Diese materialabhängigen und dampfdruckabhängigen Grenzen lassen für den Betrieb beim Abnehmer nicht mehr viel Spielraum und schlagen sich in der Kostenkalkulation des Fernwärmelieferers nieder. Somit wird es notwendig, nach Kompromißlösungen zu suchen.

Die Analyse der Bedarfswerte für Betriebsdruck zeigt, daß ausschließlich die Mangelstraßen den hohen Betriebsdruck benötigen. Diese höheren Dampfdrücke sind die Folge der höheren Leistungsfähigkeit der Mangelstraßen. Bei diesen Abhängigkeiten muß allerdings die Frage gestellt werden, ob alle in Krankenhäuser installierten Mangeln - als Hochleistungsgeräte ausgelegt - auch wirtschaftlich ausgenutzt werden können.

In Nordrhein-Westfalen wurden daher Überlegungen angestellt, Mangelstraßen so auszurüsten, daß der allgemeine Betriebsdruck von ca. 12 bar nicht erforderlich ist, sondern der Betrieb mit 6 bar Dampfüberdruck gewährleistet wird. Diese Überlegungen wurden zuerst für das Klinikum Aachen angestellt, unter der Berücksichtigung, daß eine Fernwärmeversorgung über ein Zwei-Leiter-System mit gleitender Vorlauf-temperatur bis max. 180° C vorhanden ist.

Für die Erzeugung von Dampf mit 12 bar Überdruck bzw. 6 bar Überdruck wurden folgende Erzeugungsvarianten in eine Betriebswirtschaftlichkeitsuntersuchung einbezogen:

1. Dampfleitung für 12 bar Überdruck mit Kondensatrückführung zum Heizwerk;
2. Zusätzliches Heißwasser-Zwei-Leitersystem in Nenndruckstufe 40 für die Erzeugung von Dampf mit 12 bar Überdruck;
3. Verlegung eines dritten Heißwasserleiters mit 185° C konstanter Temperatur in Nenndruckstufe 25 parallel zum vorhandenen Heizsystem.

Diese Varianten wurden mit einem klinikseigenen Dampfheizwerk für 12 bar Dampfüberdruck verglichen.

Für die Kostenrelationen ergab sich folgender Überblick:

	Investitionen	Betriebskosten
Dampfheizwerk (12 bar)	1,00	1,00
Lösung 1 (12 bar)	0,98	0,89
Lösung 2 (12 bar)	1,32	0,99
Lösung 3 (6 bar)	0,55	0,81

Das Ergebnis zeigt, daß die Erzeugung von Dampf mit 6 bar Überdruck (Lösung 3) die geringsten Kosten verursacht. Nach diesen Überlegungen steht aber nunmehr offen, wie die Versorgung der Mangelstraßen mit dem entsprechenden Dampfüberdruck durchgeführt werden kann. Dazu sind wiederum zwei Alternativen möglich:

1. Anschluß an die Fernwärmeversorgung mit konstanter Temperatur und maschinentechnische Umrüstung in der Mangelstraße zwecks Verwendung von Dampf mit einem Überdruck von 6 bar
2. Eigenerzeugung von Dampf entsprechend der Menge und entsprechenden Überdrucks durch gasbeheizte Produktenkessel.

Für den Anschluß der Mangel an die Fernwärme und die damit verbundene Umrüstung der Mangel muß vorausgesetzt werden, daß die Restfeuchte der Wäsche nur 40 % beträgt. Um diese

Restfeuchte der Wäsche zu erreichen, müssen den Waschanlagen Trockner anstelle der Pressen nachgeschaltet werden. Durch diese maschinelle Ergänzung kann die Leistung der Mangel bis auf 85 % der Nennleistung bei der Versorgung mit Dampf von ca. 12 bar erreicht werden. Eine weitere Leistungsanhebung wird durch den Anbau einer zusätzlichen Rolle an die Mangel möglich. Dadurch wird die dampfdruckbedingte Heizdruckminderung wieder ausgeglichen.

Die Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung und das Ergebnis wird nachfolgend tabellarisch dargestellt:
(siehe auch Anlage)

	Dampf	Fernwärme
Kapitaldienst	19.700	40.000
Brennstoff	105.750	80.500
Hilfsenergie	8.000	400
Personal	24.500	- . . -
Wartung	8.500	1.500
Instandhaltung	3.200	7.400
	-----	-----
	169.650 DM/a	129.800 DM/a
	=====	=====

Das Ergebnis zeigt, daß es durchaus möglich ist, auch bei Fernwärmebezug ein Krankenhaus voll zu versorgen. Dies setzt aber eine frühzeitige Abstimmung zwischen Fernwärmelieferer und Krankenhaus voraus. Daher wurde in Nordrhein-Westfalen entsprechend dem Ergebnis der hier dargestellten Voruntersuchung für die wirtschaftliche Dampfversorgung für das Klinikum Aachen auch auf die Fernwärmeversorgung für das Klinikum Essen angewendet. Der Fernwärmelieferer in Essen liefert aus einem kohlegefeuerten Fernheizwerk über ein Drei-Leitersystem Heißwasser zum Klinikum. Der Konstantleiter führt eine Heißwassertemperatur von 180° C um; der Leiter für die gleitende Temperatur ist so ausgewählt, daß die Aufschaltung der Fernwärme in Ruhe durchgeführt werden kann.

Abschließend ist festzustellen, daß die Eigenwärmeerzeugung sowie der Fremdwärmebezug jeweils betriebswirtschaftliche

und versorgungssichere Erzeugungsvarianten sind. Beide Systeme sind aber auch ineinander integrierbar und somit weiter optimierbar.

Dr. Lothar Siebert
Finanzministerium Düsseldorf

Anlage

Kostenstand Ende 1978

	Dampfversorgung		Fernwärme	
Investitionen	Bauteil	DM 80.000,--	Hubanlagen	DM 41.500,--
	Anschlußkosten	DM 12.000,--	Takttrockenmasch.	DM 75.000,--
	Kesselanlage (1,2 MW)	DM 124.000,--	Mangel (5Rollen)	DM 240.000,--
		<u>DM 216.000,--</u>	Montagen	<u>DM 13.500,--</u>
				<u>DM 370.000,--</u>
Kapitaldienst	<u>Nutzungsdauer</u>		<u>Nutzungsdauer</u>	
Zinssatz 6 %	Bauteil	30 Jahre	Wäschereimaschinen	12 Jahre
	Anschluß	50 Jahre		
	Kesselanlage	15 Jahre		
Brennstoffkosten	Arbeitspreis: 3,017 Pf/kW		Arbeitspreis: 0,035 DM/kW	
Fernwärmekosten	Grundpreis: 744,- DM/a			
Hilfsenergie	spez. Kosten 22 kWh/Gcal		spez. Kosten 1 kWh/Gcal	
Personalkosten	3,5 Mann bei Anlage nach TRD 602			
Warungskosten	280 Mann/Stunden/a		50 Mann/Stunden/a	
Instandhaltung	2 % der Investition der Maschinen		2 % der Investition	
	1 % der Investition für Bau			

Heizungssysteme im Krankenhaus -

Hochdruckdampf -, Niederdruckdampf -, Warmwasserheizungs-
anlagen

von K. Riedle, Wiesbaden

1.0 Anforderungen der Wärmeverbraucher an Versorgungs- medien

Das Versorgungsmedium für einzelne Wärmeverbraucher oder Verbrauchergruppen bestimmt sich nach den dort erforderlichen spezifischen Daten, wie:

Temperaturniveau,

Wärmeaustauschbeziehungen,

Regelbarkeit,

Wärme- und Stoffaustauschbedingungen.

Hierfür kann grundsätzlich ein Medium gewählt werden, welches aber - will man vorgenannte Forderung optimal lösen - diese Aufgabe in teilweise unterschiedlichen Aggregatzuständen am besten gerecht wird. Es ist heute Stand der Technik, hierfür die Kombination Wasser/Dampf zu wählen. Die Einfachheit der Handhabung dieses Mediums im Betrieb, unter besonderer Berücksichtigung der hohen spezifischen Wärme von Wasser, läßt voraussetzen, daß die Zustandskombination Wasser/Dampf auch in Zukunft als Wärmeträger für Krankenhausanlagen dominierende Priorität genießen wird.

2.0 Die Versorgung der Wirtschaftswärmeverbraucher

Das obere Versorgungstemperaturniveau wird im Krankenhaus durch die apparative Ausstattung der sogenannten "Wirtschaftswärme" bestimmt. Hierbei ist es nach wie vor üblich, diesen Bereich mit Hochdruckdampf zu versorgen, da die Apparatehersteller ihre Geräte auf dieses Heizmedium ausgerichtet haben (Anlage 1,9,10). Der Krankenhausdampfverbrauch gliedert sich wiederum nach Verbraucheranforderung in unterschiedliche Druckstufen, die sich üblicher Weise wie folgt zusammenfassen lassen:

2.1 Wäscherei:

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| a) Mangel und Trockner | 12 ÷ 14 bar |
| b) Waschmaschinen und Bügelpressen | 8 ÷ 10 bar |

2.2 Reindampf für Sterilisation und Luftbefeuchtung:

- | | |
|------------------------------------|---------|
| a) Sterilisation | 3 bar |
| b) Luftbefeuchtung | 1,5 bar |
| c) Thermische Abwasseraufbereitung | 2,5 bar |

2.3 Küche:

- | | |
|-----------------------------------|---------|
| a) Druckkochkessel | 2,5 bar |
| b) Kochkessel, Spülmaschinen etc. | 0,5 bar |

2.4 Warmwasserbereitung (eventuell):

Die Verbraucher sind erfahrungsgemäß nach Druckstufen geordnet am Gesamtdampfverbrauch des Krankenhauses wie folgt beteiligt:

2.5 Prozentuale Aufteilung des Dampfverbrauches:

Druckstufe 12 ÷ 14 bar	12%
Druckstufe 8 ÷ 10 bar	9%
Druckstufe 3 bar	22%
Druckstufe 1,5 bar	15%
Druckstufe 2,5 bar	8%
Druckstufe 0,5 bar	33% (falls WW-Bereitung ebenfalls mit ND-D erfolgt.)

Insgesamt kann bei den Dampfverbrauchern mit einer Gleichzeitigkeit von 70% gerechnet werden.

2.6 Versorgung der Wirtschaftswärmeverbraucher mit Heißwasser

Vom erforderlichen Temperaturniveau her könnten auch alle o.a. Wärmeverbraucher mit Heißwasser versorgt werden, wobei die Bereiche:

Thermische Abwasserdesinfektion,
Sterilisation,
Desinfektion,
Dampfbefeuchtung,
stets auf Dampf vorgenannter Druckstufen umzuformen
wären.

Die sonstigen Wirtschaftswärmeverbraucher könnten auch mit Heißwasser erforderlichen Temperaturniveaus direkt gefahren werden, wenn die Herstellerindustrie entsprechende Serienprodukte anbieten würde. Hierfür sind schon vor Jahren Prototypen gebaut worden; es fehlt jedoch heute noch entsprechende Marktverbreitung.

3.0 Versorgung mit Lüftungs-, (WW-Bereitungs-,) und Transmissionswärme

Lüftungs- und Transmissionswärme wird üblicher Weise über Warmwasser-Pumpenheizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen $\leq 90^{\circ}\text{C}$ versorgt. Wahlweise kann die Brauchwarmwasserbereitung sowohl mit Niederdruckdampf als auch mit Warmwasser erfolgen. Im Hinblick auf eine deutliche Tendenz zu Niedertemperatur- Wärmeversorgung aufgrund von Wärmerück- und -zugewinn bietet sich Brauchwasser-Warmwasserbereitung für Niedertemperaturversorgung an, so daß zukünftig vorrangig ebenfalls eine Wärmeversorgung über Warmwasser zu erwarten ist (Anlage 2).

Im Gegensatz zu den Wirtschaftswärmeverbrauchern, bei denen die Versorgungsvorgaben hinsichtlich des Leistungsbedarfes durch apparative Anforderungen gegeben sind, besteht beim großen Bereich der Hauptwärmeverbraucher von Lüftungs- und Transmissionswärme die Möglichkeit, durch gezielte Maßnahmen Energieeinsparungen zu betreiben, wobei schon das Wärmeträgermedium "Wasser" optimale Eigenschaften mit sich bringt (leichte Regelbarkeit, gleichmäßige Beaufschlagung der Heiz-

flächen, gleichmäßige Wärmeverteilung im Netz, unabhängig von der Belastung, da bei erhaltendem Förderstrom ein allgemeines Absinken des Temperaturniveaus eintritt). Überschlägig kann von folgenden durchschnittlich zu erwartenden Wärmebedarfswerten ausgegangen werden:

3.1 Gliederung des WW-Heizungsnetzes

Das Warmwasser-Heizungssystem ist, unter Berücksichtigung des Betriebes, in eine wirtschaftlich günstige Vielzahl von Regelkreisen zu unterteilen, wobei zentrale Vorsteuerungen mit örtlichen Einzelregelungen oder Regelgruppen kombiniert werden sollten. Bei den an den sogenannten Konstantregelkreis anzuschließenden Wärmeverbrauchern ist eine solche Regelunterteilung besonders zu beachten (Anlage 3,4,5,6).

Hierzu zählen vorwiegend:

3.1.1 Warmwasserbereitung,

3.1.2 Lüftungs- und Klimaanlage

3.1.1 Für die Warmwasserbereitung kann ganzjährig ein Heizungssystem gewählt werden, dessen Vorlauftemperatur um mindestens 10°C über der gewünschten Brauchwassertemperatur liegen muß. Es ist üblich, das Warmwasser in der Warmwasserbereitungsanlage mit 60°C zu erzeugen. Auf diesem Temperaturniveau wird jedoch nur der geringste Teil des Warmwassers benötigt. Zu diesen Abnehmern zählen vorwiegend:

3.1.1.1 Wäscherei,

3.1.1.2 Küche.

3.1.1.3 Alle übrigen Bereiche können mit einer Brauchwassertemperatur von 40°C angefahren werden.

Unter Berücksichtigung von Niedertemperaturwärme aus Wärmerück- und -zugewinn wäre hier eine Unterteilung der Warmwasserbereitung zukünftig denkbar mit einer Grunderzeugung auf einem Temperaturniveau von 40°C, bei Nachheizung geringer Mengen auf 60°C. Hieraus können 2 Warmwasser-Heizungskreise unterschiedlichen Temperaturniveaus für die Brauchwasserbereitung resultieren, mit Vorlauftemperaturen von einerseits 50°C und andererseits 70°C.

- 3.1.2 Die Wärmeversorgung der Lüftungs- und Klimaanlage sollte wirtschaftlich auf einem Temperaturniveau erfolgen, das mindestens 10°C über der Ausblasttemperatur liegt. Theoretisch wäre somit eine Vorlauftemperatur des Heizkreises von 50°C im Minimum vorstellbar. Damit ergibt sich auch hier die Möglichkeit, an Niedertemperatur-Heizung zu denken. Üblich ist heute noch, sie mit einer Vorlauftemperatur von 90°C anzufahren und dann über örtliche Regelungen die Wärmeaustauscherflächen so zu beaufschlagen, daß die gewünschten Zulufttemperaturverhältnisse gewährleistet sind. Die Beaufschlagung der Luftheizregister kann regelungstechnisch über eine Heizmediumsmengendrosselung, besser aber durch Beibehaltung des Förderstromes und Absenkung der Vorlauftemperatur, vorgenommen werden.

Um diese Regelung zu optimieren, ist es von Vorteil, die Vorlauftemperatur des Gesamt-Lüftungsheizkreises zentral abhängig von der Außentemperatur vorzuregeln, um bei konstantem Heizmediumförderstrom und abgesenktem Temperaturniveau eine gleichmäßigere Einzelregelungsbeaufschlagung an den Lüftungs- und Klimaaggregaten sicherzustellen.

3.1.3 Örtliche Heizkreise zur Transmissionswärmedeckung:

Wie auch bei Wohngebäuden, erfolgt in den Pflegebereichen eine klassische Aufteilung in Regelgruppen, in Abhängigkeit der Gebäudelage nach Himmelsrichtungen. Diese wird jedoch überlagert von Nach- und Zusatzregelungen je nach der Art der Pflegegruppe. Ein Konstant-Heizungskreis auf niedrigem Temperaturniveau ist durch die häufig notwendige Nachwärmung der Luft in Naszellen der Pflegeeinheiten gegeben. Hier ist an einen besonderen Heizkreis zu denken, der gleichzeitig auch als Sommerheizung dienen kann. Im Bettenraum selbst ist eine Nachregelung über Heizkörperthermostatventile mit Raumthermostaten dann vorstellbar, wenn gleichzeitig eine Zuluftführung in diesen Raum erfolgt. Da die Zuluft für solche Räumlichkeiten meist mit Konstanttemperatur eingeblasen wird, erfolgt die Raumtemperaturkonstanthaltung dann mittels Nachregelung über Raumthermostat auf statische Heizflächen.

- 3.1.3.1 Um den Forderungen der Energieeinsparung nachzukommen, sind in den Räumen zwecks Transmissionswärmedeckung Heizflächen einzusetzen, die mit einer schnell ansprechenden Regelung in ihrer Wärmeabgabe gesteuert werden können. Dies sind nach wie vor marktgängige Heizkörper und Heizplatten. Alle Flächenheizungen in Form von Fußboden- oder Deckenheizungen sind zwar vorstellbar, doch regelträger; auch Kombinationen zwischen diesen und schnellansprechenden örtlichen Heizflächen sind unter besonderer Berücksichtigung der kaum regelbaren Zuluftanlagen (abgesehen von Klimakonvektoren mit Primärluftzutritt aus einer zentralen Klimaanlage) hinsichtlich Regelfähigkeit problematisch, da der überwiegende Teil des Jahres - ohne Betrieb mit niedrigen Auslegungstemperaturen - gerade schnell anpassungsfähige Heizflächen erfordert und bei Kombina-

tionen zwangsläufig zu groß dimensionierte regelträge Flächen vorliegen (Anlage 7).

Die weiteren großen Gebäudebereiche des Krankenhauses - wie Behandlung und Wirtschaftsteil - sollten in ihren Regelgruppen zusätzlich so unterteilt und ausgestattet sein, daß außerhalb der Hauptbetriebszeiten eine Absenkung der Netztemperaturen möglich ist, um energiesparend dann nur noch eine Grundbeheizung durchzuführen.

4.0 Erfahrungswerte für die Wärmebedarfsermittlung

4.1 Transmissionswärmebedarf/m² beheizter Fläche:

- a) Altbauten = 120 kcal/m²,h
- b) Neubauten = 60 kcal/m²,h
- c) Neubauten mit optimaler Wärmedämmung (z.B. schallgedämmte Außenscheiben mit Dreifach-Isolierverglasung) = 30 kcal/m²,h

4.2 Wärmebedarf für Lüftungsanlagen:

- Ohne Wärmerückgewinn = 12,2 kcal/m³
 - Mit Wärmerückgewinn von ca. 50% = 6,1 kcal/m³
- (Anlage 11)

4.3 Auf das Bett des reinen Pflegebereiches bezogen, ergibt sich, unter Berücksichtigung einer optimalen Dämmung (schallgedämmte Scheiben mit Dreifach-Isolierverglasung) wie sie im Hinblick auf die Energieeinsparungsüberlegungen zukünftig überwiegend hoffentlich zur Ausführung kommt, ein spezifischer Transmissionswärmebedarf = 1.340 kcal/h,Bett

4.4 Unter Einbeziehung auch der Behandlungsgebüdetrakte unter Mitansetzung vorgenannter

Voraussetzungen ein spezifischer
Transmissions-Wärmebedarf = 3.050 kcal/h,Bett

- 4.5 Bezieht man den Gesamtwärmebedarf eines solchen Krankenhauses auf das Bett (Transmissionswärme, Lüftungswärme, Wirtschaftswärme), so ergibt sich ein spezifischer Wärmebedarf = 26.100 kcal/h,Bett, wenn keine Wärmerückgewinnungsmaßnahmen im Bereich der Lüftung und Klimatisierung vorgesehen sind.

Wenn man weiter berücksichtigt, daß eine Gleichzeitigkeit bei der Wirtschaftswärme von 70% zu erwarten ist und zusätzlich einfache Wärmezugewinnungsmaßnahmen aus dem Kälteanlagenkreis und aus Abgasen mit berücksichtigt, läßt sich dieser Wert auf ca. 16.000 kcal/h,Bett reduzieren (Anlage 12).

5.0 Wärmeeigenversorgung - Wärmefremdversorgung

Bei jeder Neuplanung, aber auch bei in Betrieb befindlichen Kliniken, sollte überprüft werden, in wieweit eine Fremdversorgung gegenüber der Eigenversorgung der Vorzug zu geben ist, bzw. inwieweit Abwärme aus krankenhausesfremden Anlagen für bestimmte Bereiche der Klinik wirtschaftlich sind.

Grundsätzlich ist die Versorgung möglich mit:

Dampf,

Heißwasser,

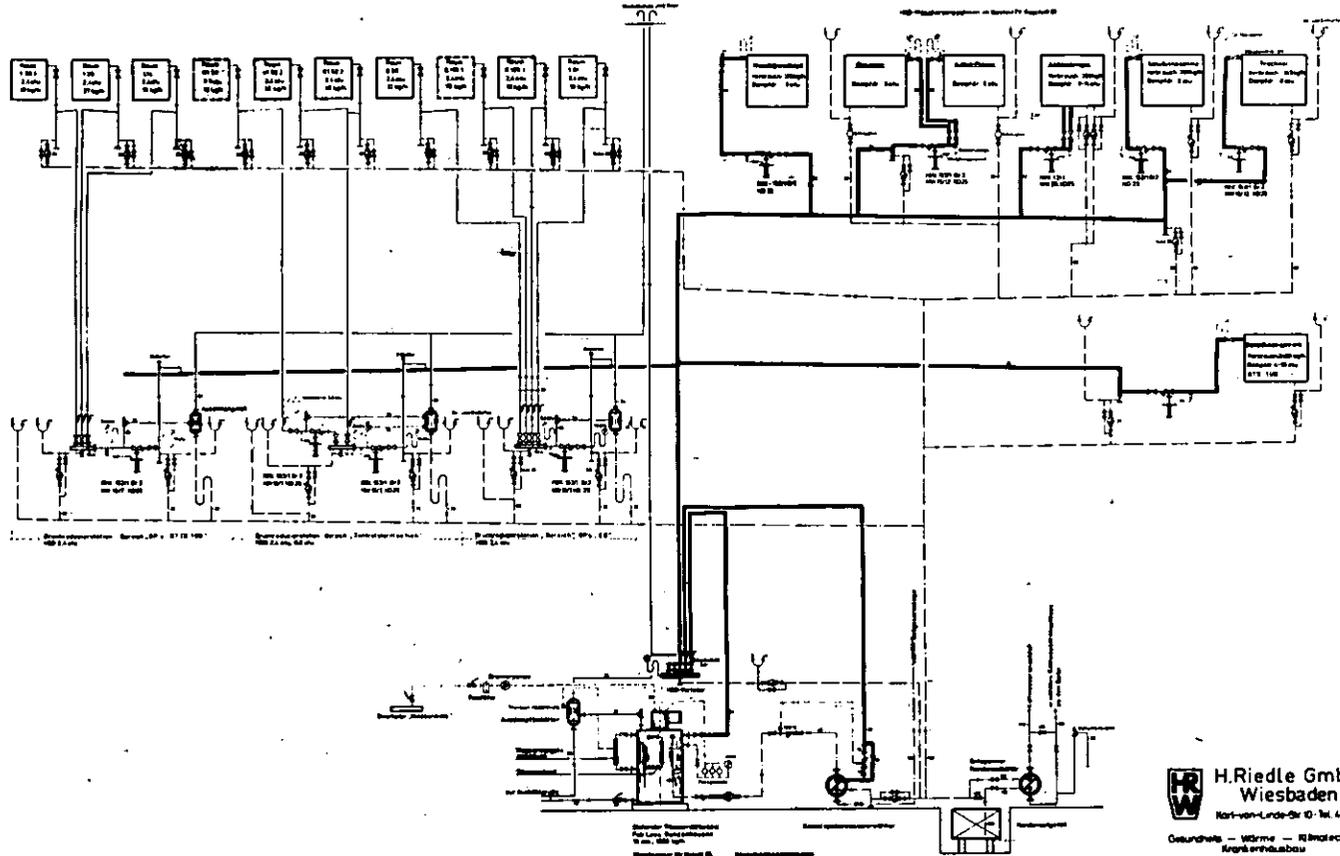
Warmwasser (Notwendigkeit von Nachversorgung in Eigenherzeugung für Verbraucher, die höheres Temperaturniveau als Eintrittstemperaturniveau aus Fernwärmeversorgung benötigen).

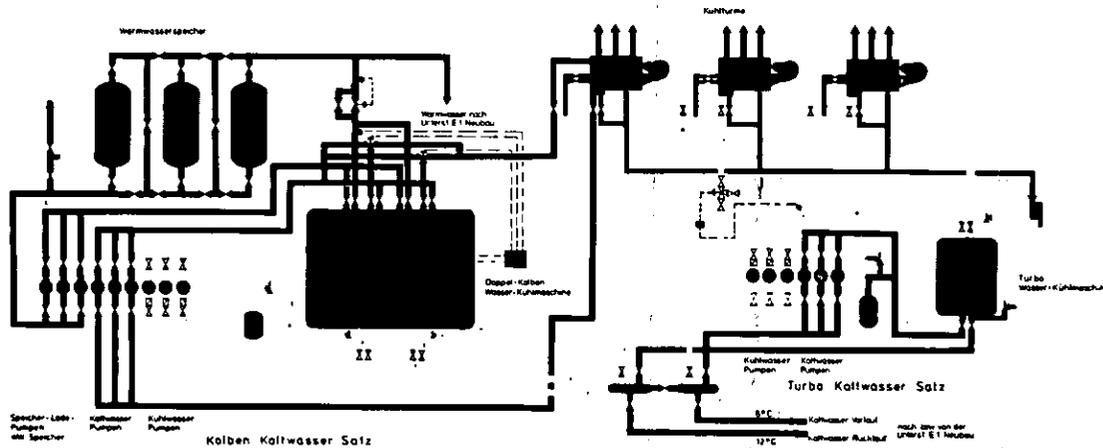
- 5.1 Liegt eine Fernversorgung mit Hochdruckdampf im Temperaturniveau von ca. 16 bar vor, so werden alle Bereiche der Wärmeversorgung hierdurch abgedeckt.
- 5.2 Bei einer Fernversorgung mit Heißwasser ist die Lage des Vorlauftemperaturniveaus entscheidend, wobei mit einem solchen oberhalb von 150°C ebenfalls der größte Teil der Wärmeverbraucher (teilweise über Umformung auf HD- und ND-Dampf) versorgt werden kann (Anlage 8). Eine kleine Eigenerzeugung für Hochdruckdampf des Druckbereiches 8 + 16 bar muß jedoch noch installiert werden.
- 5.3 Hat man nur Warmwasser \approx 100°C zur Verfügung, sind nach wie vor erhebliche Investitionen zur Eigenerzeugung von Wärme höher erforderlichen Temperaturniveaus für einen erheblichen Teil der Verbraucher notwendig. Nur die mit Warmwasser anzufahrenden Wärmeverbraucher (Transmissionswärme, Klima-Lüftung, Warmwasserbereitung) können direkt angeschlossen werden.

Es ist dann abzuwägen, in wieweit eine Fernwärmeversorgung überhaupt noch wirtschaftlich ist. Die Erfahrung zeigt, daß dann äußerst günstige Wärmeabgabekosten vom Fernwärmelieferanten angeboten werden müssen, um mit einem weiteren Ausbau der auf jeden Fall erforderlichen Eigenwärmeerzeugungszentrale im Krankenhaus selbst konkurrieren zu können.

K.Riedle
Karl-von-Linde-Straße 10
6200 Wiesbaden

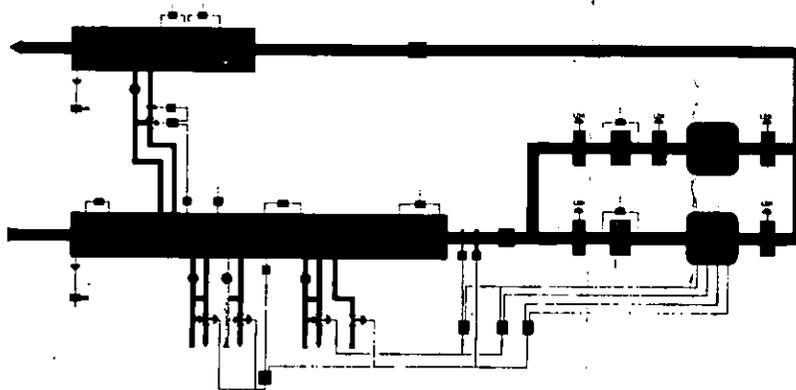
SCHALTSCHEMA HD-DAMPFVERBRAUCHER 16ATÜ IM ST. JOHANNIS KRANKENHAUS LANDSTUHL





**LANDKRANKEN
HAUS
COBURG**
Schema Kalt- u. Kühl-
wasserversorgung
in der Energiezentrale

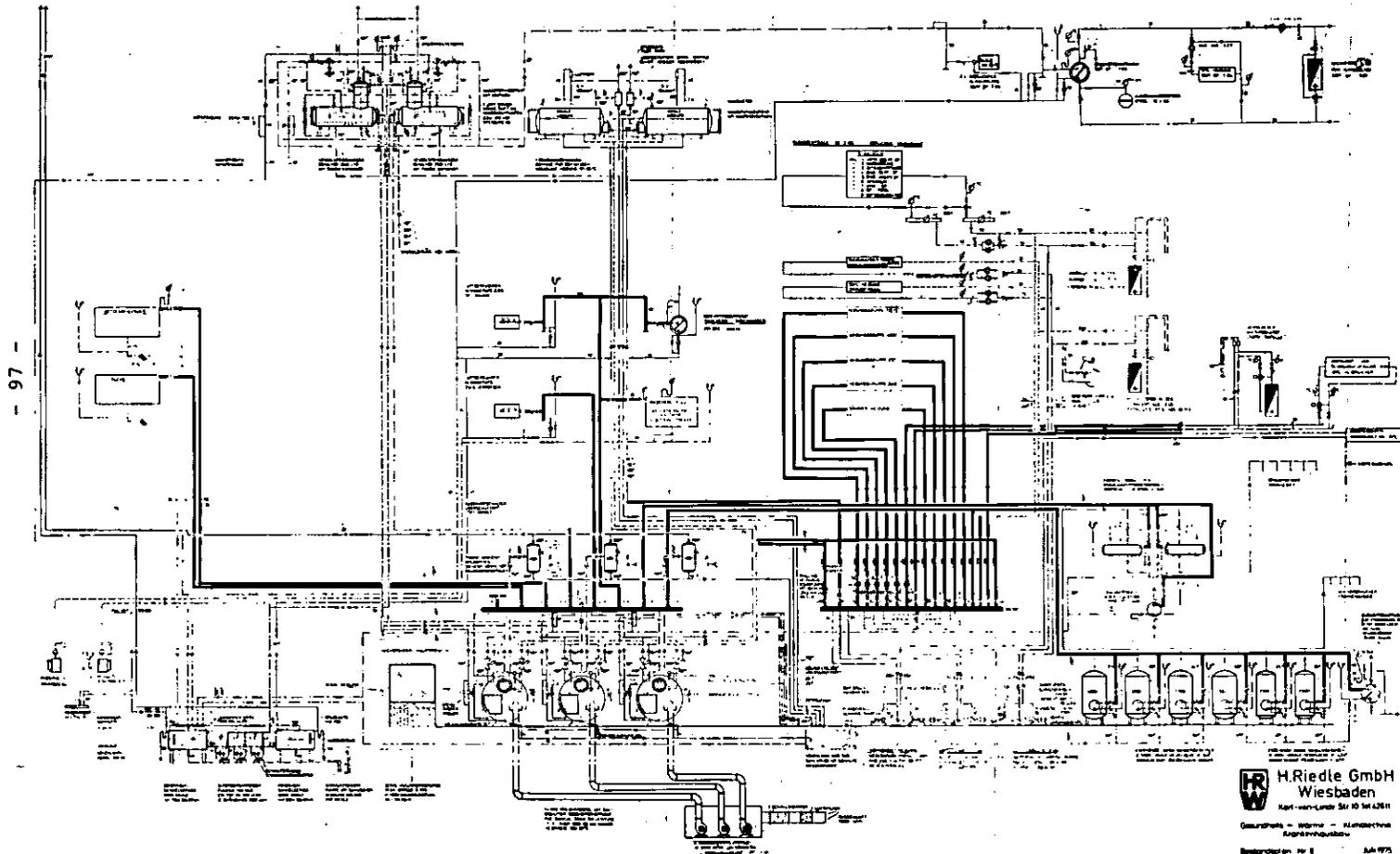
 H. Riedle GmbH Wiesbaden
Gesundheits-Wärme-Lüftungstechnik



**LANDKRANKEN
HAUS
COBURG**
Schema Anschluß eines
Klimagerätes mit Wär-
merückgewinnung

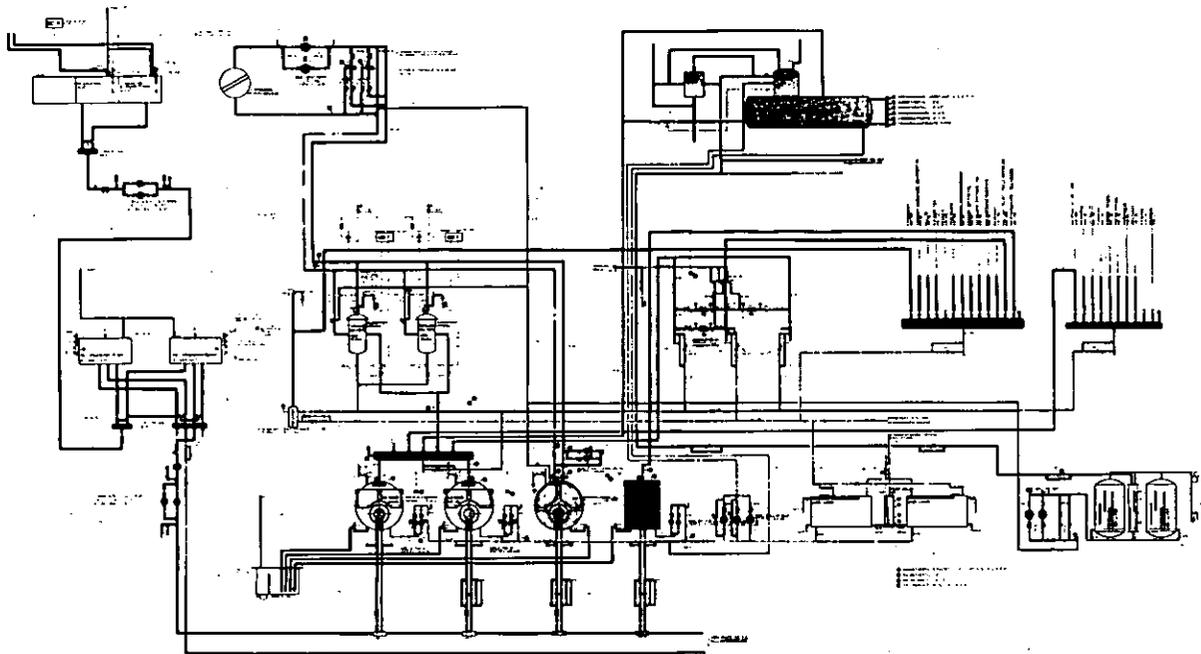
 H. Riedle GmbH Wiesbaden
Gesundheits-Wärme-Lüftungstechnik

SCHALTSCHHEMA HEIZUNG IM ST. JOHANNIS KRANKENHAUS LANDSTUHL



- 97 -

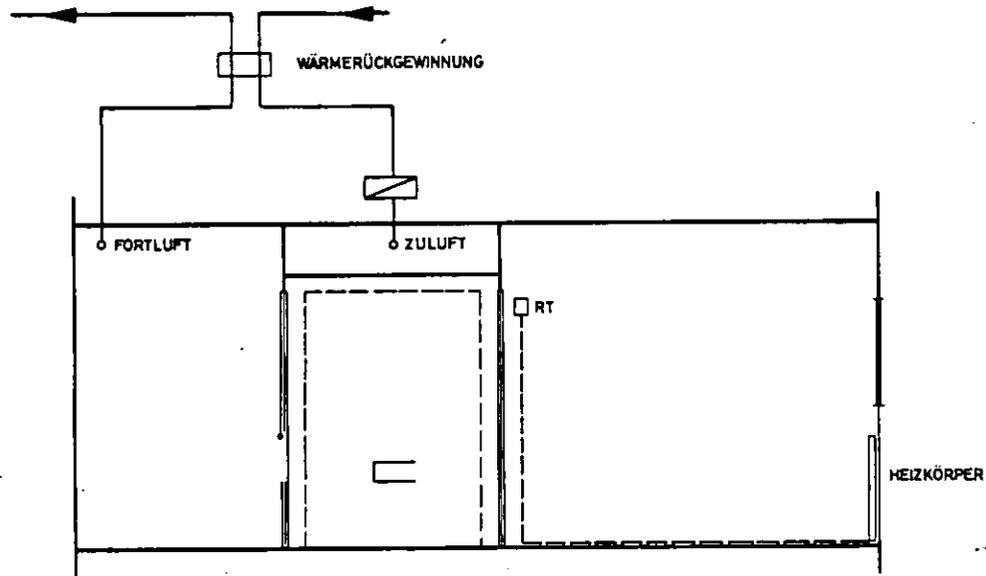
SCHALTSCHEMA HEIZZENTRALE STÄDTISCHE KLINIKEN WIESBADEN



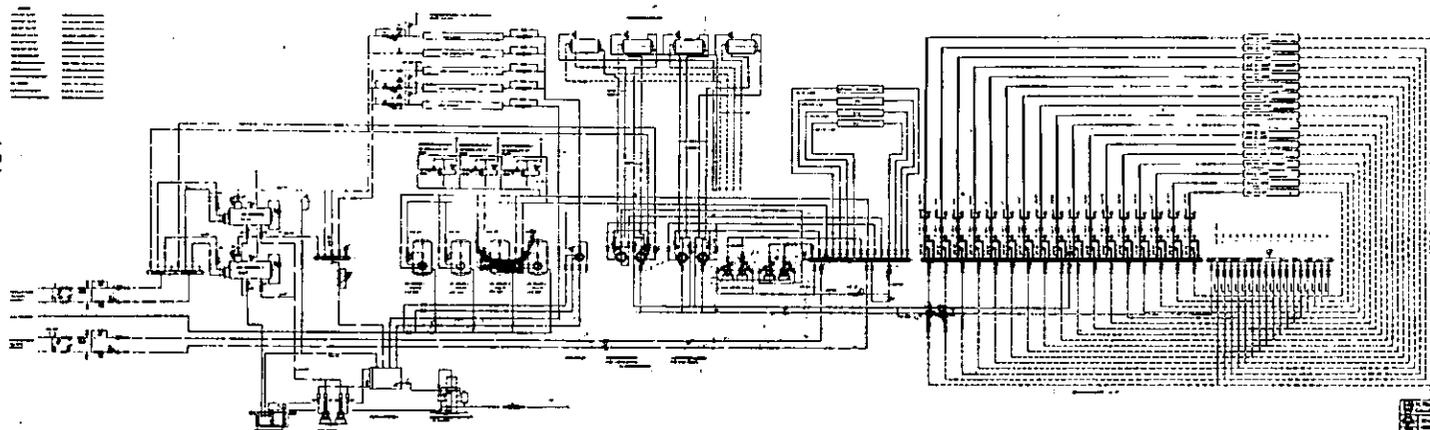
Legend table with multiple columns and rows of text, likely describing the components and symbols used in the schematic diagram.

ANLAGE 7

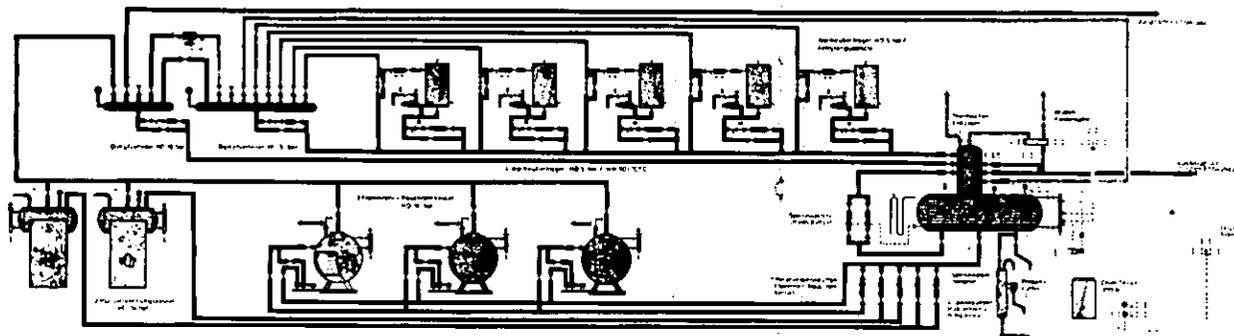
ENERGIESPARENDE BEHEIZUNG IN KOMBINATION
MIT LÜFTUNG FÜR KRANKENZIMMER (NACH TRÜMPER)



SCHALTSCHEMA HEIZUNG UNI-KLINIK KIEL

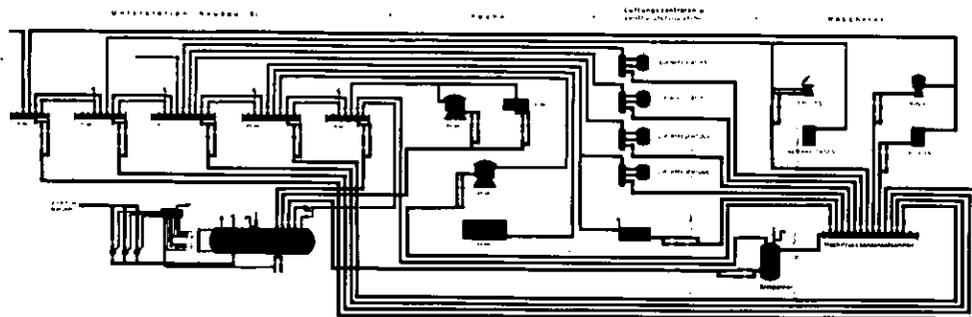


Legend box containing technical specifications and symbols.



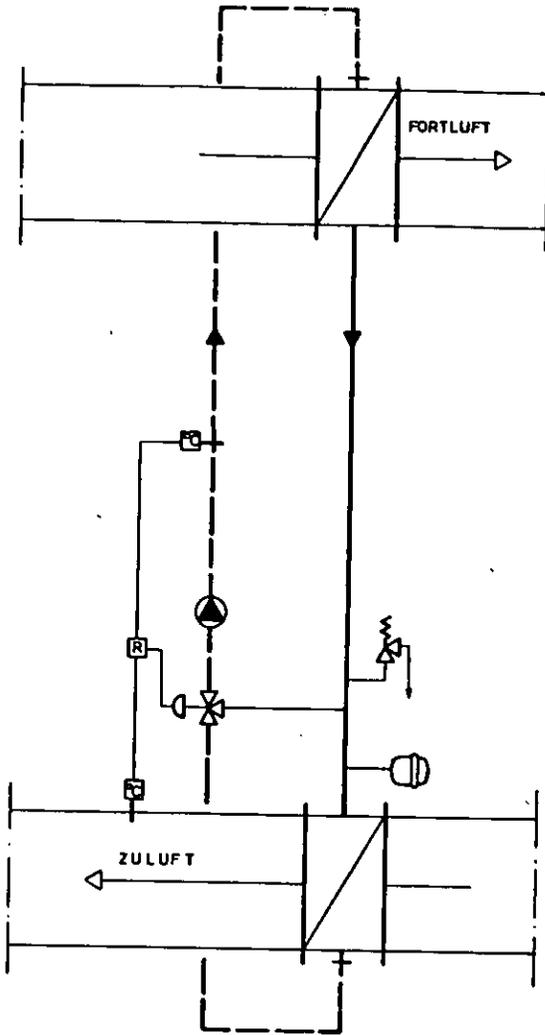
**LANDKRANKEN
HAUS
COBURG**
Schema Dampfver-
sorgung in der
Energiezentrale

 H. Riedle GmbH Wiesbaden
Gesundheitstechnik, Wärme- und Lüftungstechnik



**LANDKRANKEN
HAUS
COBURG**
Schema Dampfver-
sorgung in der Unter-
station Neubau E 1

 H. Riedle GmbH Wiesbaden
Gesundheitstechnik, Wärme- und Lüftungstechnik



WÄRMERÜCKGEWINNUNG MIT KREISLAUFAB-
BINDENDEM SYSTEM (ÄTHYLEN-GLYCOLSOLE)
VON FORTLUFT IN ZULUFT

WÄRMEVERBRAUCH

DAMPF

WARMWASSER

MANGEL TROCKNER
14 bar 6%

WASCHMASCHINEN BÜGELPRESSEN
10 bar 5%

REINDAMPF ERZEUGUNG
5 bar / 3 bar 14%

THERMISCHE ABWASSER AUFBEREITUNG
DRUCK-KOCH-KESSEL 25 bar 3%

KOCHKESSEL SPÜLMASCHINEN
0,5 bar 4%

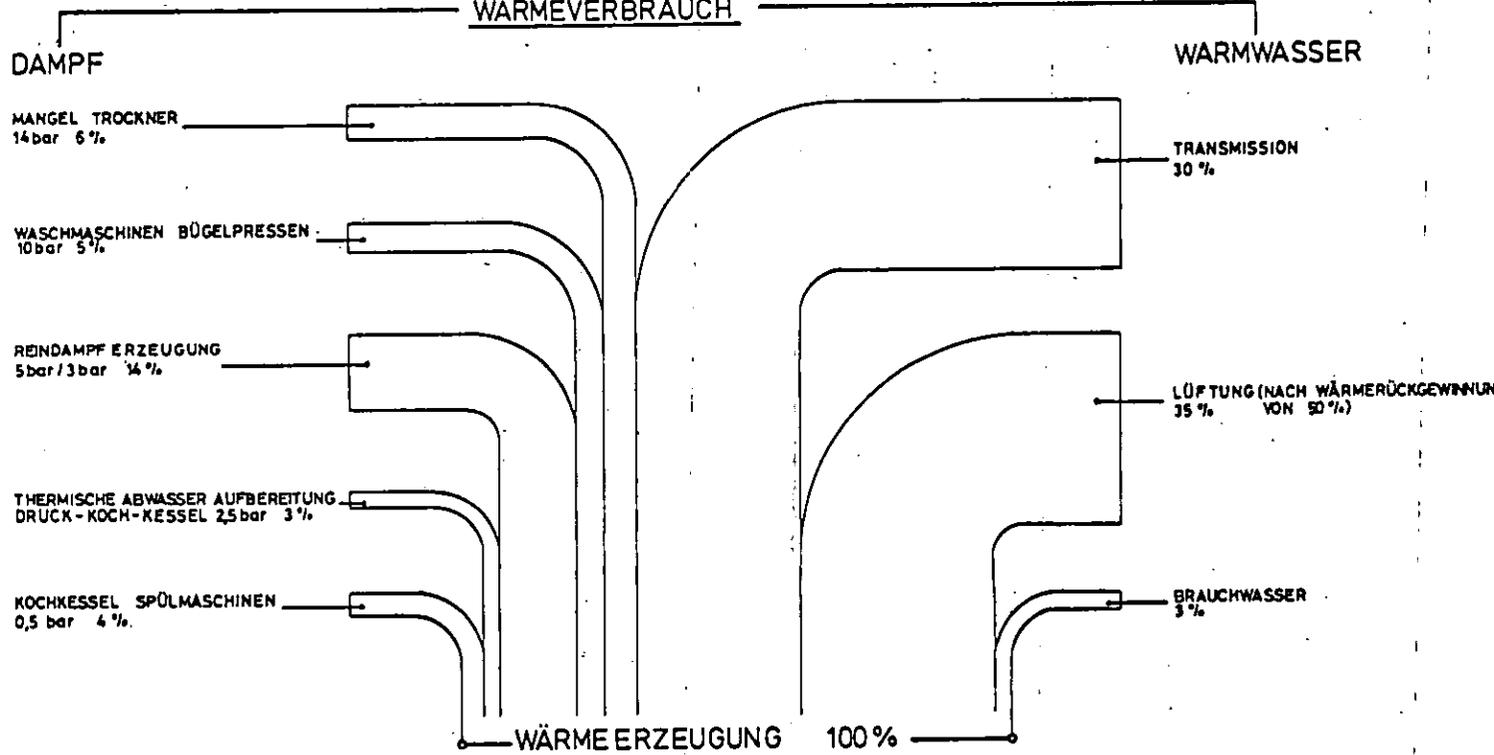
TRANSMISSION
30%

LÜFTUNG (NACH WÄRMERÜCKGEWINNUNG
VON 50%)
35%

BRAUCHWASSER
3%

WÄRME ERZEUGUNG 100%

105



**Warmwasserversorgung im Krankenhaus -
Anlagentechnik, Energieeinsparung**

von W. Dünnleder, Hamburg

1. Einleitung

Die Entwicklung der Energiekosten in der Vergangenheit und die zu erwartende Kostensteigerung und Energieverknappung in der Zukunft, zwingen den verantwortlichen Planer auch im Bereich der Warmwasserversorgungsanlagen die bisher gewählte Anlagentechnik unter dem Gesichtspunkt der Energieeinsparung kritisch zu überprüfen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse in zeitgemäße Anlagentechniken umzusetzen.

Bevor ich jedoch in meinem Vortrag auf diese Techniken eingehe, möchte ich kurz auf die Anforderungen, die vom Betreiber an eine Warmwasserversorgungsanlage im Krankenhaus gestellt werden, eingehen.

2. Anforderungen an die Warmwasserversorgungsanlage:

Für die zu planenden Systeme sind in erster Linie folgende Kriterien maßgebend:

- 2.1 Sicherstellung ausreichender Zapfleistungen für die einzelnen Verbraucher (Druck und Menge)
- 2.2 Sicherstellung der erforderlichen Mindest-Zapftemperatur in vertretbarer Wartezeit
- 2.3 Verhinderung von zu hohen Auslauftemperaturen an den Zapfstellen, hier insbesondere im Patientenbereich
- 2.4 Minimierung von Verlust-Wärmemengen wie Bereitschafts-, Zirkulations- und Verteilungsverluste

2.5 Verwendung von korrosionsbeständigen und wartungsarmen Anlagenteilen und Systemen

2.6 Lieferung von hygienisch einwandfreiem Wasser für alle Zapfstellen

Diese Forderungen müssen im Krankenhaus durch zentrale Versorgungssysteme für die einzelnen Verbrauchergruppen erfüllt werden.

Die Auswahl der Systeme ist jedoch wesentlich von der geplanten räumlichen Zuordnung der einzelnen Verbrauchergruppen sowie den spez. Anforderungen dieser Verbraucher an die Zapfleistungen und Temperaturen abhängig. Darüber hinaus sind die Forderungen der jeweiligen Wasserversorgungsunternehmer und hier insbesondere die Sicherung gegen rücklaufendes Wasser von sogenannten trinkwassergefährdenden Verbrauchern zu berücksichtigen.

In Bild 1 ist ein typischer Tagesverlauf einer Warmwasserverbrauchskurve in einem Bettenhaus, desgl. für den Untersuchungs- und Behandlungsteil und den Küchenbereich dargestellt.

Die Zusammenfassung von den 3 Versorgungsbereichen (Bild 2) ergibt, daß die Spitzenentnahmen zeitlich verschoben anfallen, so daß insgesamt eine gleichmäßigere Belastung der erforderlichen Wärmeerzeuger erfolgt.

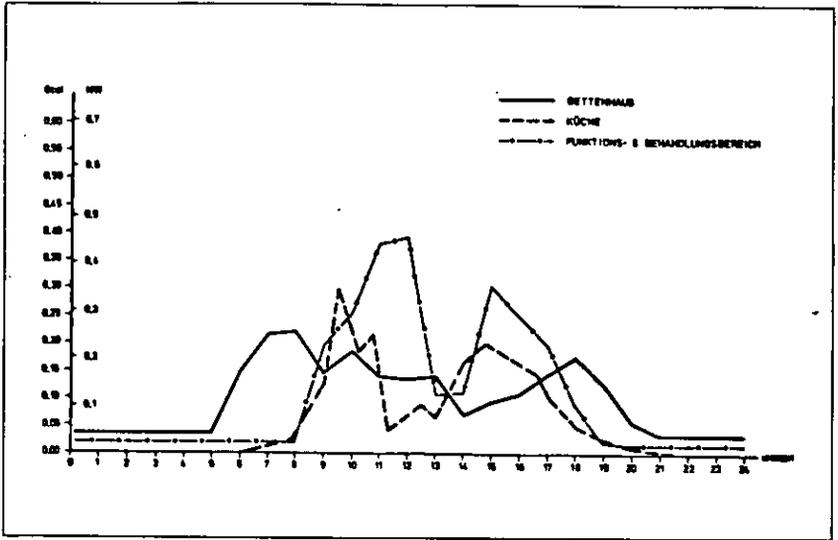


BILD 1

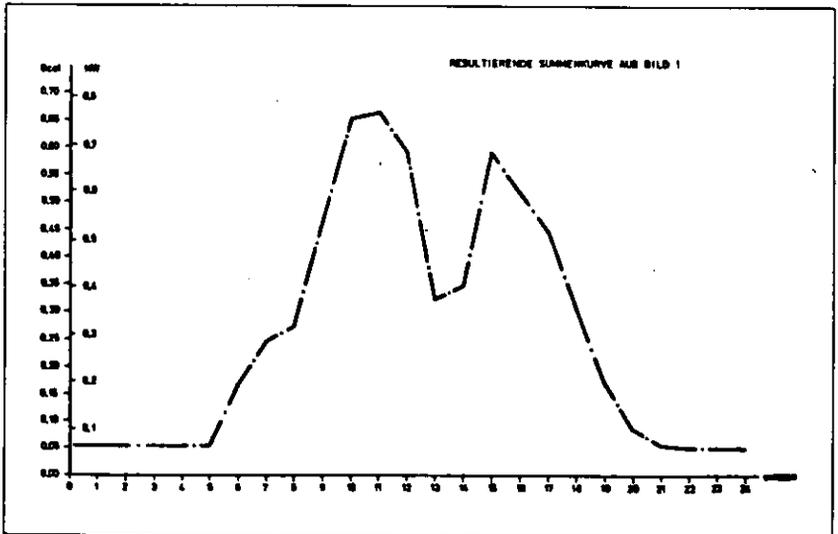


BILD 2

3. Verbrauchergruppen

Einige typische Verbraucher sind in Tabelle 1 - 3 für ein allgemeines Krankenhaus mit 1000 Betten, mit den heute üblichen jeweiligen Anforderungen an die Zapftemperatur zusammengefaßt.

Die Auswertung der erforderlichen Zapftemperaturen zeigt, daß die verschiedenen Bereiche im wesentlichen Zapftemperaturen von 35 - 50° C benötigen. Verbraucher mit höheren Temperaturanforderungen sollten in der Regel örtlich durch Nachheizeinrichtungen versorgt werden.

Bei dieser Temperaturwahl kann der Einbau von Thermostaten an den Endverbraucher entfallen. Hierdurch werden nicht zuletzt auch die Betriebs- und Wartungskosten für das Gesamtsystem verringert.

Die dezentrale Anordnung von zentralen Warmwasserbereitungssystemen reduziert die auftretenden Energieverluste durch Verkürzung der Rohrlängen und damit der Rohroberflächen, durch die geringeren mittleren Strömungsgeschwindigkeiten im Netz und die damit geringere elektrische Stromaufnahme für mehrere kleinere Zirkulationspumpen statt einer großen zentralen Zirkulationspumpenanlage.

Bei der Mehrzahl der Objekte ergibt sich die in Tabelle 4 enthaltene Zusammenfassung von Versorgungsbereichen.

Tabelle 4

4.1	Versorgungsbereiche	Temperatur °C
4.1.1	Bettenhaus: Patienten- und Publikumsbereich	40
4.1.2	Bettenhaus: Personalbereich	50
4.1.3	Allgem. Untersuchungs- und Behandlungsber.	50
4.1.3	Trinkwassergefährdende Anlagen: wie Physikalische Therapie, Labor, Röntgenab- teilung HNO usw.	50
4.1.4	Ver- und Entsorgungsbereich: Küche, Wäscherei, Zentralsterilisation, Zentral-Bettendesinfektion	50

Es sind jedoch auch andere Zuordnungen möglich, insbesondere dann, wenn eine weitere Temperaturanpassung von 4.1.1 - 4.1.3 möglich ist oder, wenn auf den Einbau trinkwassergefährdender Anlagen verzichtet werden bzw. entsprechende Einrichtungen, die den Vorschriften der Versorgungsunternehmen entsprechen, von den einzelnen Herstellern angeboten werden.

Die jeweiligen zentralen Warmwassererzeuger sollten von der bisherigen Praxis abgehend, nicht unbedingt in den Sanitär- oder Heizzentralen, sondern durchaus verteilt evtl. in Verbindung mit den dezentral angeordneten Lüftungszentralen aufgestellt werden.

Die Verteilsysteme werden mit Zirkulationsleitungen ausgerüstet und mit entsprechend kleineren Umwälzleistungen (Stromkosten) versehen.

Tabelle 1 - Typische Verbraucher im Bettenhaus

	Verbraucher	Sanitäre Ausstattung	Wasser- bedarf l/min	Zapf-temperatur	
				gewünschte °C	erforderliche °C
3.1	<u>Bettenhaus</u>				
3.1.1	<u>Patientenbereich</u>				
3.1.1.2	Bettzimmer	Waschtisanlagen	6	35 - 38	35
		Duschanlagen	10 - 20	38	38
3.1.1.3	Stationsbäder	Badewannenanlagen	60	40	40
		Sitzbadeanlagen	40	40	40
		Duschanlagen	10 - 20	38	38
		Waschtisanlagen	6	35 - 38	35
3.1.2	<u>Personalbereich</u>				
3.1.2.1	Stationsküchen bzw. Teeküchen	Spülen	15	50 - 60	50
3.1.2.2	Pflegearbeits- räume	Steckbeckenspüler	15 - 60	50 - 60	50
		Fäkalienausguß	15	50 - 60	50
		Waschbottich	15	50 - 60	50
		Waschtisch	6	35 - 38	35
3.1.2.3	Untersuchungs- bzw. Dienstzimmer	Waschtisanlagen	6	35 - 38	35
3.1.2.4	Publikumsbereich	Waschtisanlagen in WC-Räumen	6	35 - 38	35

Tabelle 2 - Typische Verbraucher im UB-Trakt

Verbraucher		Sanitäre Ausstattung	Wasser- bedarf l/min	Zapftemperatur gewünschte C	erforderliche C
3.2	<u>Untersuchungs- u. Behandlungstr.</u>				
3.2.1	<u>OP-Bereiche und Intensivpflege</u>				
3.2.1.1	Ärzte Waschräume und Ausleitung	Waschtischanlagen Spülen	6 15	35 - 38 50 - 60	35 50
3.2.1.2	Pflegearbeitsr.	Steckbeckenspüler (siehe auch 3.1.2.2)	15 - 60	50 - 60	50
3.2.2	<u>Röntgenabteilung</u>				
3.2.2.1	Untersuchungsrr.	Waschtischanlagen	6	35 - 38	35
3.2.2.2	Dunkelkammern	Spülen	15	35 - 60	50
3.2.3	<u>Labor</u> Anforderungen wie 3.2.2				
3.2.4	<u>Facharztbereiche</u> Anforderungen wie 3.2.2				
3.2.5	<u>Apotheke</u> Anforderungen wie 3.2.2				
3.2.6	<u>Physikalische Therapie</u>	Unterwassermassagewannen Teilbäder Duschen Med. Vollbäder Tret-Bad	120 - 200 60 10 - 20 100 - 120 40 - 60	35 - 60 15 - 40 35 35 - 50 15 - 20	50 40 38 50 20

Tabelle 3 - Typische Verbraucher im Ver- und Entsorgungsbereich

Verbraucher	Sanitäre Ausstattung	Wasserbedarf l/min	Zapftemperatur		
			gewünschte °C	erforderliche °C	
3.3	<u>Ver- und Entsorgungsbereiche</u>				
3.3.1	<u>Küche</u>				
3.3.1.1	Kalte Küche	Spülen	15 - 60	50 - 70	50
3.3.1.2	Fleischvorbereit.	Spülen	15 - 60	50 - 70	50
3.3.1.3	Bäckerei	Spülen	15 - 60	50 - 70	50
3.3.1.4	Spülküche	Topfspüle	15 - 40	50 - 70	50
		Spülmaschine	15 - 60	60 - 90	50
3.3.2	<u>Wäscherei</u>				
3.3.2.1	Vorbereitung	Spülen	15 - 40	50 - 60	50
3.3.2.2	Waschzone	Waschmaschinen		50 - 90	50
3.3.2.3	Chem. Reinigung	Reinigungsautomaten			50
3.3.3	<u>Zentral-Sterilis.</u>	Spülen	15	50 - 60	50
3.3.4	<u>Zentral-Bettendesinfektion</u>	Spülen	15	50 - 60	50

4. Versorgungssysteme

Bei der Wahl des wirtschaftlichsten Warmwasserversorgungssystems stehen sowohl Einzel- wie Gruppen- und insbesondere Zentrale Warmwasserversorgungsanlagen zur Verfügung. Die heute übliche Bauweise für allgemeine Krankenhäuser in der Größe von 400 - 2000 Betten sehen in der Regel die Anordnung von Bettenhaustürmen über dem Untersuchungs- und Behandlungstrakt und weitgehend separate Gelände für die zentralen Ver- und Entsorgungseinrichtungen vor.

Die sich dadurch ergebenden dezentralen Versorgungsbereiche, die unterschiedlichen Anforderungen an die Zapftemperaturen, die Forderungen der Wasserversorgungsunternehmen nach Trennung von trinkwassergefährdenden Anlagen von den übrigen Verbrauchern, die meist erforderlichen unterschiedlichen Druckzonen für die Bettenlängen und die unter Ziffer 2 genannten Anforderungen an die Warmwasserversorgungsanlage, sollten den Planer verlassen, von den bisher weitgehend üblichen gemeinsamen zentralen Warmwasserversorgungsanlagen für alle Abnehmer abzugeben und statt dessen mehrere Versorgungsbereiche mit dezentral angeordneten, zentralen Anlagen, die dem Verbrauchsschwerpunkt zugeordnet sind, einzuplanen.

Die Regelung der Temperaturen im Warmwasserbereich sollte grundsätzlich durch das Heizmedium in der Weise erfolgen, daß im gesamten Verteilungssystem einschl. dem Warmwassererzeuger keine höheren Temperaturen als max. + 55° C auftreten können.

Darüber hinaus sollte angestrebt werden, die Temperatur noch weiter auf ca. + 45° C herabzusetzen, um unnötige Wärmeverluste durch das Rohrsystem (Zirkulationsverluste, Stillstandsverluste) auch bei optimaler Isolierung auszuschalten.

4.2 Warmwassererzeuger

Die Auslegung und die Systemwahl des jeweiligen Warmwassererzeugungssystems hat unter Berücksichtigung der zu versorgenden Verbraucher (Verbrauchsverhalten, Temperaturanforderungen) sowie entsprechend der zur Verfügung stehenden Energie für die Erwärmung des Warmwassers zu erfolgen.

Für die Erwärmung kommen je nach Einzelfall Dampf, Heißwasser, Heizwasser und in Einzelfällen auch Elektroenergie zur Anwendung.

Die direkte Beheizung durch Primärenergie wie Oel, Gas oder Kohle kann nur in Ausnahmefällen in Betracht gezogen werden.

Die für den Einsatz neuer Technologien wie Solarenergie, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung usw. erforderlichen Voraussetzungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Wenn wir auch heute in den meisten Fällen mit diesen Technologien noch keine Wirtschaftlichkeit erreichen, so sollten wir jedoch die spätere Umstellung bzw. Ergänzung nicht ausschließen. Das bedeutet:

Wahl einer möglichst niedrigen Warmwassertemperatur im Warmwassererzeuger.

Wahl großer Speicherinhalte als Wärmepuffer

Die aus den bereits erläuterten Gründen (zentraler Verbrühungsschutz, geringere Kalksteinbildung in Erzeuger und Rohrleitung, geringere Zirkulations-Wärmeverluste) erforderliche Begrenzung der Temperaturen auf der Warmwasserseite sowie die in Versorgungsnetzen auftretenden starken Belastungsschwankungen, erfordern eine entsprechende Regelgenauigkeit auf der Energiezuführungsseite.

Diese Forderungen können nur mit einer Schaltung nach dem vorgenannten Ladesystem (Bild 4) sichergestellt werden.

Bei ausgedehnten Verteilungsnetzen muß darüber hinaus das zurückkommende Zirkulationswasser über einen separaten Wärmetauscher erwärmt und dem Vorlauf direkt wieder zugeführt werden. (Bild 5).

Dabei sind alle wichtigen Systeme doppelt bzw. austauschbar vorzusehen, so daß bei Ausfall oder Reparatur ein Notbetrieb aufrecht gehalten werden kann.

Die in Bild 6 gezeigte konventionelle Regelung für die Warmwassererzeugungsanlage kann nur noch für Verteilungssysteme mit höheren Wassertemperaturen bei gleichzeitig verringerten Anforderungen an die Temperaturkonstanz eingesetzt werden (z.B. Versorgung, Küche, Wäscherei usw.).

BILD 4

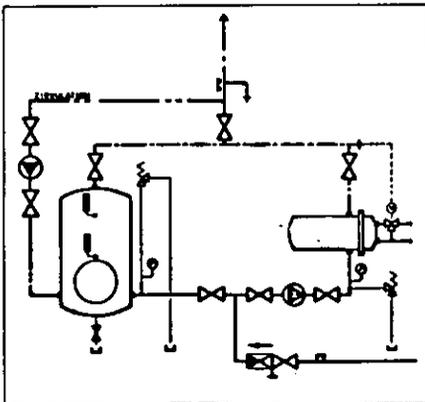
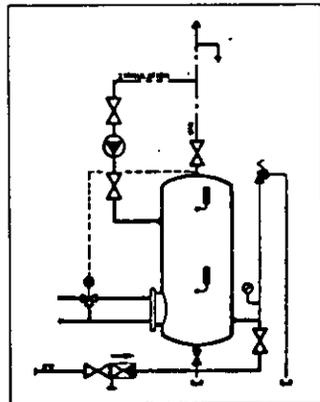


BILD 5



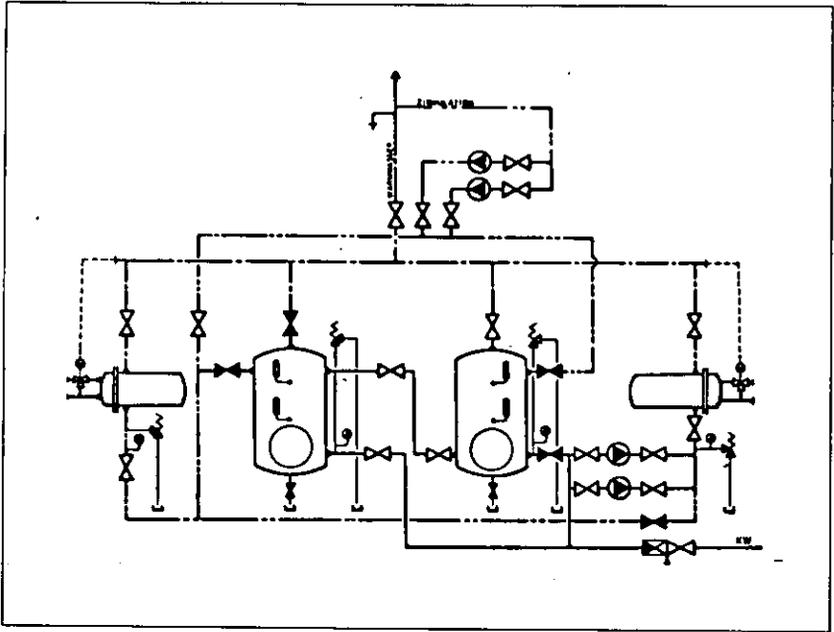


BILD 6

5. Weitere Energieeinsparungsmöglichkeiten

Durch nachstehende Maßnahmen kann der Energieverbrauch der gesamten Versorgungsanlagen zum Teil erheblich reduziert werden.

- 5.1 Reduzierung des Wasserverbrauches durch Wassermengenregler oder Armaturen mit sparsamen Verbrauch an den Entnahmestellen.
- 5.2 Reduzierung des Wasserverbrauches durch Reduzierung des Versorgungsdruckes auf den tatsächlich erforderlichen Druck.
- 5.3 Optimierung der Wärmedämmung von Rohrleitungen, Erzeugern und Armaturen über die DIN 4108 hinaus. Hier soll auf die Wärmeschutzverordnung zum Energieeinsparungsgesetz verwiesen werden.
- 5.4 Verzicht auf Warmwasser, z.B. Publikumsbereich.
- 5.5 Unterbrechung der Zirkulation in den Nachtstunden über Zeitschaltuhren.
- 5.6 Anordnung von Einzel-Warmwassererzeugern bzw. Nacherhitzern für Entnahmestellen mit überdurchschnittlichen Temperaturanforderungen.
- 5.7 Einbeziehung von zur Verfügung stehenden Wärmeenergien aus Abdampf, Wrasen, Rückkühlsystemen, Abfallwärme, Abgaswärme, Abwasserwärme oder anderen Wärmerückgewinnungssystemen.
- 5.8 Ausnutzung von Solarenergie bzw. Einsatz von Wärmepumpenanlagen.

6. Schlußbetrachtung

Die Oelversorgungskrise im Herbst 1973 und die heute auftretenden Probleme in der Oelversorgung durch die Veränderungen im Iran und nicht zuletzt die weiter zu erwartende Verknappung von Primärenergie in der Zukunft zwingen uns zu äußersten Anstrengungen bei dem Versuch, technische Systeme und Anlagen zu planen, bei denen optimale Wirkungsgrade und damit max. Energieausnutzung sichergestellt sind.

Dabei können heute Systeme, die in der Regel noch nicht wirtschaftlich sind (z.B. Solartechnik), nicht mehr ausgeschlossen werden.

Durchgeführte Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für geplante bzw. ausgeführte Objekte haben bewiesen, daß auch für Warmwasserversorgungssysteme erhebliche Energieeinsparungen durch die Wahl geeigneter Systeme und Anlagenteile erreicht werden können.

Jeder Einzelfall muß jedoch vor Ausführung von dazu qualifizierten unabhängigen Planern durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung untersucht und entsprechende Empfehlungen erarbeitet werden.

Werner Dünninger

Beratende Ingenieure
für Gebäudetechnik

F.W. Heermann, F.W. Sadowsky
und Partner

H. Bernitt, W. Dünninger, K.-D. Hufnagel
Überseering 9

2000 Hamburg 60

Kosten- und Energieeinsparung bei wasserführenden Systemen durch Beseitigung und Verhinderung von Ablagerungen

von R. Scharmann, Freiberg

1. Einführung und Problemstellung

Bei der Verwendung von Wasser als Kühl/Heizmedium kann es zu Härteablagerungen, Korrosionen sowie zu Algen/Schleimbildung kommen. Die Belagsbildung führt stets zu einer Beeinträchtigung der Funktion der jeweiligen Anlage. An den Heiz- oder Kühlflächen kommt es zu einer Verschlechterung des Wärmeüberganges, im System treten aufgrund von Querschnittsverengungen Druckverluste auf, Düsen, Ventile, Schieber und Kühlkanäle verstopfen. Das bedeutet:

1. Höhere Kosten durch Energiemehrverbrauch
2. Plötzlicher Ausfall der Anlage
3. Kurze Reinigungsintervalle
4. Höhere Wartungskosten
5. Höhere Wasserkosten
6. Schwierigkeiten beim Betrieb der Anlage
7. Mögliche Zerstörung der Anlage.

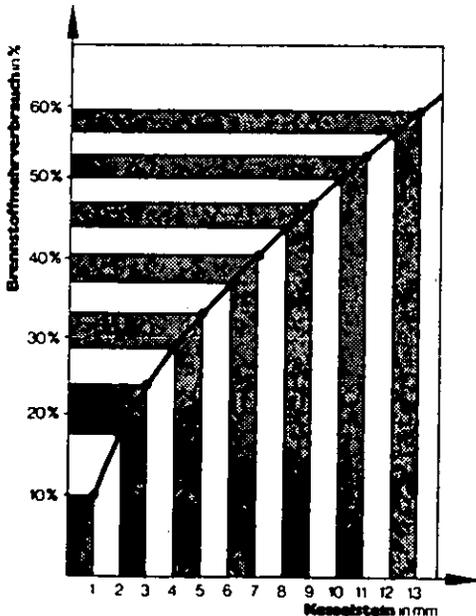


Abb. 1

Brennstoffmehrverbrauch

Die Ursachen der Belagsbildung in Wassersystemen lassen sich wie folgt unterscheiden:

- 1) Chemische Reaktion (z.B. Bildung von Kalkablagerungen)
- 2) Kristallisation gelöster Salze (z.B. Bildung von Gipsablagerungen)
- 3) Anhaften von suspendierten Stoffen (z.B. Belagsbildung durch Schmutzpartikel)
- 4) Bildung von biologischem Bewuchs (Algen, Schleimbakterien).

Ablagerungen in wasserführenden Systemen sind die Ursache für Brennstoffmeherverbrauch und Energieverluste.

Abb. 1 zeigt den Brennstoffmeherverbrauch in %, abhängig von der Dicke des Kesselsteinansatzes. Die von der Kurve abweichenden Versuchsergebnisse sind auf die Verschiedenartigkeit des Kesselsteins (porös - hart) zurückzuführen. Bei einer Dicke des Kesselsteins von nur 1 mm tritt bereits eine Erhöhung des Brennstoffverbrauchs um ca. 10 % auf.

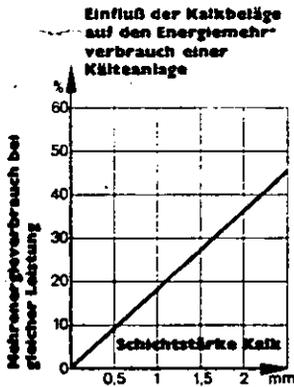


Abb. 1

Mehrernergieverbrauch

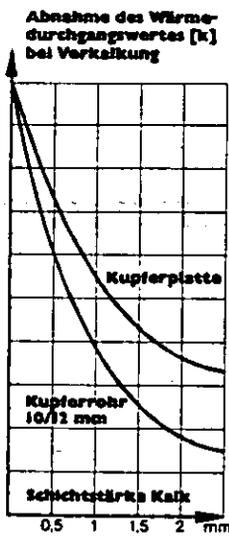


Abb. 2

Isolierende Eigenschaften von Kalkbelägen

Die guten isolierenden Eigenschaften von Härteablagerungen sind in Abb. 2 dargestellt. Der Wärmedurchgang z.B. in Kupferkondensatoren wird entscheidend behindert und damit eine einwandfreie Funktion in Bezug auf die Wärmeübertragung unmöglich gemacht.

Bei gleicher Kälteleistung bedeutet dies einen Energiemeherverbrauch der Kälteanlage (Abb. 3).

Oder anders ausgedrückt: Bei gleichem Stromverbrauch sinkt die Kälteleistung (Abb. 4).

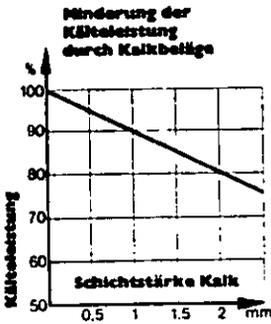


Abb. 4
Minderung der Kälteleistung

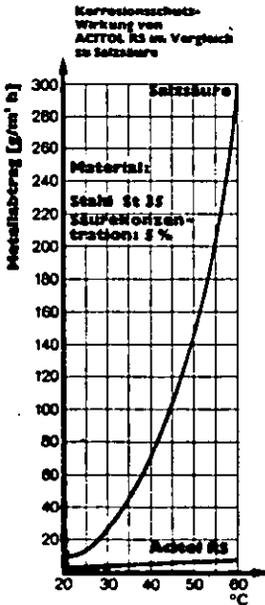


Abb. 5
Schutzwirkung einer inhibierten Säure

2. Sofortmaßnahmen

Um wirtschaftliche Betriebsverhältnisse wieder herzustellen, bietet sich eine chemische Reinigung des Systems an.

Zur Reinigung der Oberflächen von Härteablagerungen und Korrosionsprodukten werden inhibierte Säuren eingesetzt.

Eine solche Reinigungschemikalie sollte folgende Eigenschaften haben:

- kein wesentlicher Angriff auf die installierten Materialien
- gutes Lösevermögen der Ablagerungen
- Benetzungsfähigkeit der Inkrustierungen
- geringe Schaumneigung
- Dispergierwirkung auf ungelöste Ablagerungen
- geringe Toxizität
- gute Hautverträglichkeit
- einfach in der Handhabung.

Diese Spezial-Chemikalien zur Entkalkung und Entrostung von wasserführenden Systemen aller Art enthalten je nach Einsatzbereich Korrosionsschutz-zusätze für Eisen, Stahl, Kupfer, Kupferlegierungen, Aluminium und Zink. Fettthaltige Bestandteile werden emulgiert und unlösliche Schmutzteilchen dispergiert. Vorhandene Beläge werden unterwandert und lösen sich vom metallischen Untergrund. Dieser Effekt führt zu einer schnellen und kostengünstigen Entfernung der Ablagerungen.

Vor dem Einsatz von ungenügend inhibierten Säuren kann an dieser Stelle nur gewarnt werden.

Abb. 5 zeigt z.B. den Angriff einer mangelhaft inhibierten 5%igen Salzsäure auf Normalstahl im Vergleich zu einer gut inhibierten Reinigungschemikalie mit ebenfalls 5 % Säure. Die Schutzwirkung vor Metallabtrag beträgt in diesem Fall 99,2 % bei 60°C.

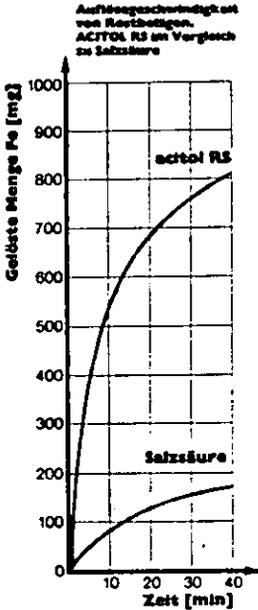


Abb. 6
Auflösung von Rostbelägen

Wird keine chemische Analyse der zu beseitigenden Ablagerungen durchgeführt, so kann die Wahl einer ungeeigneten Reinigungschemikalie die Reinigungsdauer erheblich verlängern oder gar eine zufriedenstellende Reinigung unmöglich machen. Am Beispiel einer Rostablagerung (Abb. 6) wird deutlich, welche Verlängerung der Reinigungszeit (und damit Kostenhöhung) in Kauf genommen werden muss, wenn Reinigungschemikalie und zu lösender Belag nicht gut aufeinander abgestimmt sind.

3. Vorbeugende Maßnahmen

Durch eine Regulierung der Eindickung (Aufkonzentrierung der im Wasser gelösten Salze) und durch Impfung des Wassers mit härtestabilisierenden Chemikalien kann die Bildung von Kalkbelägen verhindert werden. Abb. 7 zeigt die guten härtestabilisierenden Eigenschaften einer solchen modernen Anforderungen entsprechenden Chemikalie (VARIDOS). Wichtig ist hierbei die hohe Temperaturbeständigkeit und die extrem niedrige Anwendungsgrenze im Gegensatz zu handelsüblichen Polyphosphaten.

Durch den Einsatz von Korrosionsschutzmitteln bzw. ausgewählten Kombinationen von Inhibitoren ist man in der Lage auch die Bildung von Belägen aus Korrosionsprodukten zu verhindern bzw. zu reduzieren. Abb. 8 und Abb. 9 zeigen für einige ausgewählte Materialien welche Reduzierung der Korrosionsrate bzw. des Metallabtrages möglich ist.

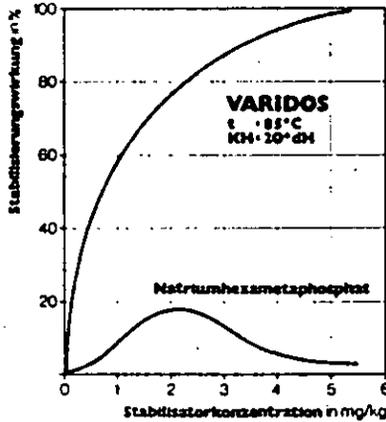


Abb. 7
Vergleichende Härtestabilisierung

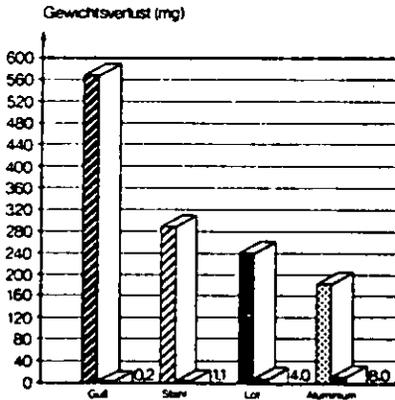


Abb. 8
Metallabtrag ohne und mit VARIDOS-Zusatz.
Versuchsbedingungen nach ASTM

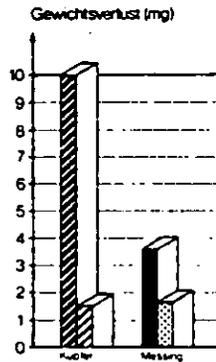


Abb. 9
Metallabtrag ohne und mit VARIDOS-Zusatz.
Versuchsbedingungen nach ASTM

4. Zusammenfassung

Ablagerungen in wasserführenden Systemen sind die Ursache für höhere Betriebskosten. Durch Sofortmaßnahmen (schnelle chemische Reinigung der Anlagen) und durch vorbeugende Maßnahmen (Zusatz von härtestabilisierenden und korrosionsschützenden Wasserbehandlungschemikalien) lassen sich wirtschaftliche Betriebsbedingungen wieder herstellen bzw. aufrecht erhalten. Die Kosten für derartige Maßnahmen stehen in keinem Verhältnis zu den sonst zu erwartenden Energieverlusten bzw. zum Energiemehrverbrauch.

Literatur:

Brunner: Broschüre "Kalkkurs 1974", Migros Luzern

Held, H.-D.: Kühlwasser, Vulkan-Verlag, Essen 1977.

Herre E.,: Korrosionsschutz in der Sanitärtechnik, Kramer-Verlag, Düsseldorf, 1972

Junghahn, L.: "Chemie-Ing.-Techn.", 36. Jahrg., 1964/Nr. 1

Kelly, B.J.: Vortrag Space Conditioning Session American Power Konferenz 1964

Koppensteiner, G.: "Wasser, Luft und Betrieb", 17 (1973), Nr. 12

Lammers, J.: "Verfahrenstechnik", 7 (1973), Nr. 4

Orth, Helmut: Korrosion und Korrosionsschutz, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1974

Rahmel A./Schwenk W.: Korrosion und Korrosionsschutz von Stählen, Verlag Chemie, Weinheim 1977

Rother, H.J.: Korrosionsschutz durch Anwendung von Inhibitoren. Vortrag Technische Akademie Esslingen Nr. 2631/04.46

Scharmann R.: Korrosion und Wasserbehandlung in offenen Klimawassersystemen, "Klima+Kälte-Ingenieur"; 12/78

Scharmann R.: Ablagerungen in wasserführenden Systemen und deren Beseitigung durch chemische Reinigung "HR-Zeitschrift für Versorgungstechnik", Heft 4/5/75

Scharmann R.: Wasserbehandlung in Kälte- und Klimaanlage, "Klima-Kälte-Technik", 5/1975

Scharmann R.: Hinweise für den Bau und Betrieb von geschlossenen Heiz- und Kühlkreisläufen, "Die Kälte", 6/76

Ulrich, E.A.: Werkstoffzerstörung und Schutzschichtbildung in Wasserversorgungs- und Heizungsanlagen, Verlag TÜV Bayern e.v.

DIN 50900, Beuth-Verlag, Berlin 1975

DIN 50930, Beuth-Verlag, Berlin 1976

Adresse des Autors:

R. Scharmann, Chem.-Ing.(grad.)

Leiter der Anwendungstechnik

Schilling-Chemie GmbH u. Produktions KG

Steinbeisstraße 20-22, 7141 Freiberg/N

Tel. 07141/72021, Telex 7-264653 schi d

Abnahme und Überwachung energietechnischer Anlagen aus der
Sicht des Gemeinde-Unfallversicherungsverbandes

(Dipl.-Ing. Norbert Schulz)

1. Einleitung, Definitionen:

Für einen reibungslosen, gefahrlosen und dem Stand der Technik angepaßten Betrieb eines Krankenhauses ist eine Vielzahl von energietechnischen Anlagen erforderlich. Energietechnische Anlagen haben die Aufgabe, Energie zu erzeugen, umzuwandeln, zu speichern und fortzuleiten. Hierbei muß dafür Sorge getragen werden, daß die Energie gefahrlos ihrer Zweckbestimmung gemäß verwendet und nicht unkontrolliert frei werden kann. Das unkontrollierte Freiwerden von Energie stellt in jedem Fall ein Unfallereignis dar, unabhängig davon, ob es zu Sach- oder Personenschäden kommt.

Diese Unfallereignisse zu vermeiden und außerdem ein hohes Maß an Betriebssicherheit zu gewährleisten, wie dies in einem Krankenhaus dringend erforderlich ist, ist Sinn und Zweck der Abnahmeprüfung von Anlagen vor der ersten Inbetriebnahme, sowie der regelmäßigen vorgeschriebenen Überwachungsprüfungen. Die Aufgabe den gefahrlosen Betrieb und den betriebssicheren Zustand energietechnischer Anlagen zu überwachen und sicherzustellen, ist Aufgabe des Unternehmers, d.h., des Sachkostenträgers bzw. seines bevollmächtigten Stellvertreters.

2. Abnahmeprüfungen und Überwachungsprüfungen:

Zur verantwortungsvollen Wahrnehmung dieser Aufgabe muß sich der Unternehmer auf Fachfirmen, Sachverständige, Sachkundige und Prüforganisationen verlassen können, die eine Baumuster- bzw. Abnahmeprüfung der Anlagen vornehmen, um z.B. den sicherheitstechnisch einwandfreien Zustand zu bescheinigen. Mit der Abnahme einer Anlage ist jedoch nicht sichergestellt, daß sie auf Jahre hinaus den geprüften sicherheitstechnischen Zustand beibehält. Aus diesem Grund sind immer dann zusätz-

liche, zum Teil regelmäßige Überwachungsprüfungen erforderlich vorgeschrieben, wenn Anlagen je nach Nutzung einer anspruchsbedingten Abnutzung und demzufolge einem entsprechenden Verschleiß unterliegen, wodurch die Lebensdauer und Betriebssicherheit begrenzt bzw. beeinflusst wird.

Regelmäßige Überwachungsprüfungen sollen gewährleisten, daß diese Abnutzung bzw. der Verschleiß ein vorgeschriebenes Maß nicht überschreitet und somit als Folge davon die Funktionssicherheit unmittelbar und die Sicherheit der Beschäftigten und auch der Patienten mittelbar gefährdet ist. Um diesen kritischen Zustand einer Anlage rechtzeitig erkennen zu können, sind aufgrund langjähriger Erfahrungen Prüflisten erstellt worden, die ihren Niederschlag in Verordnungen, Unfallverhütungsvorschriften, technischen Regelwerken und dergl. gefunden haben. Werden in diesen Prüfvorschriften Prüfintervalle vorgeschrieben, so spricht man von "regelmäßigen Prüfungen".

Die regelmäßigen Prüfungen sind gleichbedeutend mit der turnummäßigen Überwachung und stehen im engen Zusammenhang mit den Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme (Abnahmeprüfung) von Anlagen sowie Prüfungen vor der Wiederinbetriebnahme nach wesentlichen Änderungen. Zu den genannten Prüfungen treten zur Vervollständigung der Überwachung die bedarfsabhängigen Prüfungen, die streng genommen nach Reparaturen und aufgetretenen Fehlern durchzuführen sind.

3. Verantwortung für die Unfallverhütung:

Die Verantwortung und Sorge für die betriebssichere, gefahrlose und unfallfreie Regelung des Betriebsablaufes und des Betriebes der Anlagen und Betriebsmittel trägt der Unternehmer oder sein bevollmächtigter Stellvertreter. Er trägt somit auch die Verantwortung für die rechtzeitige und vorschriftsmäßige Durchführung der Prüfungen und damit die Überwachung der Anlagen und Betriebsmittel.

4. Überwachung der Maßnahmen zur Unfallverhütung:

Es ist leicht einzusehen und dadurch verständlich, daß diese verantwortungsvolle Aufgabe des Unternehmers von außen überwacht werden muß, zumal wenn man bedenkt, welche Auswirkungen die Unterlassung bzw. Vernachlässigung der erforderlichen Maßnahmen für Bedienstete und Patienten haben kann.

Der Gemeinde-Unfallversicherungsverband hat als gesetzlicher Unfallversicherungsträger für die Bediensteten im öffentlichen Dienst aufgrund von § 712 RVO durch Technische Aufsichtsbeamte die Durchführung der Maßnahmen zur Unfallverhütung durch Stichproben zu überwachen, die der Unternehmer nach Maßgabe der einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu treffen hat. In einem Krankenhaus lassen sich naturgemäß die Tätigkeits- und Aufenthaltsbereiche zwischen Bediensteten und Patienten nicht trennen, so daß der Patientenschutz bei den für den Schutz der Beschäftigten zu treffenden Maßnahmen vielfach zwangsläufig miterfaßt wird.

Die Überwachungstätigkeit des Gemeinde-Unfallversicherungsverbandes durch Technische Aufsichtsbeamte entlastet den Unternehmer hinsichtlich seiner Verantwortung für die Unfallverhütung in keiner Weise.

In einem Krankenhaus ist eine Vielzahl von energietechnischen Anlagen erforderlich, die nicht nur aufgrund von Unfallverhütungsvorschriften abnahmegeprüft sein bzw. regelmäßig überwacht werden müssen, sondern deren Abnahme vor Erstinbetriebnahme und regelmäßige Überprüfung in Gesetzen und Verordnungen vorgeschrieben ist. Wird für Anlagen eine derartige Abnahme und Überprüfung in Gesetzen und Verordnungen geregelt und vorgeschrieben, so ist für die Überwachung der vom Unternehmer durchzuführenden Maßnahmen das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt zuständig. Beispiele für solche Anlagen sind Aufzüge, Dampfkessel, Druckgasanlagen, Röntgenanlagen und dergl. mehr.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Gemeinde-Unfallversicherungsverband die Maßnahmen des innerbetrieblichen Arbeitsschutzes im Krankenhaus überwacht und das Staatl. Gewerbe-

aufsichtsamt die Überwachung der Maßnahmen wahrnimmt, die sich aus den Bestimmungen für Anlagen nach § 24 Gewerbeordnung und § 4 Bundesimmissionsschutzgesetz und sonstigen Gesetzen (Atomgesetz) ergeben.

5. Abnahme und Überwachung aufgrund von Unfallverhütungsvorschriften:

Die hauptsächlichen Gefahren, die energietechnische Anlagen in Krankenhäusern beinhalten, sind mechanisch - physikalischer, chemischer, thermischer und elektrischer Art. Maßnahmen zur Vermeidung der aufgrund der genannten Gefahren resultierenden Gefährdungen für die Bediensteten sind in den Unfallverhütungsvorschriften Schleudermaschinen, Krane, Hebebühnen, Druckbehälter, Gase, Kälteanlagen und elektrische Anlagen und Betriebsmittel vorgeschrieben.

Für kraftbetriebene Krane mit einer Tragfähigkeit > 1000 kg, ist in § 25 der betreffenden Unfallverhütungsvorschrift eine Abnahmeprüfung durch einen Sachverständigen vorgeschrieben. Die regelmäßige Prüfung aller Krane ist von einem Sachkundigen vorzunehmen.

Aufgrund von § 18 der Unfallverhütungsvorschrift "Druckbehälter" ist jeder Druckbehälter einer erstmaligen Prüfung durch einen Sachverständigen zu unterziehen. Druckbehälter müssen gemäß § 22 o.g. Unfallverhütungsvorschrift regelmäßig durch einen Sachverständigen überprüft werden.

Die regelmäßige Überprüfung von Schleudermaschinen, Zentrifugen und Separatoren hat aufgrund § 11 der betreffenden Unfallverhütungsvorschrift ebenfalls durch einen Sachkundigen zu erfolgen.

Kälteanlagen dürfen gemäß § 15 der Unfallverhütungsvorschrift "Kälteanlagen" erst in Betrieb genommen werden, wenn sie durch einen Sachkundigen einer Dichtheitsprüfung unterzogen worden sind. Die gleiche Prüfung ist vorzunehmen, wenn eine Kälteanlage geändert worden oder mehr als 2 Jahre außer Betrieb war.

Anlagen zur Speicherung und Fortleitung von Gasen müssen nach den §§ 22 und 23 der Unfallverhütungsvorschrift "Gase" vor der Erstinbetriebnahme durch einen Sachverständigen bzw. Sachkundigen überprüft werden.

Die erforderliche Qualifikation des Prüfers einer Anlage hängt davon ab, wie hoch der Zuverlässigkeitsgrad einer Anlage sein muß und wie groß die Gefährdung der Bediensteten sein kann, wenn die Prüfung nicht mit dem erforderlichen Sachverständigen bzw. der nötigen Sachkunde durchgeführt wird. Im wesentlichen kommen für die Prüfung energietechnischer Anlagen drei Gruppen von Personen in Betracht:

1. Sachverständige
2. Sachkundige
3. Hersteller bzw. deren Beauftragter

5.1 Sachverständige:

Sachverständige sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung besondere Kenntnisse auf dem Gebiet der zu prüfenden Anlage haben und mit den einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften sowie anerkannten Regeln der Technik so vertraut sind, daß sie den arbeitssicheren Zustand einer Anlage zuverlässig beurteilen können. Sachverständige müssen eine abgeschlossene Ingenieurausbildung und mindestens 5 Jahren Erfahrung in Konstruktion, Bau und Instandhaltung der betreffenden Anlage haben. Sachverständige sind im wesentlichen Mitarbeiter der Überwachungsorganisationen (z.B. TÜV, TUA), die als staatlich anerkannte Sachverständige gelten. Hinzu kommen Sachverständige, die von einer Berufsgenossenschaft oder von der Industrie- und Handelskammer als vereidigte Sachverständige für bestimmte Prüfungen ermächtigt sind.

5.2 Sachkundige:

Sachkundige sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der zu prüfenden Anlage haben. Darüber hinaus müssen

sie mit den einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften sowie anerkannten Regeln der Technik soweit vertraut sein, daß sie den arbeitssicheren Zustand einer Anlage beurteilen können. Fachlich geeignet für Prüfungen, die durch Sachkundige durchgeführt werden müssen, sind z.B. Betriebsingenieure, Maschinenmeister oder für die jeweilig zu prüfende Anlage besonders ausgebildetes Fachpersonal.

5.3 Prüfumfang, Prüffristen und Prüfnachweise:

Welchen Umfang die Prüfungen durch Sachverständige und Sachkundige haben müssen, und wie bei der jeweiligen Prüfung vorzugehen ist, ist in den betreffenden Unfallverhütungsvorschriften und in den dazu bestehenden Prüfungsgrundsätzen festgelegt.

Hiernach hat z.B. die regelmäßige Überprüfung von Kranen mindestens einmal jährlich zu erfolgen. Zu prüfen sind dabei die mechanischen Einrichtungen und Bauteile, Bremsen, Fundamente, Verankerungen und Fahrbahnen auf Verschleiß, Zustand, Funktion und Befestigung. Die elektrische Ausrüstung ist ebenfalls auf Zustand und Funktion sowie auf Einhaltung des Schutzes gegen indirektes Berühren hin zu überprüfen. Zur Überprüfung des Kranes gehört selbstverständlich die Prüfung der Tragmittel, wie Ketten und Seile.

Die erstmalige Prüfung eines Druckbehälters muß aus einer Baumusterprüfung, Druckprüfung und Abnahmeprüfung bestehen. Der Druckbehälter ist danach durch das Zeichen des Sachverständigen zu kennzeichnen. Die regelmäßige Überprüfung von Druckbehältern hat alle 4 Jahre durch eine innere Sichtprüfung und Prüfung der Ausrüstungsteile zu erfolgen. Alle 8 Jahre sind Druckbehälter mit einem Druckliterprodukt > 1000 einer Druckprüfung zu unterziehen, wobei als Prüfdruck das 1,3fache des zulässigen Betriebsüberdruckes angewandt werden muß.

Schleudermaschinen sind einer mindestens jährlich einmal wiederkehrenden Überprüfung im Betriebszustand zu unterwerfen. Dies muß eine Sicht- und Funktionsprüfung sein. Alle 3 Jahre hat eine Überprüfung der mechanischen Teile im zerlegten Zustand zu erfolgen. Bei Zentrifugen mit geschlossenem Gehäuse kann auf die jährliche Überprüfung im Betriebszustand verzich-

tet werden.

Über das Prüfergebnis muß ein schriftlicher Bericht oder Vermerk des Sachverständigen bzw. Sachkundigen angefertigt werden, der dann bei der Betriebsprüfung durch einen Technischen Aufsichtsbeamten diesem auf Verlangen vorzuzeigen ist. Finden regelmäßige Überwachungsprüfungen von Anlagen statt, so sind die Prüfergebnisse in einem Prüfbuch festzuhalten. Werden die geforderten Prüfungen nicht in den geforderten Abständen bzw. dem erforderlichen Maß durchgeführt, kann der Technische Aufsichtsbeamte durch eine sofort vollziehbare Anordnung nach § 714 RVO die Anlage so lange stilllegen, bis die notwendigen Prüfungen veranlaßt und durchgeführt worden sind. Außerdem sind die Unfallverhütungsparagraphen, in denen die Prüfung von Anlagen gefordert wird, bußgeldbewehrt. Der vorsätzliche und fahrlässige Verstoß gegen eine, in einer ordnungsgemäß erlassenen Unfallverhütungsvorschrift geforderten Maßnahme (hier Prüfung einer Anlage) kann mit einer Geldbuße bis zu 20.000,-- DM geahndet werden (§ 710 RVO). Die gleiche Geldbuße kann verhängt werden, wenn vorsätzlich oder fahrlässig einer vollziehbaren Anordnung des Technischen Aufsichtsbeamten nach den §§ 712 und 714 RVO zuwidergehandelt wird.

7. Zusammenfassung:

Der Gemeinde-Unfallversicherungsverband als gesetzlicher Unfallversicherungsträger für die Bediensteten in einem Krankenhaus der öffentlichen Hand hat nicht die Funktion einer Abnahme- oder Prüfungsinstanz. Er tritt, was die erwähnten Prüfungen und Abnahmen betrifft, auch nicht als Sachverständiger oder Sachkundiger auf, um Prüfungen durchzuführen. Die Institution "Gesetzlicher Unfallversicherungsträger" hat aufgrund der Reichsversicherungsordnung die Aufgabe, zu beraten und die Maßnahmen zu überwachen, zu denen der Unternehmer bzw. sein bevollmächtigter Stellvertreter aufgrund von Unfallverhütungsvorschriften verpflichtet ist. Zur Wahrnehmung dieser Aufgabe sind Gemeinde-Unfallversicherungsverbände und Berufsgenossenschaften mit hoheitsrechtlichen Anordnungsbefugnissen ausgestattet. Die Überwachungstätigkeit durch einen Technischen

Aufsichtsbeamten des Gemeinde-Unfallversicherungsverbandes entbindet den Unternehmer nicht von seiner Verantwortung und Aufgabe, den zuverlässigen, gefahrlosen und unfallfreien Betriebsablauf der installierten Anlage selbst zu gewährleisten. Die vorgeschriebenen Abnahme- und Überwachungsprüfungen durch Sachverständige und Sachkundige sollen ihm dies erleichtern. Bei der Auswahl von sachkundigen Personen für die durchzuführenden Prüfungen muß der Unternehmer demzufolge ein Höchstmaß an Sorgfalt walten lassen, da er in diesen Fällen die volle Verantwortung für den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung trägt.

Dipl.-Ing.Norbert Schulz
Gemeinde-Unfallversicherungs-Verband
Am Mittelfelde 169
3000 Hannover

Abnahme und Überwachung energietechnischer Anlagen
aus der Sicht der Gewerbeaufsicht

M. Tryzna, Hannover

1. Aufgaben der Gewerbeaufsichtämter, Abgrenzung zu anderen Institutionen

Die Geburtsstunde der Gewerbeaufsicht schlug am 16.5.1853. Friedrich Wilhelm, König von Preußen, erließ das "Gesetz betreffend einige Veränderung des Regulativs von 1839 über die Beschäftigung jugendlicher Arbeiter in Fabriken" und schaffte hierdurch die Grundlage für die Einstellung von Fabrikinspektoren als Organe der Staatsbehörde, die erstmals die Einhaltung von Arbeitsschutzvorschriften überwachten. 1869 wurde die Gewerbeordnung erlassen und danach ständig ergänzt und mit Rechtsgrundlagen zum Erlaß weiterer Verordnungen ausgestattet. Sie und die erlassenen Verordnungen enthalten nicht nur Vorschriften über die Anforderungen an technische, hygienische und soziale Einrichtungen, sondern auch über zulässige Arbeitszeiten. Krankenhäuser bzw. -anstalten waren vom Geltungsbereich ausgeschlossen. Erst durch Bestimmungen des Umweltschutzes, damals § 16 der Gewerbeordnung, waren diese auch auf wirtschaftliche Unternehmungen und damit auch auf Krankenhäuser anzuwenden. Dies gilt auch heute noch fort für genehmigungspflichtige Anlagen nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Feuerungs- und Abfallverbrennungsanlagen).

Das Recht der sog. Überwachungsbedürftigen Anlagen (§ 24 Gewerbeordnung) war nicht nur auf wirtschaftliche Unternehmungen ausgeweitet worden, sondern ist auch heute noch anzuwenden, wenn es der Arbeitsschutz erfordert. Damit finden diese Vorschriften auch im medizinischen Bereich Anwendung. Für derartige Anlagen

bestehen folgende, nach § 24 GewO erlassenen Verordnungen:

1. Aufzugsverordnung
2. Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen
3. Getränkeschankanlagen (unterliegen der Aufsicht durch kommunale Ordnungsämter)
4. Verordnung über brennbare Flüssigkeiten
5. Dampfkesselverordnung
6. Druckgasverordnung
7. Acetylenverordnung
8. Gasleitungshochdruckverordnung

Inzwischen hat die Gewerbeaufsicht zusätzlich Aufgaben auf dem Gebiet des technischen Öffentlichkeitsschutzes erhalten, die vom Anwendungsbereich von gewerblichen Betrieben bis in die Privathaushaltungen reichen. Hier sind anzuführen:

1. Maschinenschutzgesetz
2. Arbeitsstoffverordnung
3. Strahlenschutzverordnung
4. Röntgenverordnung
5. Sprengstoffgesetz

Die vorgenannten gesetzlichen Bestimmungen entsprechen der Fürsorge des Staates für seine Bürger, um deren Gesundheit zu erhalten und sie vor Schäden zu bewahren.

Die Rechtsgrundlage der Unfallversicherungsträger ist in der Reichsversicherungsordnung zu finden. Ihre Aufgabe ist es, Unfälle und Berufskrankheiten im Berufsleben zu verhüten, die Kosten für die Heilung und Rehabilitation von Verletzten bzw. Erkrankten zu übernehmen und ggf. Hinterbliebene finanziell zu unterstützen. Um Unfälle und Erkrankungen zu verhüten, werden Unfallverhütungsvorschriften erlassen, deren Einhaltung in Krankenhäusern allein von den technischen Aufsichtsbeamten des Gemeindeunfallversicherungsverbandes oder von Berufsgenossenschaften überwacht wird.

Sollten Ausnahmen von gesetzlichen Bestimmungen erforderlich werden, arbeiten die Gewerbeaufsichtämter mit den Unfallversicherungsträgern zusammen.

Nach § 24c Gewerbeordnung werden Prüfungen an Überwachungsbedürftigen Anlagen von amtlichen oder amtlich für diesen Zweck anerkannte Sachverständige vorgenommen. In dieser Bestimmung ist die Rechtsgrundlage der Technischen Überwachungsorganisationen (TÜV) enthalten. Inzwischen jedoch werden diese Überwachungsorganisationen auch tätig als Sachverständige im Bereich der Unfallverhütungsvorschriften und auf den Gebieten des Umweltschutzes, des Strahlenschutzes und anderer Rechtsgebiete.

Die Gewerbeaufsicht und die Unfallversicherungsträger bedienen sich dieser Sachverständigen, wenn zu prüfen ist, ob bestimmte, festgelegte Anforderungen aufgrund von Gesetzen, Verordnungen oder Unfallverhütungsvorschriften eingehalten sind oder wenn im Einzelfall die Sicherheit auf andere Weise gewährleistet werden kann.

2. Abnahme und Überwachung

Unter Abnahme einer Anlage oder Einrichtung wird häufig eine Abnahmeprüfung verstanden. Diese Prüfung ist vor der Inbetriebnahme von einem Sachverständigen durchzuführen und soll zeigen, daß die Anlagen bzw. Einrichtungen entsprechend den einschlägigen Vorschriften errichtet worden sind und entsprechend betrieben werden können.

In dem Geltungsbereich des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, der Gewerbeordnung, der Strahlenschutzverordnung oder der Röntgenverordnung können den vorgenannten Abnahmeprüfungen Genehmigungs-, Erlaubnis- oder Anzeigeverfahren vorgeschaltet sein. In diesen Verfahren prüfen die Gewerbeaufsichtämter bereits vor Errichtung aufgrund von vorgelegten Antragsunterlagen, ob die Errichtung oder der Betrieb zugelassen werden kann. Sollte dieses möglich sein, werden entsprechende Bescheide und Urkunden hier-

über gefertigt. Hierin sind jedoch Bedingungen und Auflagen enthalten, die einen sicheren Betrieb der jeweiligen Anlage gewährleisten sollen.

Die ggf. erforderlichen Anzeigeverfahren, die in der Regel bei weniger gefährdeten Anlagen und Einrichtungen durchzuführen sind, soll den Behörden und ggf. den Überwachungsorganisationen Gelegenheit geben, vor Errichtung bzw. Inbetriebnahme prüfen zu können, ob die einschlägigen Bestimmungen beachtet worden sind. Z.B. wird im Bereich der Überwachungsbedürftigen Anlagen auf eine Erlaubnis verzichtet, wenn eine Anlage der Bauart nach zugelassen ist. Eine Bauartzulassung stellt daher eine vorweggenommene Erlaubnis dar. Teilweise sind Baumusterprüfungen vorgesehen. Diese stellen vorweggenommene Einzelprüfungen - vorweggenommene, sich auf ein Muster beziehende Sachverständigenprüfung dar. Entsprechende Prüfungen brauchen z.B. bei der Abnahmeprüfung nicht mehr wiederholt zu werden.

Hinsichtlich der Überwachung des Betriebes von Anlagen und Einrichtungen ist festzustellen, daß zunächst der Betreiber dafür verantwortlich ist, einen ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen. Bei bestimmten Anlagen hat er ggf. darüberhinaus fachkundige Personen zu bestellen, die die Anlagen überwachen bzw. zu warten haben (z.B. Dampfkessel- oder Aufzugswärter). Der Betreiber hat durch gehörige Aufsicht darauf hinzuwirken bzw. sich davon zu überzeugen, daß die Anlagen bzw. Einrichtungen entsprechend den Vorschriften betrieben werden.

Darüber hinaus können regelmäßig wiederkehrende, angemeldet oder unangemeldet durch die Überwachungsorganisation durchzuführende Prüfungen vorgeschrieben sein. Zusätzlich können Prüfungen infolge von Schadensfällen notwendig oder aus besonderen Anlässen von der Gewerbeaufsicht angeordnet werden. Im übrigen überwachen die Gewerbeaufsichtämter in unregelmäßigen Abständen, in welchem Umfang der Betreiber seinen Verpflichtungen nachkommt.

Im übrigen können insbesondere im Bereich der Umweltschutzgesetzgebung kontinuierlich messende und aufzeichnende Meßgeräte zur Überwachung der Betriebsführung vorgeschrieben sein. Erwähnenswert ist, daß zur Durchführung der notwendigen Prüfungen sowohl die Gewerbeaufsicht als auch der Sachverständige das Recht haben, zur Durchführung notwendiger Maßnahmen das Grundstück Betroffener zu betreten. Art. 13 des Grundgesetzes ist insoweit eingeschränkt worden.

2.1 Maßnahmen bei Feuerungs- bzw. Abfall- verbrennungsanlagen

Hier handelt es sich um Anlagen, bei denen Belange des Umweltschutzes im Vordergrund stehen. Für Feuerungsanlagen für feste und flüssige Brennstoffe mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 40 GJ/h sind Genehmigungen nach §§ 8 bis 15 (förmliches Verfahren mit Veröffentlichung und Erörterungstermin) des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zu erwirken. Feuerungsanlagen für den Einsatz dieser Brennstoffe mit einer Feuerungswärmeleistung von 4 GJ/h bis einschließlich 40 GJ/h werden nach dem vereinfachten Verfahren nach § 19 BImSchG genehmigt. Im Rahmen dieser Genehmigungsverfahren wird der TÜV beauftragt zu überprüfen, ob die Schornsteinhöhe solcher Anlagen ausreichend hoch bemessen ist, um zu verhindern, daß schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden. Im Rahmen der Abnahmeprüfung wird in der Regel vorgeschrieben, nach Inbetriebnahme derartiger Anlagen durch einen Sachverständigen nachweisen zu lassen, daß die Begrenzungen von Emissionen an Staub und Ruß in Abgasen von Ölf Feuerungsanlagen bzw. Staub an Feststofffeuerungsanlagen bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. In Abständen von 5 Jahren können Anordnungen von der Gewerbeaufsicht getroffen werden, derartige Prüfungen auf Kosten des Betreibers zu wiederholen. Aus besonderem Anlaß kann die Behörde auch in kürzeren Zeiträumen solche Messungen anordnen. Der Betreiber

hat in diesen Fällen die Kosten nur dann zu tragen, wenn die Ergebnisse der Messungen zu Anordnungen gegen ihn führen. Jede Feuerungsanlage für feste und flüssige Brennstoffe mit einer höchsten Feuerungswärmeleistung von 15 GJ/h und mehr ist zur Überwachung der Feuerungsführung mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Rauchgasdichte laufend aufzeichnet. Hiermit kann die Betriebsweise (keine schwarzen Rauchfahnen) überwacht werden.

Im Bereich von Abfallverbrennungsanlagen können ebenfalls Meßgeräte zur laufenden Aufzeichnung von Emissionen verlangt werden, wenn bestimmte Schadstoffströme überschritten werden. Für Abfallverbrennungsanlagen gilt das Abfallbeseitigungsgesetz. Jedoch führt im erforderlichen Genehmigungsverfahren das Bundes-Immissionsschutzgesetz.

Während die Emissionen derartiger Anlagen durch kontinuierlich arbeitende Meßgeräte relativ einfach überwacht werden können, bereitet die Überwachung der Auswirkungen auf die Nachbarschaft schon Schwierigkeiten. Von solchen Emissionen verursachte Einwirkungen auf Menschen, Tiere und Sachen betrachtet man als Immissionen. Zwischen definierten Emissionen und hierdurch verursachten Immissionen bestehen komplizierte Verbindungen. Die Immissionen hängen zwangsläufig von den meteorologischen Bedingungen, der Höhe des Emissionsniveaus, der Entfernung der Quelle und der emittierten Stoffmenge bzw. Konzentration ab. Daher lassen sich aufgrund von Immissionsmessungen Schlüsse ziehen auf die Betriebsweise einer Anlage. Bei Feuerungsleistungen, die die von Krankenhäusern weit überschreiten, werden tatsächlich Immissionsmessungen durchgeführt. Sie sind sehr aufwendig und erstrecken sich über ein Jahr, um den Einfluß meteorologischer Zufälligkeiten zu berücksichtigen. Für Feuerungsanlagen mit festen oder flüssigen Brennstoffen unter 4 GJ/h gilt die Verordnung über Feuerungsanlagen. Ab bestimmten Feuerungsleistungen sind zur Überwachung jährliche Prüfungen durch den Bezirksachornsteinfegermeister vorgeschrieben.

2.2 Maßnahmen bei Überwachungsbedürftigen Anlagen

2.2.1 Dampfkesselanlagen

Als Dampfkesselanlagen gelten:

Hochdruckdampfkessel	(Druck 0,5 bar)
Hochdruck-Heißwasserkessel	(Temperatur 110°C)
Niederdruckdampfkessel	(Druck 0,5 bar)
Heißwasserkessel	(Temperatur 110°C)
Kleindampfkessel	

Da die Gruppe der ersten beiden Kessel zu den gefährlicheren zu rechnen ist, ist für diese in jedem Fall ein Erlaubnisverfahren durchzuführen. Die Antragsunterlagen werden beim TÜV zur Vorprüfung eingereicht und gelangen dann zur Gewerbeaufsicht, die ggf. die Erlaubnis erteilt. Der Sachverständige des TÜV führt dann vor Inbetriebnahme der Anlage eine Bau-, eine Wasserdruck- und eine Abnahmeprüfung durch. Die Abnahmeprüfung erstreckt sich u.a. darauf, ob die Anlage entsprechend der Erlaubnis errichtet worden ist. Nach dieser Prüfung sind wiederkehrende Prüfungen vorgeschrieben. Bei Hochdruckdampfkesseln sind äußere Prüfungen jährlich, innere Prüfungen alle 3 Jahre und Wasserdruckprüfungen alle 9 Jahre durchzuführen.

Grundsätzlich sind Hochdruckdampfkesselanlagen durch einen fachkundigen Kesselwärter ständig zu beaufsichtigen, solange sie betrieben werden. Er hat darauf zu achten, daß die Anlage nicht in den Bereich gefährlicher Betriebszustände gerät und die Sicherheitseinrichtungen funktionsbereit sind. Werden an der Anlage zusätzliche Sicherheitseinrichtungen angebracht, kann die Erlaubnis zulassen, daß die Kesselanlage ohne ständige Beaufsichtigung betrieben wird. Die Anlage überwacht sich dann selbst, wird nur in bestimmten Zeitabständen vom Kesselwärter aufgesucht und schaltet bei Annäherung an gefährliche Betriebszustände ab. In solchen Fällen werden in halbjährlichen Abständen äußere Prüfungen durch den TÜV durchgeführt.

Bei den Kesseln geringeren Gefahrengrades können Bauartzulassungen durch die obersten Landesbehörden erteilt werden. Solche Anlagen bedürfen dann nur einer Anzeige an die Gewerbeaufsicht. Vor Inbetriebnahme sind dann Bauprüfung, Wasserdruckprüfung durch den Hersteller und eine Abnahmeprüfung durch den Ersteller durchzuführen.

2.2.2 Aufzugsanlagen

Die Errichtung von Aufzugsanlagen für die Personen- sowie Güterbeförderung ist anzeigepflichtig. Eine Anzeige mit Unterlagen ist dem TÜV zur Vorprüfung, eine formlose Anzeige der Gewerbeaufsicht vor der Errichtung vorzulegen. Stellt der Sachverständige fest, daß das Vorhaben den einschlägigen Bestimmungen entspricht, kann mit der Errichtung begonnen werden. Vor Inbetriebnahme ist eine Abnahmeprüfung durch den TÜV durchzuführen. Die Überwachung durch den TÜV erfolgt danach in Form von Hauptprüfungen, die alle zwei Jahre durchzuführen sind. Zwischen dieser Prüfung hat der TÜV unangemeldete Zwischenprüfungen auszuführen.

Dient die Anlage der Personenbeförderung, muß der Betreiber einen Aufzugswärter bestellen, der die Anlage überwacht und, solange sie betriebsbereit ist, sich jederzeit und leicht erreichbar zur Verfügung hält, um im Fahrkorb evtl. eingeschlossene Personen befreien zu können.

2.2.3 Elektrische Anlagen ins besonders gefährdeten Räumen

Räume, in denen sich nach den örtlichen oder betrieblichen Verhältnissen Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube, die mit Luft explosionsgefährliche Gemische bilden und sich in gefährdrohenden Mengen ansammeln können, gelten als explosionsgefährdet. In diesen Räumen sind besondere Anforderungen an elektrische Einrichtungen zu stellen, damit nicht durch die Wirkung der Elektrizität eine Zündung der gefährlichen Gemische entstehen kann. Daher dürfen

in explosionsgefährdeten Räumen bzw. Bereichen nur elektrische Betriebsmittel benutzt werden, die im Hinblick auf die vorkommenden Stoffe der Bauart nach zugelassen sind. Werden die Betriebsmittel hinsichtlich eines Teils, von dem der Explosionsschutz abhängt, instandgesetzt, dürfen sie erst nach Prüfung durch den TÜV in Betrieb genommen werden. Bei Sonderanfertigungen hat der Sachverständige vor Inbetriebnahme zu prüfen, ob diese den technischen Anforderungen genügen.

2.2.4 Maschinenschutzgesetz

Das Gesetz über technische Arbeitsmittel schreibt vor, daß der Hersteller oder Einführer technischer Arbeitsmittel diese nur in den Verkehr bringen oder ausstellen darf, wenn sie nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften so beschaffen sind, daß Benutzer oder Dritte bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung gegen Gefahren aller Art für Leben und Gesundheit soweit geschützt sind, wie es die Art der bestimmungsgemäßen Verwendung gestattet. Werden mangelhafte technische Arbeitsmittel festgestellt, untersagt die Gewerbeaufsicht in der Regel die weitere Herstellung bzw. Einfuhr.

Eine Verpflichtung, technische Arbeitsmittel überprüfen zu lassen, besteht nicht. Dennoch sind ständig zunehmend Hersteller und Einführer dazu übergegangen, durch Prüfstellen ihre Produkte überprüfen zu lassen, bevor sie in den Verkehr gebracht werden. Die Prüfstellen haben sich auf bestimmte Arbeitsmittel spezialisiert und sind hierzu ermächtigt worden. Prüfstellen sind im wesentlichen die Technischen Überwachungsorganisationen (TÜV) oder die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung. Die Prüfstellen erteilen nach erfolgreicher Prüfung den Antragstellern die Befugnis, ihre Erzeugnisse mit dem Prüfzeichen , geprüfte Sicherheit, zu versehen. Der Käufer kann dann davon ausgehen, daß das Arbeitsmittel den einschlägigen Bestimmungen entspricht und ausreichend sicher ist.

2.2.5 Röntgenanlagen

Röntgenanlagen dienen im medizinischen Bereich sowohl der Diagnostik als auch der Therapie. Deren Betrieb unterliegt der Genehmigungspflicht. Genehmigungsfrei ist der Betrieb einer Röntgenanlage, wenn der Röntgenstrahler der Bauart nach zugelassen ist und weitere Voraussetzungen erfüllt werden. Eine wesentliche Voraussetzung ist, daß der Sachverständige vor Inbetriebnahme der Anlage eine Prüfung vorgenommen und eine Bescheinigung erteilt hat, in der die Röntgeneinrichtung und der vorgesehene Betrieb beschrieben sind und festgestellt ist, daß der Röntgenstrahler der Bauart nach zugelassen ist und Einrichtungen vorhanden und Maßnahmen getroffen sind, die bei dem beabsichtigten Betrieb für einen ausreichenden Schutz vor Strahlenschäden an Leben, Gesundheit und Sachgütern erforderlich sind. Hierbei überprüft der Sachverständige u.a. durch Messungen, ob der Strahlenschutz ausreichend bemessen ist. Eigenmächtige Änderungen dürfen an der Anlage nicht durchgeführt werden. Weitere Überprüfungen durch Sachverständige sind an Röntgenanlagen, die der Diagnostik dienen, nicht vorgeschrieben.

Bei Therapieanlagen, jedoch sind die Dosisleistung unter den üblichen Bedingungen zu messen und die Ergebnisse aufzuzeichnen. Mindestens alle sechs Monate ist zu prüfen, ob die Dosisleistung im Nutzstrahlenbündel den Angaben der Aufzeichnungen noch entspricht. Diese Messungen müssen mit einem Dosimeter vorgenommen werden, das an eine geeignete Meßanordnung der PTB unmittelbar angeschlossen ist. Die Anschlußmessung ist mindestens alle 2 Jahre zu wiederholen. Um einen sicheren Betrieb von Röntgenanlagen zu gewährleisten, sind fachkundige Personen als Verantwortliche für den Strahlenschutz zu bestellen. Diese haben die Aufsicht über die Anlage auszuüben.

3. Möglichkeiten zur Durchsetzung notwendiger Maßnahmen

Um der Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen Nachdruck zu verleihen, hat der Gesetzgeber Zuwiderhandlungen gegen Bestimmungen, die die notwendigen Prüfungs- oder Überwachungsmaßnahmen betreffen, unter Strafe oder Ordnungswidrigkeit gestellt.

Die Errichtung einer genehmigungsbedürftigen Anlage nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz ohne Genehmigung stellt eine Ordnungswidrigkeit, der Betrieb einer solchen Anlage ohne Genehmigung eine Straftat dar, entsprechendes gilt für Müllverbrennungsanlagen. Zuwiderhandlungen gegen eine Auflage der notwendigen Genehmigung sind als Ordnungswidrigkeiten zu bewerten, doch wenn durch diese Handlung das Leben oder die Gesundheit eines anderen oder Sachen von bedeutendem Wert gefährdet werden, ist die als Straftat anzusehen.

Zuwiderhandlungen gegen das Recht der Überwachungsbedürftigen Anlagen werden als Ordnungswidrigkeiten verfolgt. Doch wenn diese beharrlich wiederholt oder hierdurch Leben oder Gesundheit eines anderen oder fremde Sachen von bedeutendem Wert gefährdet werden, liegt auch hier eine Straftat vor.

Sollte der Hersteller eines mangelhaften technischen Betriebsmittels einer Untersagungsverfügung nicht nachkommen oder der Auskunftspflicht nicht genügen, handelt er ordnungswidrig. Das Herstellen oder Einführen mangelhafter Erzeugnisse ist direkt nicht strafbar oder ordnungswidrig.

Zuwiderhandlungen gegen Bestimmungen der Röntgenverordnung sind als Ordnungswidrigkeiten zu betrachten.

Während die vorgenannten Tatbestände erst geahndet werden können, wenn die Zuwiderhandlungen erfolgt sind, gibt es für die Gewerbeaufsicht auch die Möglichkeit vorher einzugreifen. Als Sonderbehörden der Gefahrenabwehr besitzen

die Gewerbeaufsichtsämter nach dem Gesetz über öffentliche Sicherheit und Ordnung die Befugnis, Zwangsmaßnahmen in Form eines Zwangsgeldes bis 5.000,- DM festzusetzen bzw. Zwangshaft bis zu zwei Wochen zu erwirken, wenn Pflichtige notwendige Maßnahmen nicht treffen oder Anordnungen nicht folgen wollen.

Dipl.-Ing. Manfred Tryzna
Meitnerstr. 4
3000 Hannover 61

Abnahme und Überwachung energietechnischer Anlagen aus der Sicht des TÜV

Hans Niebergall

Zum Thema Abnahme und Überwachung energietechnischer Anlagen aus der Sicht des TÜV soll eine kurze Stellungnahme zur Geschichte unseres Vereins nicht vergessen werden.

Die Technischen Überwachungs-Vereine sind die Kinder einer der ältesten Bürgerinitiativen unseres Vaterlandes. Das Ziel der damaligen Vereine zur Überwachung von Land-Dampfkesseln war:

1. Optimale Sicherheit einer Anlage
2. Maximale Verfügbarkeit einer Anlage

Wie wir heute wissen, hatten unsere Vorfahren mit diesen Zielsetzungen guten Erfolg, und man sollte diese Zielsetzungen auch beim Bau von Kliniken im Auge behalten. Natürlich hatten es unsere Vorfahren m.E. leichter gehabt. Damals hatten in erster Linie die Techniker das Sagen. Vielleicht war der Einfluß der Industrie-Lobby auch noch nicht so stark. Zudem war der Umfang der Bestimmungen und des erforderlichen Wissens entschieden geringer als heute. Damals wurde nicht lange gefackelt, man rief nicht nach dem Staat, sondern machte dem Staat ein Angebot, das von diesem akzeptiert und auch ideell honoriert wurde.

Weitere positive Entwicklungen der damaligen, im Volksmund mit Kesselverein bezeichneten Organisation, führte zu immer mehr Arbeitsgebieten und somit zum heutigen Namen - Technischer Überwachungs-Verein.

Der Wunsch jedes Sachverständigen sollte es ein, bei der endgültigen Abnahme eine fertige Anlage vorzufinden - die Betonung liegt hier auf "fertig" - die ein Maximum an Sicherheit und gleiches an Verfügbarkeit bietet. Bei der Beurteilung der fertigen Anlage, d.h. bei der Abnahme, stellt sich oftmals heraus, daß Bestimmungen und Verordnungen in Einzelfällen nicht gerade dem Buchstaben nach eingehalten wurden bzw. nicht eingehalten werden konnten.

Hier beginnt nun die Arbeit eines echten Sachverständigen - sollte sie zumindest. Nur mit den Vorschriften in der Hand und mit dem Gedanken, mit dem Rücken an die Wand zu kommen, dazu bedarf es keines Sachverständigen. Das soll nicht heißen, der Sachverständige läuft mit einer solchen Einstellung Gefahr, seine Pflichten zu verletzen. Es ist sein gutes Recht, einmal eine andere Meinung zu haben, als es die Bestimmungen vorsehen. Er muß selbstverständlich in der Lage sein, technische Alternativen vorzuschlagen, durch die die Sicherheit einer Anlage gewahrt bleibt.

In der Regel ist in den Bestimmungen etc. stets die Möglichkeit offen gelassen, auf die Einhaltung bestimmter Teile von Bestimmungen und Normen zu verzichten, wenn es möglich ist, eine Ersatzlösung anzubieten, durch die die Sicherheit in gleicher Weise gewährleistet ist.

Hier zwei Beispiele:

1. Gesetz über technische Arbeitsmittel
(Maschinenschutzgesetz vom 24.6.1968, Abs.1, letzter Satz)

Von den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften darf abgewichen werden, soweit die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.

2. VDE 0022/1.64, Ziffer 3.2

Die VDE-Bestimmungen können grundsätzlich nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen. In solchen Ausnahmefällen können weitergehende Maßnahmen geboten sein, um die elektrische Sicherheit zu gewährleisten. Andererseits kann es unter besonderen Umständen vertretbar sein, von bestimmten Anforderungen in den VDE-Bestimmungen abzugehen, wenn dabei die notwendige Sicherheit beibehalten bleibt.

Die Tätigkeit eines TÜV-Ingenieurs erstreckt sich in erster Linie auf die Beurteilung einer Anlage. Häufig kommen Anrufe mit etwa folgender Frage:

"Wir wollen eineAnlage bauen, wie sind da die TÜV-Vorschriften?"

Diese Frage offenbart den Informationsmangel über die Tätigkeit des TÜV und das selbst bei Firmen von Rang und Namen, seien es Elektroinstallations-Firmen oder Ingenieur-Büros. Der TÜV hat weder legislative, executive noch administrative Aufgaben zu erfüllen. Er ist nur Sachverständiger, dessen sich die Wirtschaft bedienen kann. Er macht bestenfalls Vorschläge im Sinne einer Beratung, hat aber keinen Einfluß auf die Realisierung seiner Vorschläge, wenn beispielsweise die Aufsichtsbehörde nicht zustimmt. Die juristische Konsequenz dieses Sachverhaltes wird Ihnen im nächsten Referat erläutert werden.

Das gestellte Thema, über die Erfahrungen bei der Prüfung von Technischen Anlagen, soll hier einmal aus der Sicht eines Elektro-Ingenieurs behandelt werden. Es sei hier einmal ein Beispiel aufgeführt, wie es zu Abweichungen von den einschlägigen Bestimmungen kommen kann, die vom Sachverständigen gut geheißen werden können.

Eine umfangreiche Beleuchtungsanlage wurde nachträglich mit etlichen Oberwellensperren - man kan auch sagen Tiefpässen - bestückt. Die Vielzahl der Kondensatoren dieser Filter tauschten im Moment des Einschaltens dem vorgeschalteten 30mA-Fi-Schutzschalter einen Fehler vor. Man bedenke, daß Fi-Schutzschalter u.U. bereits bei einem Fehlerstrom von 10 bis 12 mA ansprechen. Nach VDE 0107/3.68, § 5, ist in der Regel eine maximale Berührungsspannung von 24 V zulässig. Ausnahmen nur in zwei Fällen, in denen 65 V zulässig sind.

Um die Verfügbarkeit der Anlage zu erhalten, schlug der Sachverständige vor, kurzfristig Fi-Schutzschalter mit einem Auslösefehlerstrom von 300 mA zu verwenden.

Die bewußte Abkehr von VDE 107 war aus folgenden Gründen risikolos möglich:

1. Die Nullungsbedingungen waren im fraglichen Bereich erstklassig.
2. Zusätzlich zur Nullung war ein Potentialausgleich vorhanden.

Aus diesen Gründen konnte auch bei einem Fehlerstrom von 300 mA die Berührungsspannung den Wert von 24 V niemals erreichen.

Beleuchtet man den vorliegenden Fall einmal mit Hilfe eines Fehlerfluß-Diagrammes nach DIN 66001, kommt man zu dem Schluß, daß erst beim Auftreten von vier Fehlern eine akute Gefahr zu erwarten ist. (siehe Bild 1)

Eine Pflicht, den TÜV als Sachverständigen zu wählen, besteht nur bei überwachungspflichtigen Anlagen nach § 24 der Gewerbeordnung, in Krankenhäusern sind anerkannte Sachverständige zuständig. Die technischen Überwachungsorgane werden beispielsweise in der Krankenhaus-Bauverordnung des Landes Nordrhein-Westfalen an erster Stelle genannt. Soweit bekannt, wird dies in Zukunft auch in Niedersachsen so sein, bei der Garagen-Verordnung wird es bereits entsprechend gehandhabt.

Die Abnahme von Aufzugsanlagen erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Betreiber. Sie verläuft in der Regel im Krankenhausbereich reibungslos. Soweit bekannt, gilt dies auch für Kesselanlagen, Druckbehälter und Röntgenapparaturen, während z.B. bei der Prüfung von elektrischen Anlagen, für die sich der zukünftige Betreiber vor der Übergabe durch die Errichter-Firmen meistens nicht zuständig fühlt. Oftmals werden diese Prüfungen in den Ausschreibungen als Extra-Position ausgeworfen, dann ist der Errichter für die Erstabnahme zuständig. Letzteres gilt gelegentlich auch für die Lüftungsanlagen.

Bei kleineren Anstalten besteht der Kreis der Errichter meist nur aus ein oder zwei Firmen. Auch der Kreis der zuständigen Vertreter des Betreibers ist klein.

Diese Prüfungen machen dem Sachverständigen in organisatorischer Hinsicht selten großes Kopfzerbrechen. Aber, aber, was gibt es manchmal Ärger bei Groß- und Mammut-Anlagen. Da ist von reibungslosem Übergang von der Fertigstellung zur Prüfung nur noch theoretisch die Rede. Schon durch die Vielzahl der Errichter, deren Arbeitsbereiche sich mehrfach überschneiden, gibt es bei der Terminabsprache für die Abnahmen manchmal fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Es geht nur langsam voran. Anlagen, die bereits geprüft wurden, müssen oftmals doppelt und dreifach abgenommen werden, da Erweiterungen und Änderungen erforderlich waren.

Zum Thema Schwierigkeiten, hier ein Beispiel:

Die Installation eines Großbaues wurde geprüft, es wurden Mängel festgestellt, oftmals im Zuge der Prüfung auch abgestellt. Für diese erste Abnahme wird nun ein Bericht geschrieben. Der Installateur gibt dann diesen Bericht an den Bauherrn weiter, der aber die Teilanlage noch nicht übernehmen kann, vielleicht auch nicht will, ganz gleich aus welchen Gründen auch immer. Bei der zweiten Untersuchung - die Anlage ist der Fertigstellung bereits sehr nahe gekommen - werden plötzlich Mängel festgestellt, die bisher entweder gar nicht erfasst werden konnten oder die sich aufgrund widriger Umstände ergeben haben und oftmals mit der langen Montagezeit in ursächlichem Zusammenhang stehen. Aus eigener Erfahrung kann ich hier folgenden Fall nennen:

Eine recht umfangreiche Beleuchtungsanlage in einem nahezu fensterlosen Bau wurde monatelang ohne die vorgesehene Lüftung betrieben. Entweder war die Lüftung noch nicht betriebsbereit oder man wollte Energie sparen, vielleicht auch einen vorzeitigen Filterwechsel vermeiden.

Was waren nun hier die Folgen?

Die Isolation von Lichtstromkreisen zeigt plötzlich Mängel, da die Beleuchtungskörper ohne ausreichende Belüftung über lange Zeit einer thermischen Belastung ausgesetzt waren, für die sie nicht ausgelegt.

Wenn nun noch von seiten des Bauherrn Forderungen aufgestellt werden, die weit über die einschlägigen Bestimmungen hinausgehen, dann sollte man sich einmal in die Lage eines Sachverständigen versetzen, der verzweifelt nach einer Lösung sucht, die Anlage nun endlich abnehmen zu können und als verfügbar für den Betreiber anzusehen.

Bei der Abnahme von Anlagen gibt es zwei Gesichtspunkte über die Genauigkeit von praktischen Prüfungen. Es geht dabei nicht um gut oder schlecht. Der Sachverständige muß wissen, die Anlage ist entweder so genau wie möglich zu prüfen oder so genau wie nötig. Hier wiederum einige Beispiele:

1. Bei der Beurteilung der Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren, wie Nullung, Fehlerstromschutzschaltung usw., sollte man so genau wie möglich prüfen. Mit Daumen und Zeigefinger einschließlich Glimm-Lampenschraubenzieher (im Fachjargon Mogelstift genannt), ist eine exakte Beurteilung unmöglich. Hier muß es heißen:

Prüfung so genau wie möglich durchführen,
s. auch VDE 0100/5.73, § 22.

2. Bei der meßtechnischen Erfassung der elektrischen Ableitfähigkeit von Fußböden für elektrostatische Ladungen wurde oftmals festgestellt, daß die gemessenen Werte zwischen 10^4 Ohm und 10^5 Ohm liegen. Der max. zulässige Wert für neuverlegte Fußböden beträgt nach DIN 51953 jedoch 10^6 Ohm, also das 10-fache. Die Forderung, eine Messung je m^2 , wurde erfüllt, aber was hätte es hier für einen Sinn, maßstabgerechte Pläne anzufertigen und je m^2 den gemessenen Wert einzutragen, das auch noch auf vier Stellen genau? Hier ist das Wort "genau" fehl am Platze, schon deshalb, weil die erfahrungsgemäß hohe Inhomogenität des Fußbodenmaterials innerhalb der o.a. Grenzen zu den unterschiedlichsten Meßwerten führt. Hier also die Devise:

So genau wie nötig!

Nach Abnahme und Übernahme einer Anlage beginnt die Arbeit der Betriebstechnik in Sachen Pflege, Wartung, laufende Überprüfung im Sinne der Bestimmungen. Pflege und Wartung - hier muß der Betrieb disponieren - wer wie was pflegt und wartet.

Überprüfung - besser gesagt laufende Überwachung - ist bei Anlagen nach § 24 der Gewerbeordnung in die Hände des TÜV gegeben. Mit zunehmendem Alter der Anlagen spielt sich hier eine Cooperation zwischen Anlagenbetreiber und TÜV ein, die in der Regel von beiden Seiten als gut bis ausgezeichnet genannt werden darf, nicht zuletzt auch deshalb, weil gewisse Kinderkrankheiten beseitigt sind oder auch Mängel nicht sicherheitstechnischer Art als Schicksal angesehen und nach dem Motto:

"Mängel zu ertragen, ist oftmals leichter als diese abzustellen"

hingegenommen werden. Man lebt damit wie der Mensch mit kleinen Wehwehchen.

Die laufende Überwachung von Anlagen, die nicht im § 24 der Gewerbeordnung als Überwachungspflichtig angesehen werden, sind beispielsweise elektrische Anlagen im medizinischen Bereich nach VDE 0107. Der TÜV bietet hier zwar seine Dienste an, wird aber oftmals nicht in Anspruch genommen.

Was sagen die techn. Regeln und Bestimmungen?

Beispiel VDE 0107/3.68 - Anhang A.
(s. Bild 2 und 3)

Zu a)

Was heißt angemessene Zeitabstände?

Der Betreiber muß hier einen Kompromiss eingehen. Wenn er dazu nicht gewillt ist und entsprechenden Einfluß hat, kann die Anlage durch laufende Prüfungen ihrer wirtschaftlichen Verfügbarkeit entzogen werden.

Dann wird die Prüfung und Überwachung zum Selbstzweck. Hier ist abzuwägen, was wichtiger ist, Prüfung beispielsweise eines Operationssaales oder Weiterbetrieb, um ggfs. Menschenleben zu retten. Ein Restrisiko ist ohnehin nicht zu vermeiden. Mit diesem Restrisiko müssen wir leben, ob wir wollen oder nicht, es sei denn, wir bauen Kliniken mit einem absoluten Sicherheits-Maximum, etwa wie bei Nuclear-Anlagen. Das erwähnte Restrisiko ist nach unseren Erfahrungen vor allem im Anlagenbereich minimal.

Angesichts dieser meiner persönlichen Einstellung bin ich mir bewußt, daß diese auf heftige Kritik stoßen wird. Im übrigen haben selbst die Väter der VDE 0107 eingesehen, daß Risiken mit einem geringen Wahrscheinlichkeitsgrad nicht zu vermeiden sind.

Beispiel: (siehe Bild 4)

Nach VDE 0107, § 5, Ziffer 3.3, ist in Operationsräumen das Schutzleitungssystem hinter einem Trenntransformator zulässig. Man nimmt hier in Kauf, daß bei einem Erdschluß u.U. eine Berührungsspannung von 220 V anstehen kann.

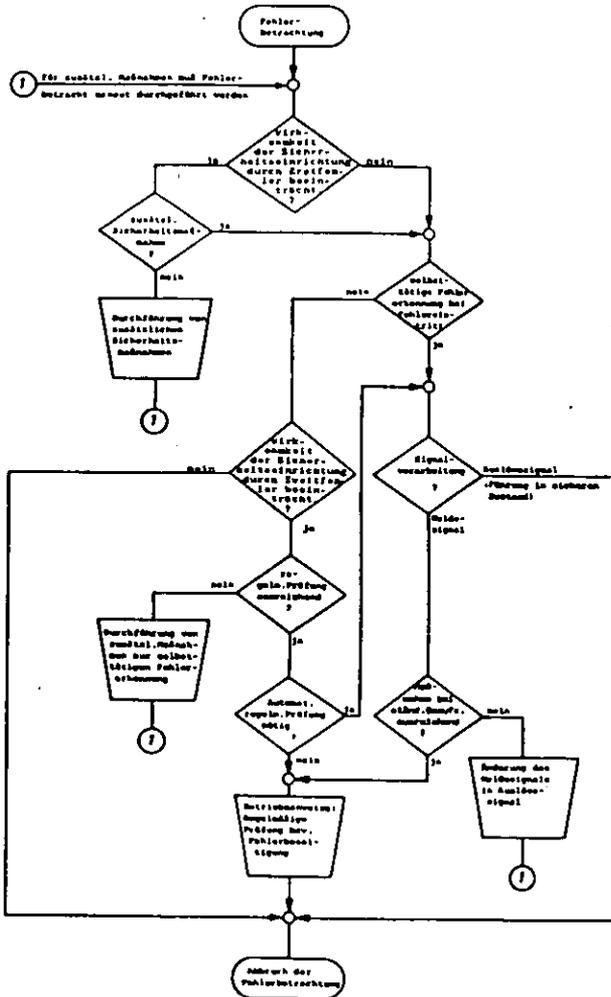
Warum?

Wenn während der Operation ein Erdschluß auftritt, muß dennoch weiter gearbeitet werden. Eine Gefahr entsteht erst beim zweiten Fehler, den man eben mit Rücksicht auf die Verfügbarkeit der angeschlossenen Geräte unberücksichtigt läßt. Hier wird die Fehlerbetrachtung nach dem ersten Fehler bereits beendet.

Auch vorstehende Ausführungen sollen ihr Ende haben. Aus der Praxis für die Praxis - so waren sie gedacht - eine Mischung von Sicherheitstechnik und Philosophie.

Ob es gelungen ist, Denkanstöße auszulösen? Es bleibt zu hoffen.

Dipl.-Ing. Hans Niebergall
TÜV Hannover
Loccumer Straße 63
3000 Hannover 81-



Fehlerfluß-Diagramm nach DIN 66001

Bild 1

§ 9

Prüfung der Anlagen vor Inbetriebnahme

- a) Vor Inbetriebnahme ist die elektrische Anlage durch den Errichter in folgenden Eigenschaften zu prüfen:
1. Isolationswiderstand der Anlage [nach VDE 0100/12. 65 § 19 N)],
 2. Zusätzliche Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter [nach VDE 0100/12. 65 § 22 N in Verbindung mit § 5 a) dieser Bestimmungen],
 3. Ausführung des Potentialausgleichs [nach § 5 b) dieser Bestimmungen],
 4. Ausführung und Funktion der Einrichtungen zur Ersatzstromversorgung [nach § 8 dieser Bestimmungen unter Berücksichtigung der dort vorgeschriebenen Schaltzeiten].
- b) Über die Prüfung und den Zustand der Anlagen vor Inbetriebnahme muß der Errichter schriftliche Unterlagen erstellen. Diese müssen enthalten:
1. Bericht über das Ergebnis der Prüfungen nach a) 1 bis 4 mit den zugehörigen vollständigen Meßprotokollen,
 2. einen Schaltplan der Anlage, bestehend aus
 - 2.1. Installationsplan und
 - 2.2. Schaltplan der Schalt- und Verteilungsanlagen (mit Klemmenbezeichnung).
- c) Die vom Errichter nach b) erstellten Unterlagen sind vom Betreiber aufzubewahren und stets griffbereit zu halten.

0107

Elektrische Anlagen in medizinisch genutzten Räumen Anhang A

Anhang A

Regelmäßige Prüfung der Anlagen im Betrieb

a) Regelmäßige Prüfungen durch einen Fachmann

Elektrische Anlagen in medizinisch genutzten Räumen müssen regelmäßig und in angemessenen Zeitabständen durch einen Fachmann (vgl. VDE 0105) geprüft werden. Gegenstand dieser Prüfungen sind mindestens die nach § 9 a) der vorstehenden Bestimmungen festgelegten Einzelprüfungen.

Auf die einschlägigen Festlegungen der in § 2 c) genannten Bestimmungen wird hier hingewiesen.

b) Prüfungen durch den Betreiber

Die Einrichtungen zur besonderen Ersatzstromversorgung sind durch den Betreiber oder dessen Beauftragten regelmäßig wie folgt zu prüfen.

1. Ersatzstrombatterie:

1.1. Vierteljährlich:

Zur Feststellung des Kapazitätzustandes der Batterie ist in Abständen von 3 Monaten eine Entladung mit einer dem Verbrauchsstrom entsprechenden Belastung bis zur zulässigen Entladeschlussspannung durchzuführen. Hierbei muß die dreistündige Entladedauer erreicht werden.

1.2. Monatlich:

Kontrolle des Ladezustandes; Wartung nach Anweisung und Zeitplan des Lieferers der Batterie.

1.3. Wöchentlich:

Kontrolle des Elektrolytspiegels.

2. Ersatzstromaggregat

Monatlich:

Mindestens 1 h Probelauf mit mindestens 50 % der Nennlast und Wartung nach Anweisung und Zeitplan des Lieferers des Aggregates.

3. Isolationswächter und Fehlerstromschutzschalter

Wöchentlich:

Kontrolle der Betriebsbereitschaft und einwandfreien Funktion.

c) Prüfbuch

Die Prüfungen und ihre Ergebnisse sind in ein Prüfbuch einzutragen und vom Ausführenden mit Stempel und Unterschrift zu versehen. Soweit die Prüfberichte auf losen Blättern erstellt werden, sind diese unverlierbar in das Prüfbuch einzuheften.

0107

Elektrische Anlagen in medizinisch genutzten Räumen

§ 5

Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt nach DIN 49 440 und 49 441 zu verwenden. Steckvorrichtungen von Einrichtungen nach 3.2.1 dürfen nicht mit Steckvorrichtungen von Geräten verwechselbar sein, die über Transformatoren nach 3.2 gespeist werden.

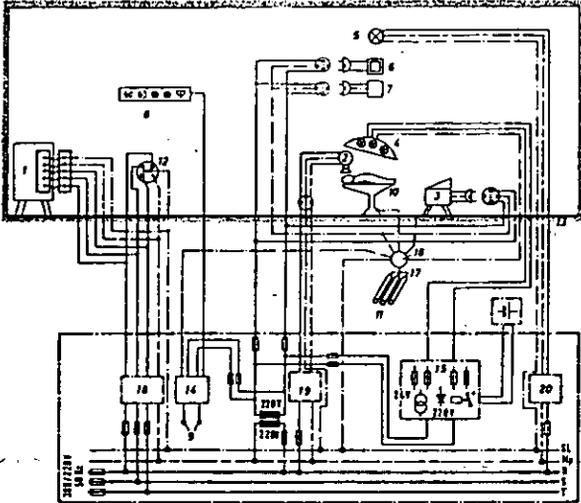


Bild 1 Beispiele für Stromversorgung und Potentialausgleich in Anästhesieräumen

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 Festangeschlossenes Gerät | 11 Gas-, Wasser- und Heizungs- |
| 2 Röntgengerät | installation |
| 3 Elektromedizinisches Gerät | 12 Fünfpolige Steckdose |
| 4 Operationsleuchte | 13 Ableitnetz des leitfähigen |
| 5 Allgemeinbeleuchtung | Fußbodens |
| 6 Schutzisoliertes Gerät | 14 Überwachungseinrichtung |
| (Schutzklasse II) | (Isolationswächter) |
| 7 Gerät für Schutzmaßnahme mit | 15 Spannungswächter mit Lade- |
| Schutzleiter (Schutzklasse I) | einrichtung |
| 8 Meldekombination mit optischer | 16 Potentialausgleichs- bzw. |
| und akustischer Anzeige, Prüf- | Schutzleiterschiene |
| und Löschtaaste | 17 Potentialausgleich |
| 9 Fernmeldung für Isolations- | 18 |
| wächter | 19 } Fehlerstrom-Schutzschalter |
| 10 Operationstisch | 20 } |

Bild 4

Verantwortlichkeit des technischen Leiters beim Betrieb
energietechnischer Anlagen - rechtliche Konsequenzen

W. Tingler, Eicklingen

Die Krankenhäuser sind bis über das Dach vollgestopft mit Technik - Elektrotechnik, Wärmetechnik, Kältetechnik, Fördertechnik, Regeltechnik. Die Technik im Krankenhaus ist aus der Sicht des Laien dabei, den Mediziner aus der ersten Reihe zu verdrängen. Wenn man sich die Abhängigkeit des Mediziners von der Technik plastisch vorstellen will, muß man sich nur mal vergegenwärtigen, was mit dem Patienten aus der Intensivstation oder im OP geschieht, wenn die Stromversorgung ausfällt und die Notstromversorgung nicht einspringt.

Hier zeigt sich auch die zweite Besonderheit der Krankenhaustechnik: Krankenhäuser sind primär für den Patienten, also den Menschen, da. Dementsprechend dient auch die im Krankenhaus installierte Energietechnik unmittelbar oder zumindest mittelbar dem Menschen.

Der Mensch und seine körperliche Unversehrtheit sind die höchsten Güter in unserer Rechtsordnung. Daher besteht immer dort eine besondere Verantwortung, wo menschliches Handeln auf den Menschen bezogen ist. Diese Verantwortung wächst mit der Kompliziertheit des Handelns oder der Mittel, derer sich der Mensch bedient.

Besonders gefährdet unter diesem Aspekt sind die Verantwortlichen für die energietechnischen Anlagen.

Da ich Strafrechtler bin und die Thematik dieses Vortrages an mich als Strafrechtler herangetragen wurde, will ich mich auch nur mit dem strafrechtlichen Teil dieser Verantwortlichkeit beschäftigen und nicht mit dem zivilrechtlichen, der auch nicht so folgenswer für die Person des Leiters ist, da die zivilrechtliche Haftung abgenommen werden kann vom Staat als Betreiber des Krankenhauses oder von einer Versicherung.

Die strafrechtliche Verantwortung dagegen kann nicht abgenommen oder delegiert werden.

Bitte erwarten Sie von mir keine Patentlösung und keine Gebrauchsanweisung für richtiges Verhalten mit Garantie für strafrechtliche Haftungsfreiheit. Es ist ja sowieso eine Besonderheit meines Berufsstandes, daß wir erst auftreten, nachdem das Kind in den Brunnen gefallen ist, hier also ein Mensch oder ein anderes strafrechtlich geschütztes Rechtsgut verletzt ist und jetzt fragen und prüfen, wie das geschehen konnte und wer das zu verantworten hat.

Solange nichts passiert, tritt kein Staatsanwalt und kein Richter auf und prüft die Frage der strafrechtlichen Verantwortlichkeit.

Wenn ein strafrechtlich relevantes Ereignis im Zusammenhang mit dem Betrieb einer energietechnischen Anlage im Krankenhaus eingetreten ist, dann ist zunächst zu prüfen, welcher Straftatbestand verletzt sein könnte.

Als mögliche Straftatbestände kommen in Betracht:

Fahrlässige Tötung, § 222 StGB

Fahrlässige Körperverletzung, § 230 StGB

Fahrlässige Brandstiftung, § 309 StGB

Fahrlässige Herbeiführung einer Brandgefahr, § 310 StGB

Diese Straftatbestände setzen ausnahmslos voraus, daß ein bestimmter Erfolg ursächlich herbeigeführt wird. Solche Erfolge sind namentlich der Tod oder die Verletzung eines Menschen. Immer muß der strafrechtliche Erfolg verschuldet, das heißt vorsätzlich oder fahrlässig verursacht sein.

Vorsatztaten wie Mord, vorsätzliche Körperverletzung oder Sabotagehandlungen (§§ 88, 316 b StGB) lasse ich als atypisch außer Betracht.

Prüfung der strafrechtlichen Verantwortlichkeit

Wenn ein strafrechtlich relevanter Erfolg eingetreten ist, beispielsweise ein Mensch während einer Operation gestorben ist, weil bei Stromausfall die Notstromanlage nicht rechtzeitig ansprang, so prüft der Strafrechtler die strafrechtliche Verantwortlichkeit an Hand folgender Kriterien:

Sind die gesetzlichen Tatbestandsmerkmale erfüllt?

Ist das Verhalten des mutmaßlichen Täters kausal für den Erfolg gewesen?

War der Erfolg für den Täter vorhersehbar?

Hat der Täter den Erfolg schuldhaft herbeigeführt?

Erfüllung der gesetzlichen Tatbestandsmerkmale

Diese Prüfung ist eine rein juristische und umfaßt beispielsweise bei der fahrlässigen Tötung die Frage, ob ein vorher noch lebender Mensch nach der Tat tot ist.

Kausalität

Der strafrechtliche Kausalitätsbegriff ist weit gefaßt. Kausal für den Erfolg ist jede Einwirkung, die nicht hinweggedacht werden kann, ohne daß der strafrechtliche Erfolg entfielen (sogenannte conditio sine qua non).

Vorhersehbarkeit des Erfolges

Da der weit gefaßte Kausalitätsbegriff einen weiten Haftungsrahmen absteckt, in unserem modernen Strafrecht der Täter jedoch nur für sein ganz persönliches Verschulden haftet (hier unterscheidet sich der strafrechtliche Verschuldensbegriff vom zivilrechtlichen, der nicht so subjektiv ausgerichtet ist), wird hier die haftungsbegründende Kausalität wieder eingeschränkt in dem Sinne, daß der Täter nur für den Erfolg verantwortlich ist, der für ihn vorhersehbar war.

Beispiel: Wer einen Bluter versehentlich mit dem Messer sticht und nicht weiß, daß der andere Bluter ist, ist nur wegen fahrlässiger Körperverletzung zur Verantwortung zu ziehen und nicht wegen fahrlässiger Tötung, wenn der Bluter infolge der Verletzung stirbt.

Die Frage der Vorhersehbarkeit des Erfolges hängt eng zusammen mit der Frage des Verschuldens.

Verschulden

Dies ist der Teil der Prüfung, der dem Juristen in dem hier erörterten technischen Bereich am schwertesten fällt und den er ohne Hinzuziehung eines Sachverständigen in den meisten Fällen auch nicht lösen kann.

Die strafrechtliche Haftung setzt fahrlässiges Verhalten voraus. Fahrlässig handelt - grob umrissen -, wer die Sorgfalt außer acht läßt, zu der er nach den Umständen und seinen persönlichen Verhältnissen verpflichtet und fähig ist und infolgedessen den Erfolg nicht vorausgesehen oder zwar für möglich gehalten, aber darauf vertraut hat, er werde nicht eintreten.

Was ist nun die Sorgfalt, zu der man nach den Umständen verpflichtet ist?

Bei den Ärzten etwa sind dies die sogenannten "Regeln der ärztlichen Kunst", die die Besonderheit haben, nirgendwo normiert, also aufgeschrieben und festgehalten zu sein.

Bei den Leitern energietechnischer Anlagen bemißt sich die Sorgfalt nach den Vorschriften und Richtlinien, die mit dem Bau und dem Betreiben der Anlagen in Zusammenhang stehen.

Hiervon sind hervorzuheben:

VDE- Bestimmungen

Energiewirtschaftsgesetz

(Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft vom 13.12.1935)

Gesetz über technische Arbeitsmittel

vom 24.06.1968

Vorschriften über die Abnahme und Überprüfung energietechnischer Anlagen durch Unfallversicherer, Gewerbeaufsicht und Technische Überwachungsvereine.

Installations-, Inspektions-, Wartungs- und Reparaturvorschriften der Hersteller von Anlagen

VDE- Normen

Die VDE- Vorschriften sind zweifellos die wichtigsten Normen, da die elektrische Energie bei allen energietechnischen Anlagen mitwirkt.

VDE- Normen sind Regeln der Technik, die von einem privatrechtlichen Verband geschaffen wurden und werden. Schöpfer der Normen sind also nicht staatliche Rechtssetzungsorgane. Andererseits sind VDE- Vorschriften von der Gesetzgebung aber auch nicht ignoriert worden; sie haben Eingang in Ge-

setze und Rechtsverordnungen gefunden. Für sich allein betrachtet sind die VDE- Normen also nicht mehr und nicht weniger als faktische Regeln, keine Rechtssätze. Der bloße Verstoß gegen diese Bestimmungen hat deshalb keine strafrechtlichen Folgen. Strafrechtliche Bedeutung erlangen solche Verstöße nur im Zusammenhang mit eigens normierten gesetzlichen Tatbeständen.

Die VDE- Bestimmungen beschreiben das, was man auf dem Gebiet der Elektrotechnik als anerkannte Regeln der Technik anzusehen hat.

Andererseits ist auch denkbar, daß auf der Höhe der Technik stehende Fachleute Regeln anerkennen, die noch keinen Niederschlag als VDE- Norm gefunden haben; sonst wäre ein Fortschritt gar nicht möglich.

Die Verletzung der VDE- Bestimmungen ist regelmäßig pflichtwidrig und damit fahrlässigkeitsbegründend; ihre Beachtung ist umgekehrt regelmäßig pflichtgemäß und damit fahrlässigkeitsausschließend.

Energiewirtschaftsgesetz

Dieses Gesetz ermächtigt den Wirtschaftsminister, u.a. Vorschriften über die technische Beschaffenheit, die Betriebssicherheit, die Installation von Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräten zu erlassen (§ 13 Abs. 2). Das ist namentlich in der 2. Durchführungsverordnung zum EnergG vom 21.08.1937 geschehen: Verpflichtung, daß alle Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte nach den anerkannten Regeln der Technik einzurichten und zu unterhalten sind.

§ 1 Abs.2 dieser DurchführungsVO lautet:

Als solche Regeln gelten die Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE).

Gesetz über technische Arbeitsmittel (GTA)

Auch das GTA vom 24.06.1968 verweist mittelbar auf die VDE-Vorschriften. Dieses Gesetz dient dem vorgreifenden Gefahrenschutz, dem Bedürfnis nach Sicherheit vor Gefahren, denen der Mensch durch die Technik in erhöhtem Maße ausgesetzt ist: Schon der Hersteller eines Erzeugnisses soll verpflichtet

sein, die Sicherheit seines Produkts zu gewährleisten. Die technischen Arbeitsmittel müssen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften so beschaffen sein, daß Benutzer oder Dritte bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung gegen Gefahren aller Art für Leben oder Gesundheit soweit geschützt sind, wie es die Art der bestimmungsgemäßen Verwendung gestattet.

Vorschriften des Herstellers

Auch die "Gebrauchsanweisung", die der Hersteller einer Anlage mitgeliefert hat, kann herangezogen werden, wenn zu prüfen ist, ob schuldhaftes Verhalten vorliegt. Beispiel: Bei einer Anlage wurde eine vom Hersteller vorgesehene Inspektion mit Wartungsarbeiten nicht durchgeführt. Die Anlage arbeitet fehlerhaft; ein Mensch wird verletzt. Wenn die Anlage bei durchgeführter Inspektion nicht fehlerhaft gearbeitet hätte, trifft den für die Anlage Verantwortlichen ein Verschulden an der Verletzung des Menschen.

Mithilfe von Sachverständigen

Fatalerweise ist der Jurist als Geisteswissenschaftler nicht in der Lage, komplizierte naturwissenschaftliche Vorgänge sich aus eigenem Wissen heraus erklären zu können. Wenn beim Betrieb einer Anlage ein Schaden entstanden ist und ein Ermittlungsverfahren geführt wird, ist der Staatsanwalt und später im Strafverfahren der Richter auf die Mitarbeit eines Sachverständigen aus demselben Fachgebiet angewiesen. Somit besteht hier wie überall bei der juristischen Aufbereitung von komplizierten Lebenssachverhalten das Kuriosum, daß der Jurist zunächst gar nicht aus eigenem Wissen urteilen kann und auf die Mithilfe eines Kollegen des Beschuldigten angewiesen ist.

Ergebnis

Eine Möglichkeit, der strafrechtlichen Verantwortung zu entgehen, besteht darin, gewissenhaft, den anerkannten Regeln der jeweiligen Technik entsprechend, zu arbeiten.

Eine zweite Möglichkeit sehe ich in dem erlaubten Delegieren von Verantwortung, wovon - soweit ich es anlässlich einer Besichtigung der technischen Anlagen der MHH festgestellt

habe - bereits in großem Umfange Gebrauch gemacht wird und wegen der nahezu unüberblickbaren Vielfalt der technischen Systeme auch Gebrauch gemacht werden muß. Zu beachten ist hierbei, daß derjenige, auf den Verantwortung delegiert wird, fachlich qualifiziert ist dazu, die auf ihn übertragenen Aufgaben zu erfüllen. Darüberhinaus muß sich der Delegierende stichprobenartig davon überzeugen, daß der andere die ihm übertragenen Aufgaben wahrnimmt und der von ihm betreute Teil der Anlage einwandfrei läuft.

Nicht in jedem Fall führt Delegieren von Aufgaben auch zur Delegierung der Verantwortung. Wenn die technische Anlage fehlerhaft geplant ist, ein Funktionsfehler sozusagen vorprogrammiert und mit eingebaut ist, so haftet der Planer der Anlage auch strafrechtlich unabhängig davon, ob er selbst den Betrieb der Anlage überwacht oder ein anderer.

Wolfgang Tingler

Richter am Amtsgericht Burgdorf / Hann.

Bannkamp 2

3101 Eicklingen

Energieversorgungssysteme im Krankenhaus
N. Gößl, München

1. Einführung

Seit die Energieversorgung weltweit ein Ressourcen- und Verfügbarkeitsproblem geworden ist, kann bei Planungen und beim Betrieb auch oder insbesondere von Krankenhäusern nicht darauf verzichtet werden, bei der Energieversorgung von Krankenhäusern neben den Fragen der Wirtschaftlichkeit auch den End- bzw. und den Primärenergieverbrauch, die Umweltverträglichkeit und die Verfügbarkeit in Betracht zu ziehen.

Unter dieser Prämisse erweitert sich der Komplex der Energieversorgung, klassisch der fossilen thermischen Energie für die Wärmeerzeugung und -verwendung der elektrischen Energie für die Beleuchtung, die Geräte und Maschinen, auch auf andere Quellen, z.B. der Abwärme und die Solarenergie, die nicht unmittelbar eingesetzt werden können, sondern einem Umformungs- und Einordnungsprozess unterworfen werden müssen. Ausgehend von einer Bestandsaufnahme der für ein Krankenhaus zur Verfügung stehenden Energiequellen ist die Nutzbarmachung dieser Quelle in einen abnahmegerechten Zustand und schließlich deren Einordnung in ein multivalentes System zu betrachten und zu werten.

2. Bestandsaufnahme:

Im Sinne der Erweiterung der Energieversorgung in ein komplexes, multivalentes und integriertes System empfiehlt es sich, über den Zaun des Krankenhauses zu blicken und die Infrastruktur der Energieversorgung mit zu berücksichtigen, und zwar auch insofern, als nicht nur die Eingabedaten von Verträgen berücksichtigt werden in Form von Baukostenzuschüssen, Arbeits- und Leistungspreisen, sondern die sinnvolle Zuordnung von durch neue Technologien erschlossenen Energiequellen.

2.1. Elektroenergie

2.1.1. Aus der Sicht des Erzeugers:

Unabhängig vom Wärmebedarf kann hier jederzeit wirtschaftlich Strom erzeugt werden, wobei das elastische Abfahren von Bedarfsspitzen den Betrieb als Spitzenkraftwerk bestätigt.

Auch die Nutzung der Abwärme eines Heizkraftwerkes ergibt eine günstigere Ausnutzung der Primärenergie. Sehr häufig werden diese Anlagen mit Erdgas oder Heizöl, bzw. im bivalenten Betrieb gefahren.

Elektroenergie ist zu 17% von Öl oder Gas abhängig.

2.1.2 Aus der Sicht des Verbrauchers:

Die Abnahme elektrischer Energie weist im Datengang, das heißt im Tag/Nacht- und Wochenrang, langfristig auch im Jahresrang, Lastspitzen und -täler auf.

Das Tarifangebot der EVU, unterteilt nach Arbeits- und Grundpreis, muß derartige Belastungsschwankungen berücksichtigen.

2.1.3 BHKW - Technik:

Diese Technik ist der Elektroenergieerzeugung zuzurechnen, sofern sie der Ersatzstromerzeugung dient, wobei auch eine Stromerzeugung außerhalb der Ersatzstromzeit eingeschlossen ist. Die Kombination mit der Wärme- und Kälteerzeugung wird bei der thermischen Energie behandelt.

Diese Technik ist auf die Verwendung von Öl bzw. Erdgas angewiesen.

2.2 Gas:

2.2.1 Aus der Sicht des Erzeugers bzw. Bereitstellers:

Die unter 2.1.1 gezeigte unterschiedliche Energieabnahme erfordert sowohl auf der Erzeuger- als auch auf der Verbraucherebene den Einsatz von Speichern, wobei für den Tagesbedarf Niederdruck- oder Hochdruckspeicher in Frage kommen, während die Sommer/Winterdifferenzen nur durch den Bau von Großspeichern aufgefangen werden kann.

2.2.2 Aus der Sicht des Verbrauchers:

Die Entwicklung des Gasverbrauchs ist in letzter Zeit gekenn-

zeichnet durch einen wachsenden Unterschied zwischen der Sommer- und der Winterabnahme, bedingt durch einen erheblich gewachsenen Energiebedarf für Raumheizung. Der Verbraucher sollte hier auch berücksichtigen, daß sein Tarif, ebenfalls gestaffelt nach Arbeits- und Leistungspreis sowie Amortisation eines Baukostenzuschusses, evtl. dann günstiger ausfällt, wenn er seine Anlage für die Lastspitze auf Öl auslegt.

2.3 Öl

Wenn die bisher gültigen Verhältnisse betrachtet werden, so ist der Bezug lediglich auf die Tankwagengröße aus wirtschaftlichen Gründen abgestellt, damit ein idealer Brennstoff für Spitzenenergie.

2.4 Fernwärme:

2.4.1 Aus der Sicht der Lieferer:

Die Abnahmeamplituden zeigen die gleiche Entwicklung einer Tagesganglinie sowie entsprechende Sommer- und Winterkurven, wie sie sich in den unterschiedlichen Tarifen niederschlagen. Ein Problem stellt sich in der Rücklauftemperatur des Wärmenetzes dar, deren wirtschaftliche Nutzung durch eine größere Spreizung zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur, das heißt eine Absenkung der Heiztemperaturen des Verbrauchers, gesichert werden könnte.

2.4.2 Aus der Sicht des Abnehmers:

Fernwärme deckt bei Krankenhäusern nicht das ganze Spektrum der Energieversorgung ab. Deshalb wird es sich als notwendig erweisen, auch andere Energieträger vorzusehen.

2.5 Abwärme:

Abwärme erweist sich als Energiequelle, sowohl als interne als auch externe Energiequelle.

2.5.1 Vor allem die Abluft läßt sich in die Energieversorgung einbinden. Energierückgewinner stellen die Komponenten dar. Aber auch Abwärme aus dem Brauchwassersektor ist zu berücksichtigen.

sichtigen. Das interne Abwärmepotential eines Krankenhauses erreicht fast den Bedarf.

2.5.2 Externe Abwärmequellen sind ebenfalls interessant. Genannt wird:

- Abwärme aus Klärwerken, Industrieunternehmen, z.B. Brauereien, Molkereien
- Abwärme aus Kraftwerken.

2.6 Solarenergie:

Die im November auf 2, im Dezember auf 1, im Januar auf 2 und im Februar auf 3 Stunden täglich zurückgehende Sonnenscheindauer ergibt neben dem unbedingt erforderlichen Einsatz multivalenter Systeme die Problemstellung der wirtschaftlich vertretbaren Speicherung von Energie.

Wegen der Ungleichmäßigkeit des Energieanfalls kann Solarenergie ohne Speicher nicht wirtschaftlich genutzt werden. In das konventionelle Solarsystem (Kollektor, Verteilung und Speicher) gehen auch die anteiligen Kosten der größeren Heizflächen ein. Daraus muß geschlossen werden, daß, bezogen auf eine Normwärmeleistung ($\Delta t = 60 \text{ K}$), die Wirtschaftlichkeit der Sonnenenergie sehr beschränkt ist und sie nur zur Warmwasserbereitung bzw. als Zusatzheizung im bivalenten System Verwendung finden kann. Die Kosten eines Speichers spielen hier eine bedeutende Rolle. Eine monovalente Solarheizung müßte eine Kollektorfläche von $60 \text{ m}^2/\text{kW}$ und ein Speichervolumen von $10 \text{ m}^3/\text{kW}$ aufweisen, Werte, die derzeit unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet, nicht realisierbar sind. Einer Optimierung des Speichervolumens kommt große Bedeutung zu.

Sonnenenergie kann mittels externer Kollektoren und auch über die Außenfläche der Gebäude genutzt werden.

2.7 Ersatzstromversorgung:

Sie wird deshalb erwähnt, weil ihre Verflechtung mit den übrigen Komponenten der Wärme-, Kälte- und Stromversorgung dies nahelegt.

2.8 Müll:

Müll kann eine Energiequelle sein, jedoch ist die Energieumsetzung für den Hausmüll in die öffentliche Müllbeseitigung verlagert.

3. Umwandlung in abnahmegerechte Systeme:

3.1 Konventionelle Systeme

3.1.1 Wärmeerzeugung

3.1.1.2 Elektrischer Strom

3.1.1.3 Erdgas

3.1.1.4 Städt. Mischgas (Butan-Luft-Gemisch)

Der Versorgungsanschluß mit Versorgungsleitung, Gasübergabestation und Gaszähleranlage wird durch die Stadtwerke erstellt. Die Anlage besteht damit aus Brennstoffzuleitungen, Brennern mit Armaturen, Kesseln und den Rauchgas- und Schornsteinanlagen (Abb.1).

3.1.1.5 Flüssiggas (Butan)

Das Flüssiggas wird unter Druck im flüssigen Zustand in Behältern transportiert und gelagert. Bei Normaldruck nimmt es gasförmigen Zustand an.

Die Arbeitsweise der Brenner ist die gleiche wie bei der Verfeuerung von städt. Mischgas.

3.1.1.6 Extraleichtes Heizöl (EL)

Das Prinzipschaltbild 2 zeigt die Bestandteile und den Aufbau einer mit Heizöl EL beschickten Kesselanlage. Die Schornsteine einer ölbefeuerten Anlage müssen für die speziellen Anforderungen geeignet sein.

3.1.1.7 Heizöl S Die Kaminhöhen betragen 50 bis 100 m

3.1.1.8 Kohle " " " " " "

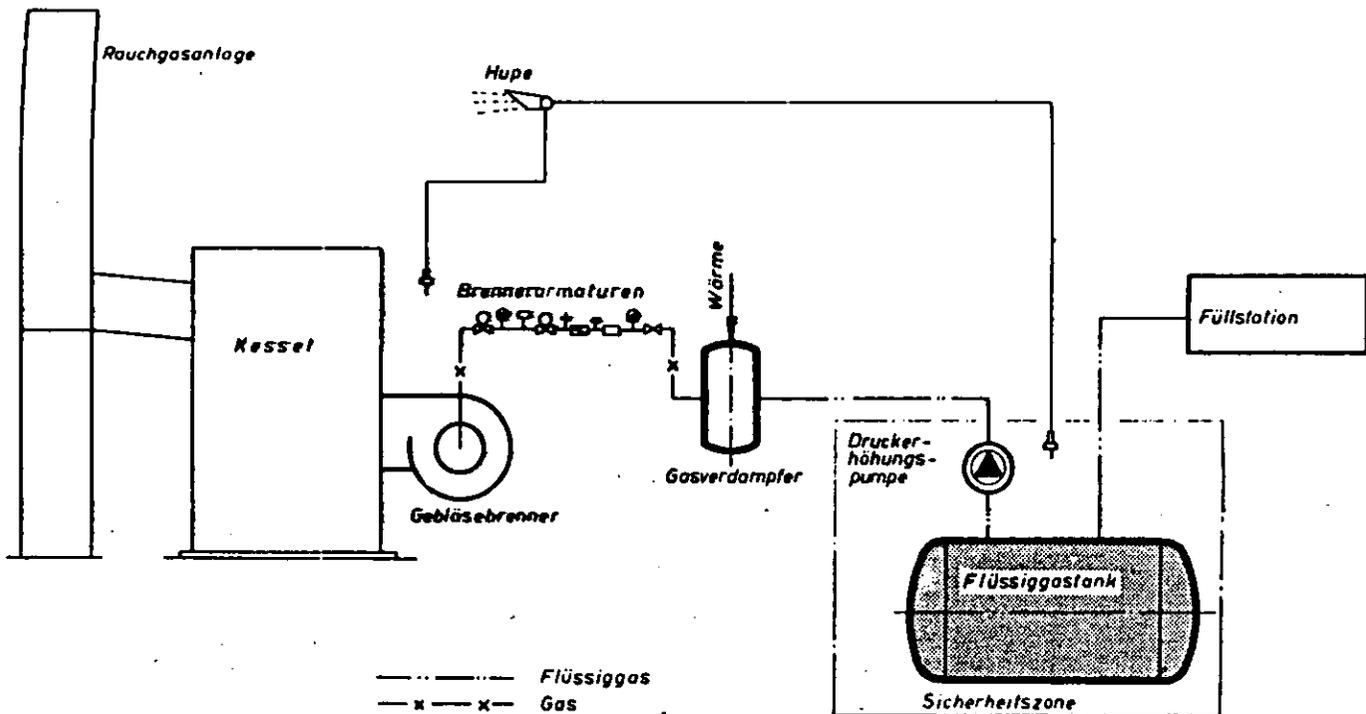


Abb. 2 Prinzipschaltbild - Verfeinerung von Heizöl EL

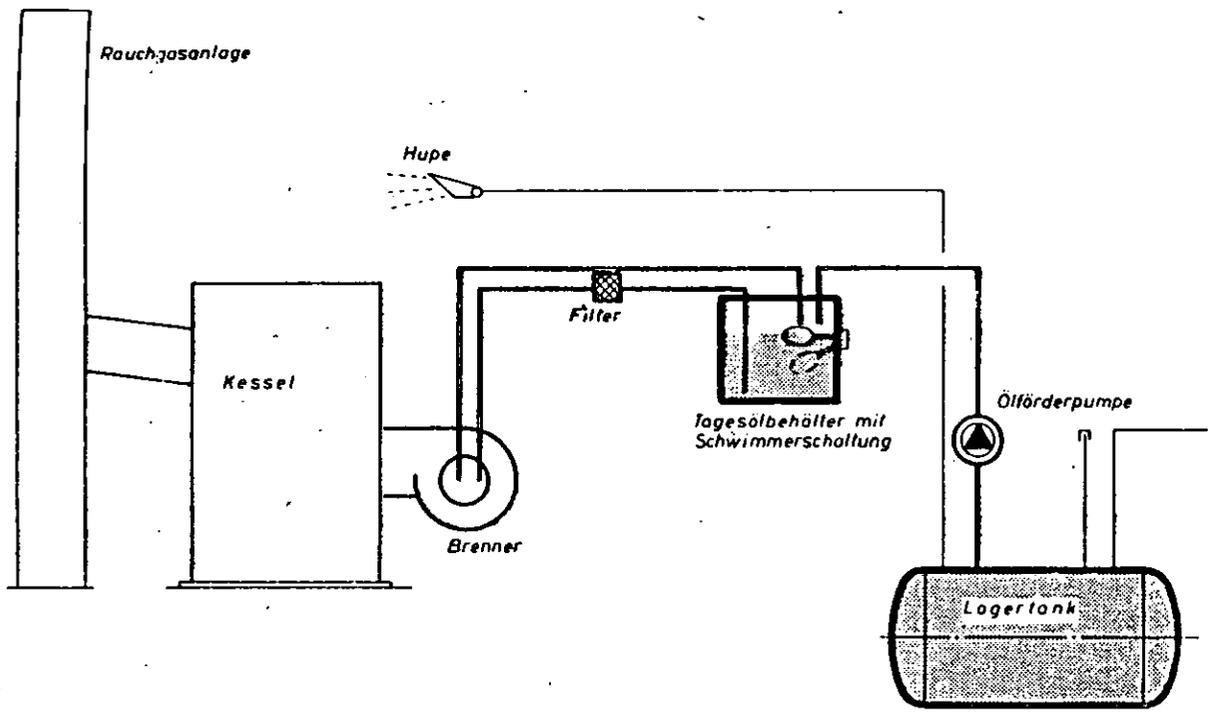
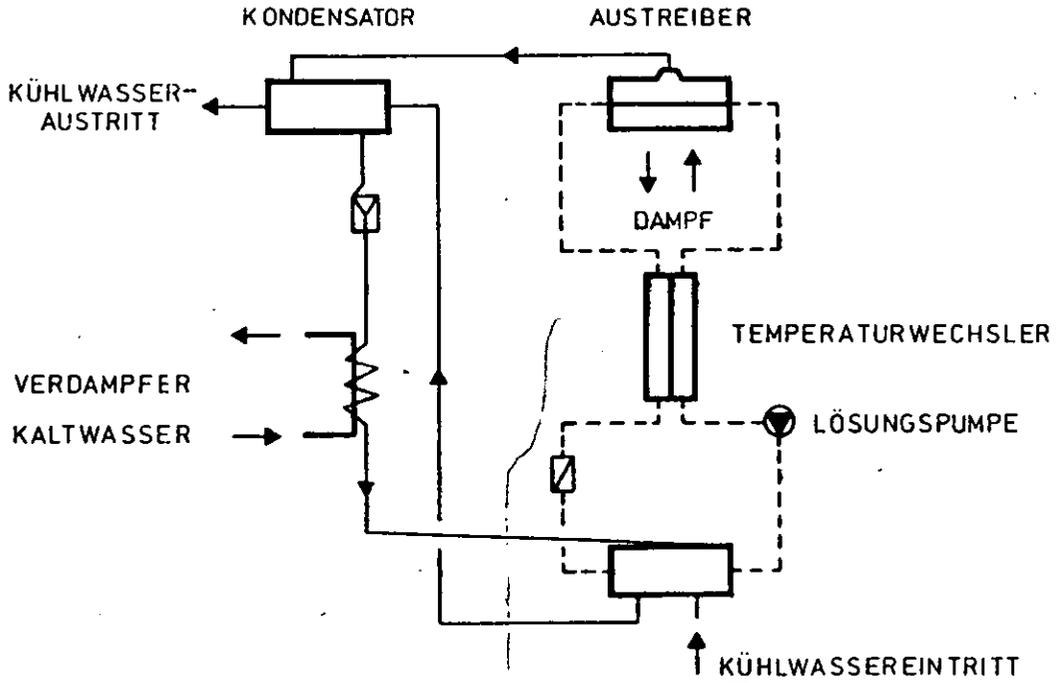


Abb. 3 Absorptions - Kältemaschine



3.1.2 Kälteerzeugung:

Zur konventionellen Kälteerzeugung kommen Absorptions- und Kompressionskälteanlagen in Frage.

3.1.2.1 Absorptions-Kältemaschinen:

Bei der Verwendung von Absorptions-Kälteanlagen wird Wärmeenergie direkt in Kälteenergie umgewandelt. (Abb.3)

3.1.2.2 Kombination:

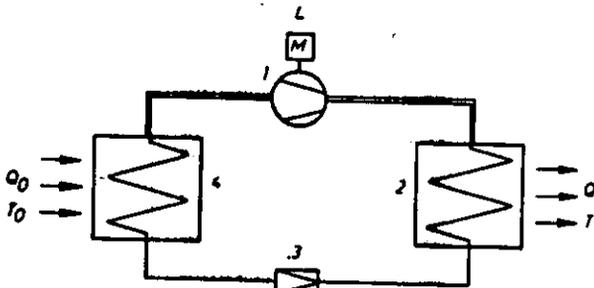
Turbo-Kompressor mit Absorptions-Kältemaschine. Solche Anlagen eignen sich bei großem Kältebedarf.

3.1.2.3 Heißwasserkessel als Wärmelieferant:

Durch eine gegenläufige Veränderung der Wärme- und Kälteanforderung wird der Betrieb einer Kesselanlage besser ausgeglichen.

3.1.3 Wärmepumpen-System:

Eine Wärmepumpe ist in der Lage, technisch wertlose Wärme aus der Umgebung für Heizzwecke nutzbar zu machen. (Abb.4)



- Q = Heizwärme ($Q = Q_0 + L$), kW
- Q_0 = techn. wertlose Wärme aus der Wärmequelle, kW
- L = Antriebsenergie für den Kompressor, kW
- T = Temperatur am Verflüssiger, K
- T_0 = Temperatur am Verdampfer, K

Abb.4 Wärmepumpensystem

Niedertemperaturheizung:

Die Leistungsziffer wird umso kleiner, je größer die Differenz zwischen der Vorlauftemperatur und der Temperatur der Wärmequelle ist. Für Wärmepumpenheizsysteme eignen sich deshalb energetisch nur Niedertemperaturheizungssysteme wie Flächenstrahlungsheizungen mit Vorlauftemperaturen bis ca. $45^{\circ}\text{C} + 50^{\circ}\text{C}$.

Durch die Kombination beider Maßnahmen ist es möglich, ein besonders energiesparendes System zu erhalten. Im Hinblick auf die Einfachheit der Anlage wird häufig auf die Nutzung dieser Möglichkeiten verzichtet.

Wärmequellen:

Als Wärmequellen bieten sich im vorliegenden Falle an:

Luft

Flußwasser

Grundwasser

Abwasser

Kühlwasser von Kraftwerken.

3.1.4 Mögliche Wärmeträger

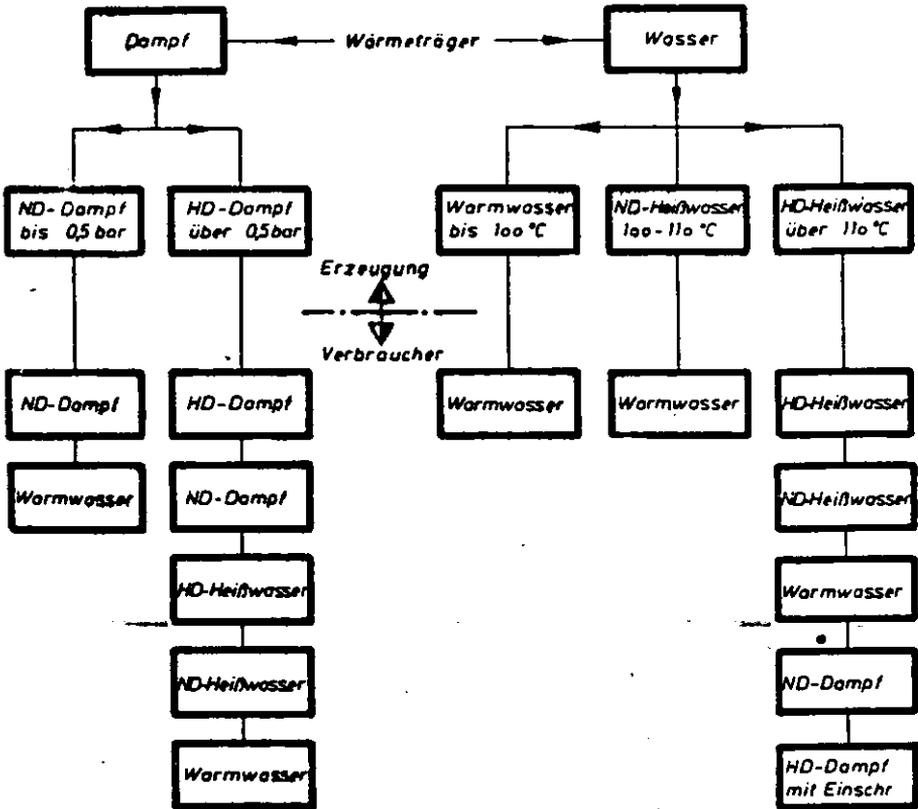


Abb. 5: Übersicht über Wärmeträger

Abb. 6 Prinzipschaltbild - Hochdruckdampfanlage

- ① Hochdruckdampfkessel
- ② Kondensat- und Speisewassergefäß
- ③ Verbraucher
- ④ Dampfleitungen
- ⑤ Kondensatleitungen
- ⑥ Wasseraufbereitungsanlage
- ⑦ Speisewasserpumpe
- ⑧ Kesselspeisepumpe
- ⑨ Wasserstandsregler
- ⑩ Wassermangelsicherung
- ⑪ Wasserstandsanzeiger
- ⑫ Sicherheitsventil
- ⑬ Absperrarmatur
- ⑭ Druckregler
- ⑮ Druckwächter und -begrenzer
- ⑯ Entsalzung
- ⑰ Abschlämzung
- ⑱ Druckreduzierventil

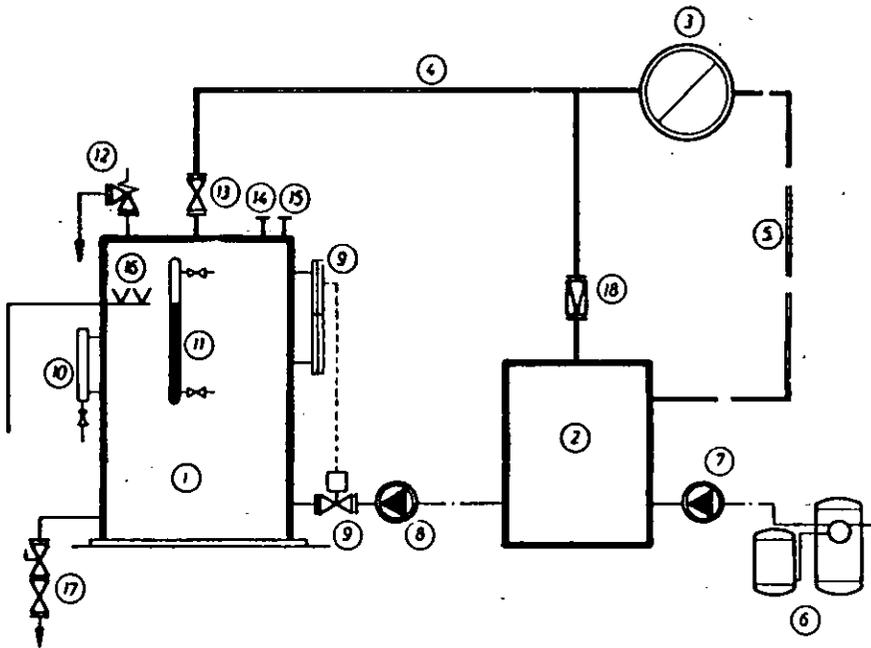


Abb. 7 Prinzipschaltbild - Hochdruckkessel- und Hochdruckheißwasseranlage
(mit Dampfkessel und Mischvorwärmer)

- ① Hochdruckdampfkessel
- ② Heißwassermischvorwärmer
- ③ Speiswassergefäß
- ④ Verbraucher
- ⑤ Wasser aufbereitungsanlage
- ⑥ Speisewasserpumpe
- ⑦ Druckreduzierventil
- ⑧ Sicherheitsventil
- ⑨ Mischer
- ⑩ Temperaturregelventil
- ⑪ Umwälzpumpe
- ⑫ Kesselspeisepumpe
- ⑬ Wasserstandsregler
- ⑭ Alkalisierungpumpe
- ⑮ Druckregler
- ⑯ Druckwächter und -begrenzer
- ⑰ Wasserstandsanzeiger
- ⑱ Wassermangelsicherung
- ⑲ Abschlämmung

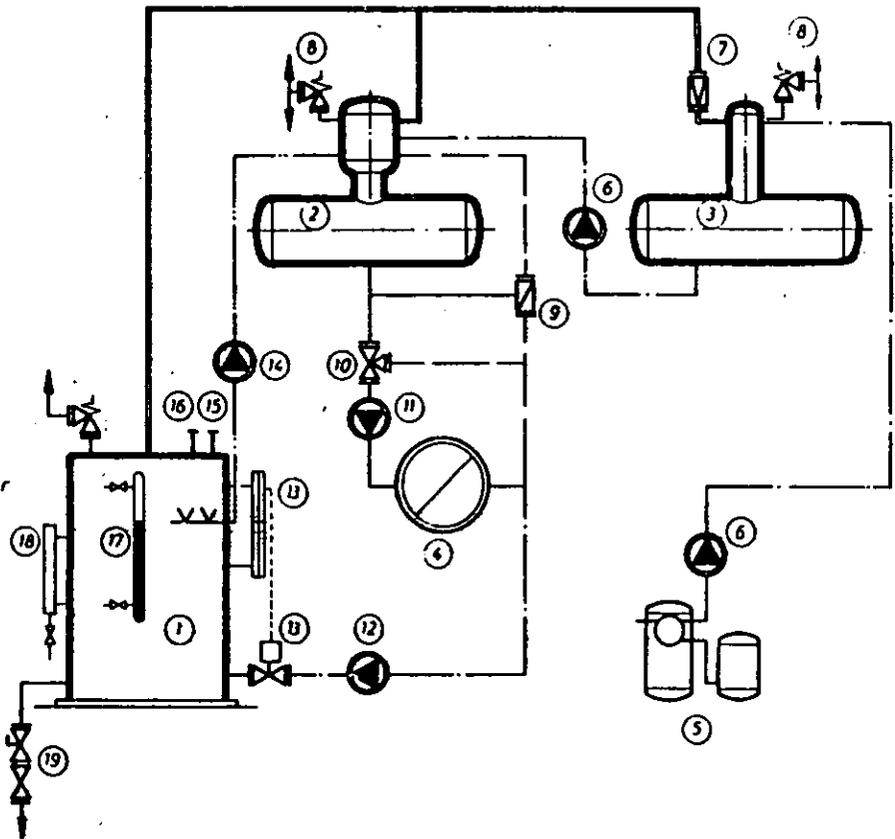


Abb. 8 Prinzipschalbild - Niederdruck Heißwasseranlage

- ① Kessel
- ② Sicherheitsventil
- ③ Temperatur-Regler
- ④ Temperatur-Begrenzer
- ⑤ Manometer
- ⑥ Thermometer
- ⑦ Absperrarmatur
- ⑧ Umwälzpumpe
- ⑨ Ausdehnungsgefäß
- ⑩ Wärmeverbraucher (Übergabestation)

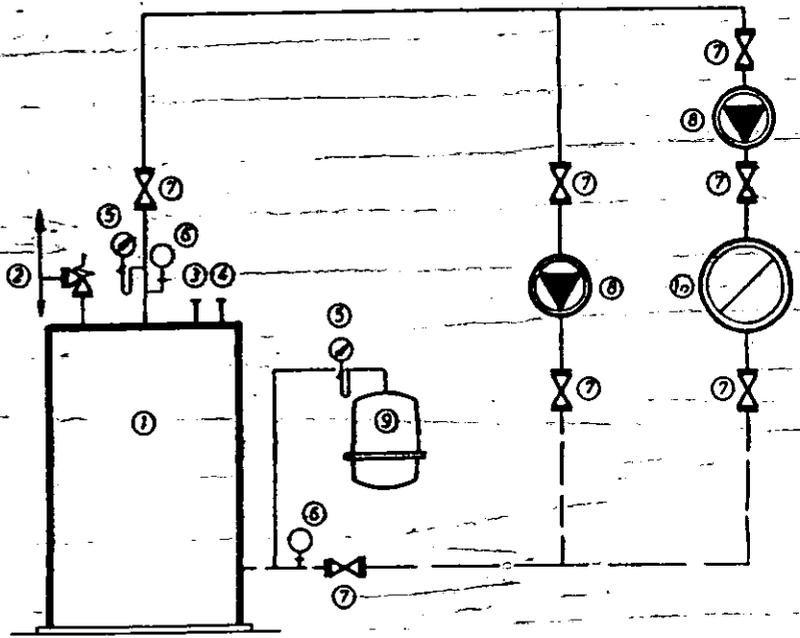


Abb. 9 Prinzipschalbild - Wärmeübergabestation
 "indirekte Beheizung"

- | | |
|---------------------|--------------------|
| ① Absperrarmatur | ⑨ Umwälzpumpe |
| ② Schmutzfänger | ⑩ Ausdehnungsgefäß |
| ③ Manometer | ⑪ Vorlaufverteiler |
| ④ Thermometer | ⑫ Rücklaufsammler |
| ⑤ Wärmemengenzähler | ⑬ Umformer |
| ⑥ Regelventil | ⑭ Wärmeverbraucher |
| ⑦ Regelventil | ⑮ Regelventil |
| ⑧ Sicherheitsventil | |

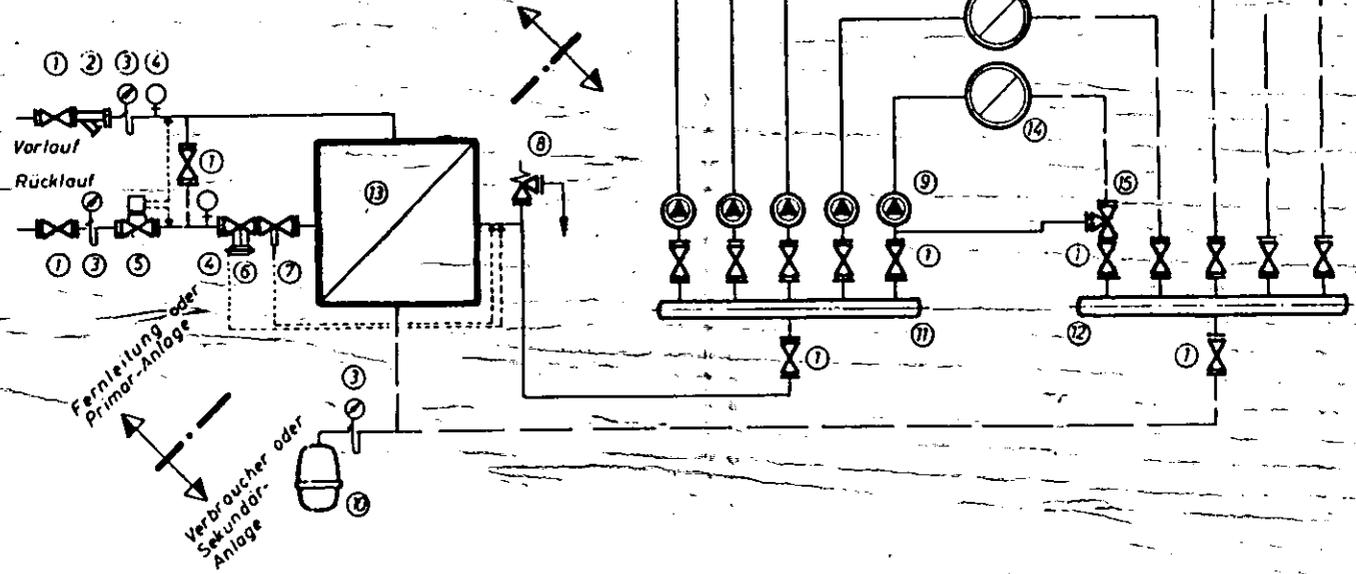
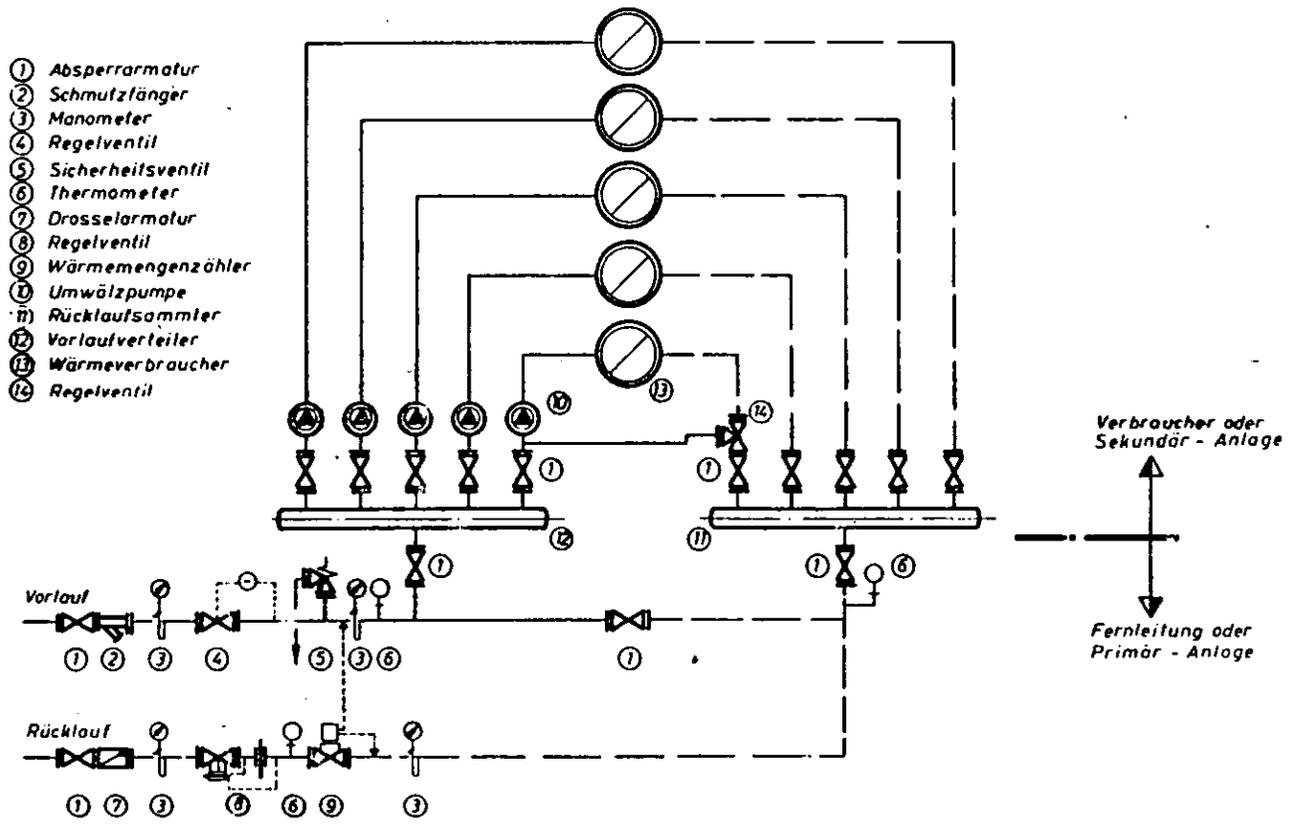


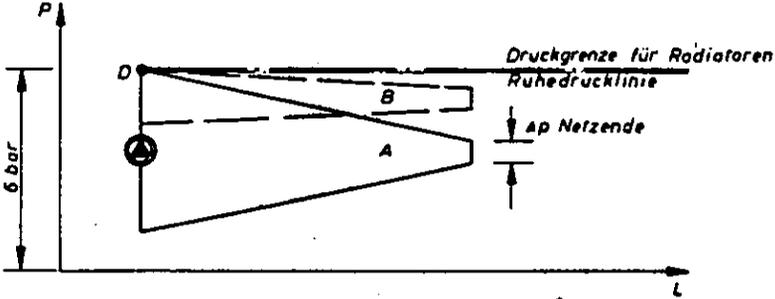
Abb. 10 Prinzipschalbild - Wärmeübergabestation
 "direkte Beheizung"



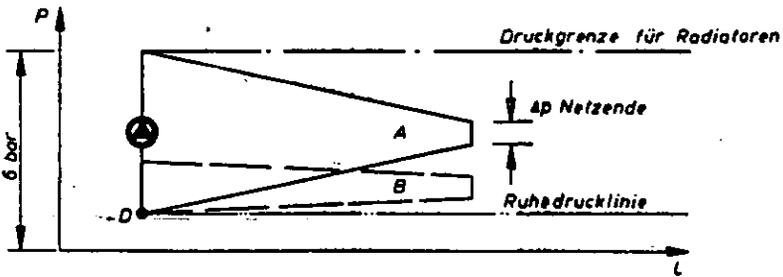
- ① Absperrarmatur
- ② Schmutzfänger
- ③ Manometer
- ④ Regelventil
- ⑤ Sicherheitsventil
- ⑥ Thermometer
- ⑦ Drosselarmatur
- ⑧ Regelventil
- ⑨ Wärmemengenzähler
- ⑩ Umwälzpumpe
- ⑪ Rücklaufsammler
- ⑫ Vorlaufverteiler
- ⑬ Wärmeverbraucher
- ⑭ Regelventil

- A Druckverlauf bei Voll-Last
- B Druckverlauf bei Teil-Last
- P Druck in bar (m WS)
- L Länge der Fernleitung (m, km)
- D Anschluß Druckhaltung

a) „Rücklaufpumpe“



b) „Vorlaufpumpe“



c) „Vor- und Rücklaufpumpe“

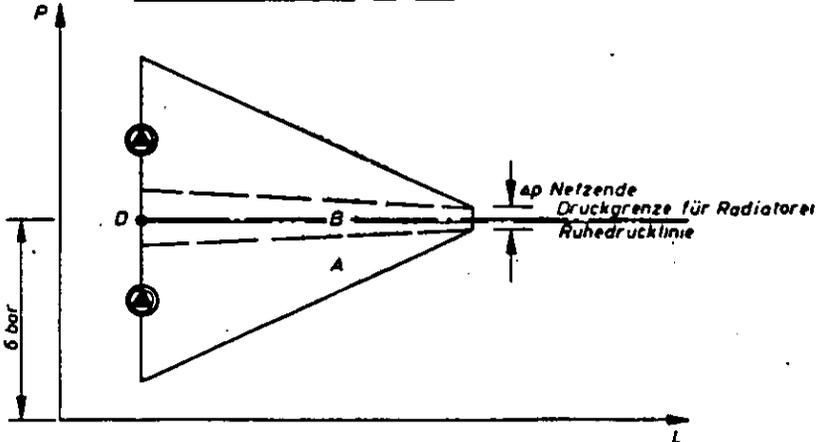


Abb. 11 Pumpenanordnung in Zusammenhang mit der Druckhalteeinrichtung

3.1.5 Wärmepumpen mit Gasmotor-Antrieb:

Seit 21.3.1977 ist eine gasmotorgetriebene Kompressionswärmepumpe zur Beheizung eines Freibades in Dortmund in Betrieb. Bei einem Wärmebedarf von 700 kW genügt ein Antriebsmotor von 83 kW Kupplungsleistung. Der Verdampfer ist ein Direktverdampfer mit Luftkühlung (135 000 m³/h Luftdurchsatz: ausgelegt Eintrittstemperatur + 8°C, Austrittstemperatur + 2°C bei einer Verdampfungstemperatur von - 2°C). Der Kondensator ist für eine Verflüssigungstemperatur von 28°C ausgelegt. Seine Leistung wurde auf 2 Einheiten mit je 250 kW verteilt. Die Kühlwassereintrittstemperatur beträgt 23°C, die Austrittstemperatur 24,5°C. Der Kühlwasserwärmetauscher des Motors wird zur Brauchwasserbereitung benutzt (55°C). Der Abgaswärmetauscher (Material V 4 A) kühlt die Abgase des Gasmotors auf 70°C ab. Seine Wärme kann sowohl dem Badewasser als auch dem restlichen Brauchwasser zugeführt werden. (Abb. 12, 13, 14)

Abb. 12 Zweikreisssystem

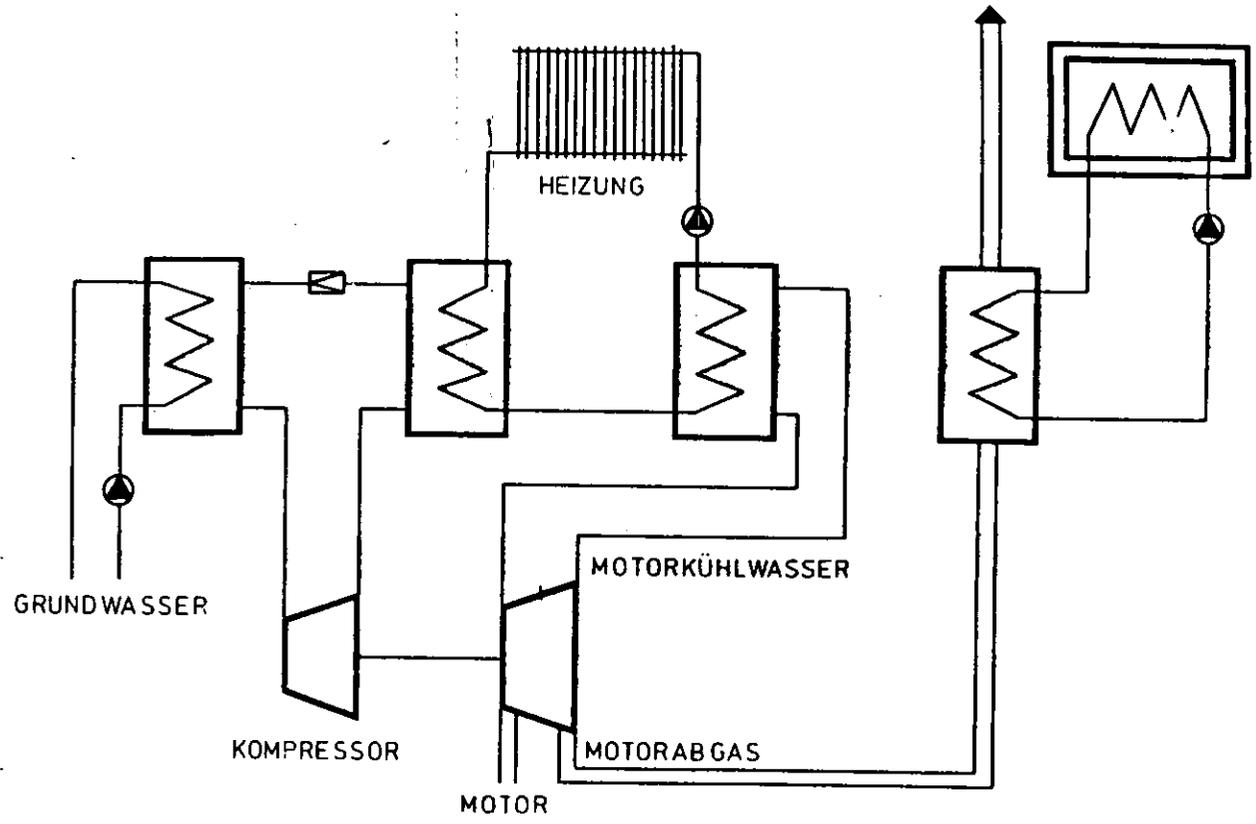
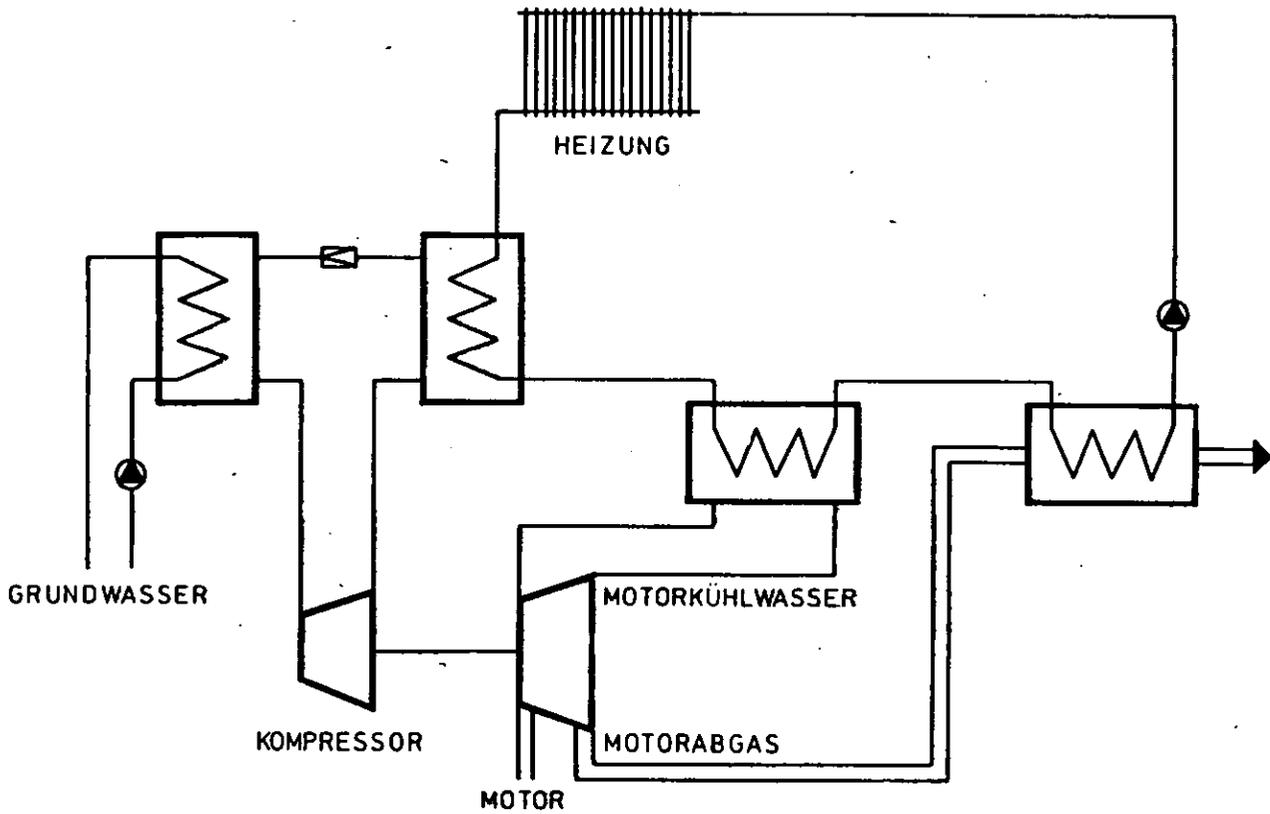


Abb. 13 Sinkkreisystem



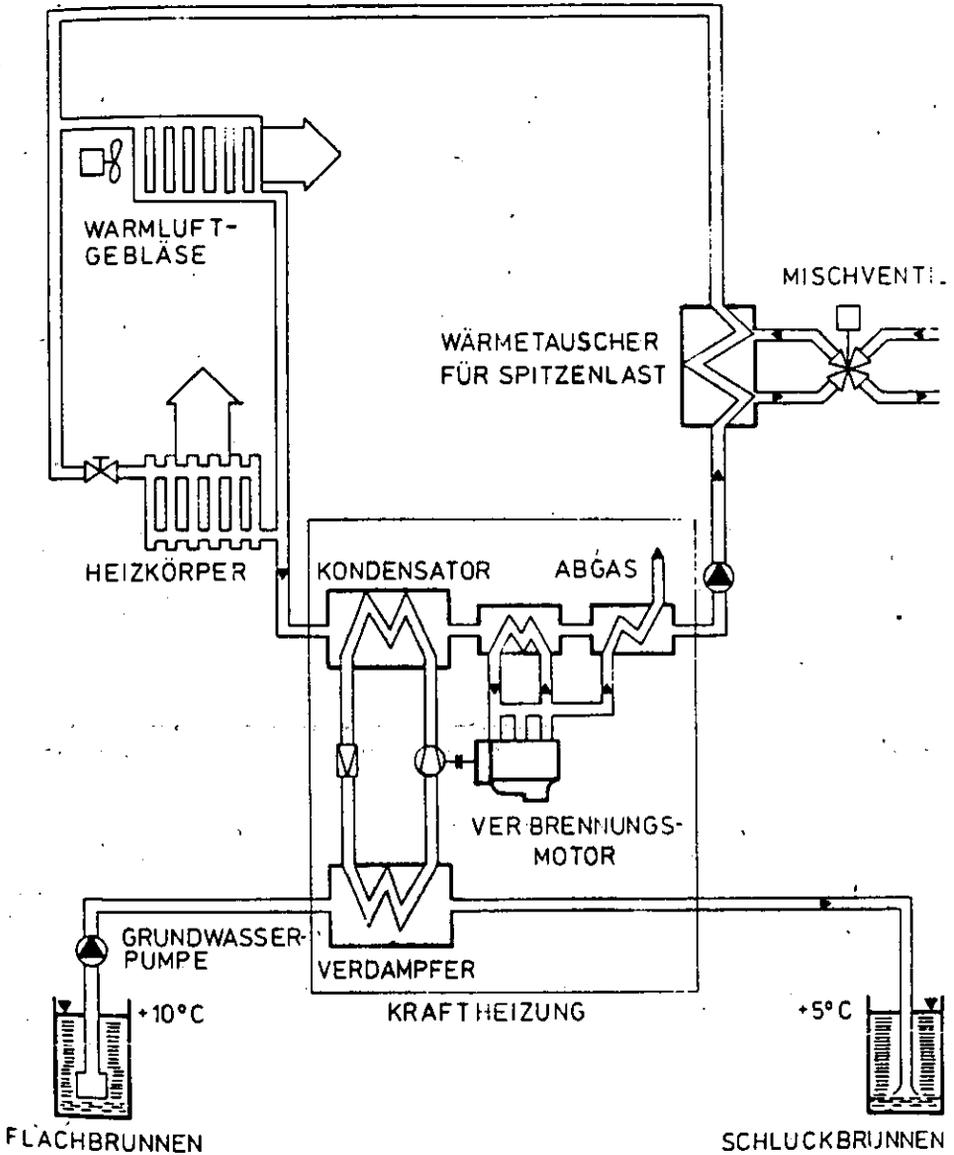


Abb. 14 Schema einer Kraftheizung

3.2. Raumlufttechnische Anlagen als Energiesystem (Abb.15)

3.2.1 Zunächst zur Begrenzung des Energieverbrauchs ist es nötig, die Morphologie der Gebäude einzubeziehen.

Der Bedarf an Wärme, Strom und Medien hängt mit der Bauform des Gebäudes, das versorgt werden soll, zusammen. Die einzelnen Parameter sind nicht gleichsinnig.

Dabei ergab sich, daß die Kompaktheit, ausgedrückt durch das Verhältnis A/V , mit kleinerem Verhältnis A/V (also mit größerer Kompaktheit) erheblich in die Kosten eingeht. Als Beispiel einer Untersuchung sei die mit der KREV-Studie zusammenhängende morphologische Wertung von Gebäuden genannt.

Untersuchungen über Kompaktbauten - als Maßstab dient der Faktor Umschließungsfläche zum eingeschlossenen Volumen (A/V) - zeigen, daß insbesondere die Kosten der lüftungstechnischen Anlagen unter Berücksichtigung des von diesen Anlagen eingenommenen umbauten Raumes überproportional steigen.

3.2.2 Anforderungen von Vorschriften (z.B. DIN-Normen)

Außer der Gebäudeform, ausgedrückt durch die Kompaktheit A/V gehen vor allem die Anforderungen der verschiedensten Art in die Erhöhung der Installationskosten und damit in die Betriebskosten ein.

3.3 Weitere Einflüsse:

Über die genannten Einflüsse (Morphologie, DIN-Normen, VDE-Richtlinien u.a.) hinaus werden folgende Faktoren zu berücksichtigen sein:

3.3.1 Baukosten: Die Kosten von Gebäuden werden durch Anstieg des technischen Installationsgrades, aber auch der nicht baubundenen Einrichtungen stark erhöht. Da die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel nach dem KHG (Krankenhausfinanzierungsgesetz) begrenzt sind, ist eine strenge Prüfung der Kosten unumgänglich. Gerade die raumlufttechnischen Anlagen stehen hier in der Diskussion.

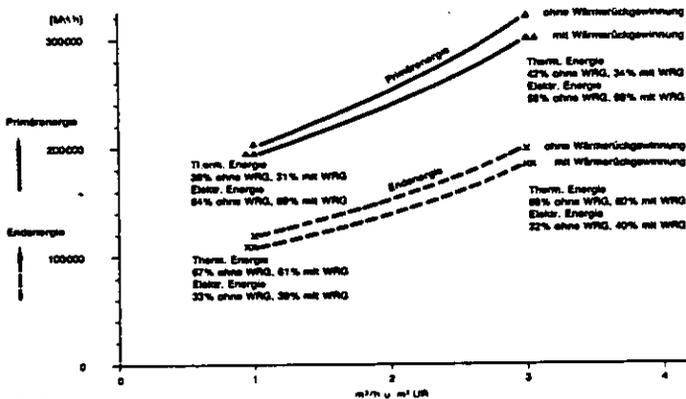


Abb. 175

Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Lüftungsrate (Beispiel Krankenhaushaus mit 1000 Betten)

Tabella 1: Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Energierückgewinnungsanlagen (August 1978)

Heiz-/Kühlkostenvergleich		Kapitalkosten		Energiekosten				Unterhaltskosten			Gewinn (+)	Verlust (-)		
Q _H (Q)	P _{HD} (Q)	P _H (Q)	P _A	P _{KAP}	ΔP _L	h	ε	P _E	u	P _{ERG}	P _U	P		
MJ	DM/GJ	DM	DM	%	DM	N/m ²	h/s	DM	DM	%	DM	DM	DM	
ε (kg/h)		ε (kg/h)	kg _L /h	Jnr.	ε (kg/h)	Pa	(VStk)	ε (kg/h)		%	kg/h	ε (kg/h)	ε (kg/h)	
Notwendiger Entschleptaucher (Skorpionstaucher)														
80	14	(0,57)	0,84	3	14,5	0,44	500	6780	0,18	0,10	2	1,09	0,02	+0,28
Kreislauf-verbundenes System (KV-System)														
40	14	(0,58)	0,58	2	14,5	0,28	240	6780	0,18	0,10	2	0,80	0,02	+0,16
Wärmepumpe ohne Heiz-/Brauchwassererwärmung														
80	14	(0,58)	0,70	0,5	12	0,08	240	6780	0,18	0,08	-	-	0,03	+0,10
Wärmepumpe mit Heiz-/Brauchwassererwärmung														
80	14	(0,58)	0,84	0,85	12	0,08	240	6780	0,18	0,08	-	-	0,04	+0,08
120 ^{*)}	14	(0,58)	1,08	0,88	12	0,08	240	6780	0,18	0,08	-	-	0,04	+0,70

*) volles auszunutzendes Wärmepotential

3.3.2 Wärmerückgewinnung (Tafel 1)

Die Abluft von Krankenhäusern enthält noch eine große Enthalpie, die zur Deckung der Transmissionswärme des Gebäudes oder/und des Warmwasserbedarfs des Gebäudes ausreicht.

Im Sinne des Energieeinsparungsgesetzes, aber auch der Leitsätze zum energiesparenden Bauen und zur Betriebsüberwachung, wird es in Zukunft nicht möglich sein auf den Einbau von Rückgewinnern zu verzichten.

3.3 Zu den Energiesystemen ist das Gebäude mit seinen Außenflächen und innenliegenden Bereichen zu zählen.

Von erheblichem Einfluß sind in einem Krankenhaus die nicht baugebundene Einrichtung, die in einem Klinikum von 1500 Betten 140 Mio DM Kosten erfordern kann.

Der Einfluß erstreckt sich auch auf die Gewerke Heizung und Lüftung, sowie auch Sanitär. Hier ergibt sich noch ein weites Betätigungsfeld.

4. Optimierung und Einordnung in ein unbegrenztes multivalentes System.

Multivalente Energienutzung durch Infrastrukturmaßnahmen:

Monovalente Systeme der Energieversorgung dürften nach heutiger Kenntnis in Zukunft nicht mehr bevorzugt werden. Dies trifft auf die zusätzliche Nutzung der Sonnenenergie zur Warmwassererzeugung schon jetzt zu. Die Ergänzung der Gas- und Fernwärmeversorgung durch Solarenergie dürfte mit dem Absinken der Preise für solartechnische Installationen auch im Heizungsbereich in Zukunft zu erwarten sein.

Energiearten wie Strom, Fernwärme und Gas sind ihrer Tarifstruktur nach Energieformen mit Arbeits- und Leistungspreis, d.h. sie erfordern eine größere Benützungsdauer.

Einer multivalenten Energieverwendung beim Abnehmer stehen noch gewisse Schwierigkeiten entgegen, so das Bestreben einer ausschließlichen Verwendung nur einer Energieart.

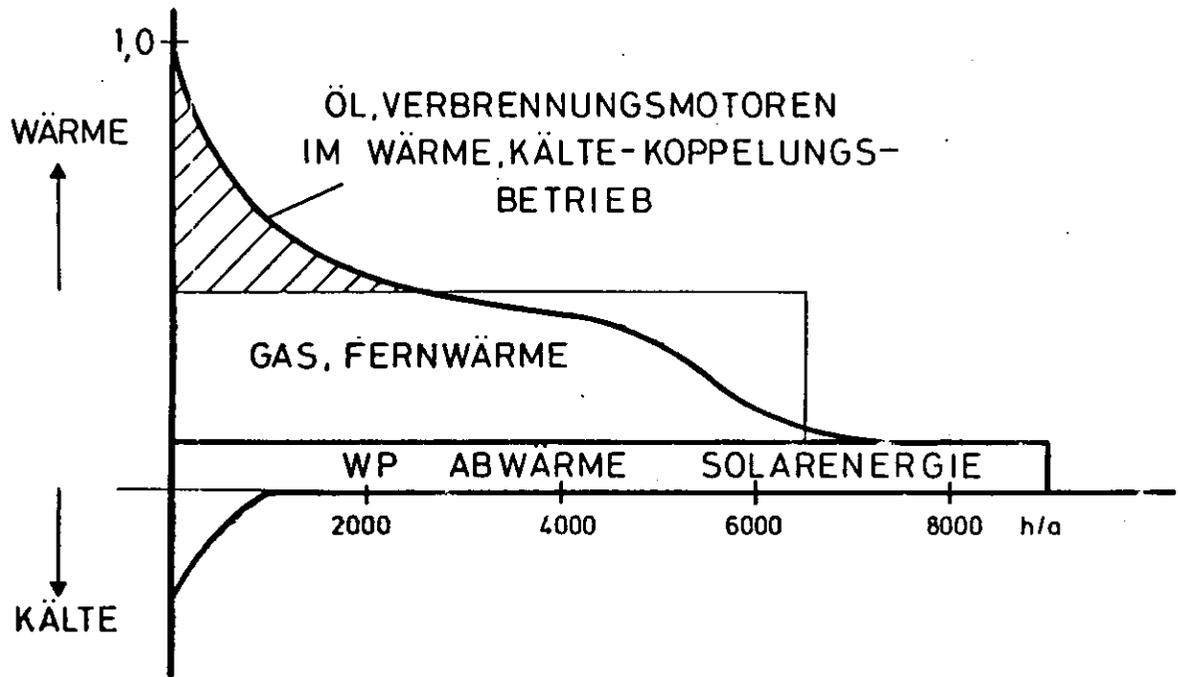
Bei der Aufteilung der Energie für die Versorgung mit Heiz- und Kühl- und Wirtschaftsenergie schälen sich doch gewisse Grundlinien heraus, die als vorteilhaft angesehen werden können.

Am Versorgungsbeispiel eines Krankenhauses wird die Energienutzung der Energieträger Wärmepumpe (Strom, Gas, Öl), Abwärme (Luft, Wasser), Solarenergie (Fenster oder externe Systeme), Gas- bzw. Fernwärme, sowie der Ölspitze gegebenenfalls der Verbrennungsmotoren im Wärme-Kälte-Kopplungsprozeß gezeigt.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ing. Nikolaus Göbl
Offenbachstraße 11
8000 München 60

Abb. 16 Beispiel: Krankenhaus



**"Optimierung der Energieverwendung
mittels Regeleinrichtungen und zen-
traler Leittechnik"**

A. Blodau

1.00 Einleitung

Die dramatische Entwicklung auf dem Energiesektor einerseits und die notwendigen Maßnahmen zur Kostendämpfung im Krankenhauswesen andererseits haben die Energiekosten schlagartig zu einem beachtlichen Faktor in der Kostenrechnung gemacht.

Ziel dieser Ausführungen ist es, innerhalb gegebener anlagentechnischer Konzeptionen zusätzliche Ansatzpunkte für eine verbesserte Wirtschaftlichkeit durch entsprechend konzipierte Regel- und Kontrollsysteme in Neubauten wie auch bereits bestehenden Gebäuden darzustellen.

Wirtschaftlich besonders interessant sind dabei energiesparende Maßnahmen in bestehenden Gebäuden, da sie:

- a) ein weitaus größeres Volumen als Neubauten darstellen
und
- b) energiesparender Gebäudebetrieb vor Jahren nicht so im Vordergrund stand wie heute.

Alle derartigen Maßnahmen und Investitionen zur Energieeinsparung müssen jedoch an zwei grundsätzlichen Forderungen gemessen werden:

1. Sind Einschränkungen der Komfortbedingungen zu erwarten?
Wenn ja, sind diese vertretbar?
2. Ist die Rentabilität der zusätzlichen Investition gesichert?

Wegen der wachsenden Bedeutung der Energiekosten haben bereits viele privatwirtschaftliche Unternehmen ein sog. "Energie-Management" eingeführt. Ziel des Energie-Management ist es, durch Einsatz technischer und organisatorischer Mittel alle energetischen Anlagen zu optimieren.

Zu den einzelnen Zielschritten einer wirkungsvollen Energiekostensenkung gehören generell:

- 1.01 Information und Motivation der eigentlichen Gebäudenutzer über Maßnahmen zur Energieeinsparung (wird meistens sträflich vernachlässigt).
- 1.02 Schulung und Motivation des technischen Betriebspersonals über Energiesparmaßnahmen (läßt auch zu wünschen übrig).
- 1.03 Überprüfung und ggf. Änderung betrieblicher Abläufe und Organisationsformen im Sinne eines verminderten Energiebedarfs.
- 1.04 Anpassung der Anlagen-Laufzeiten an die Gebäudenutzungszeiten mit der Vorgabe: so spät wie möglich "EIN", so früh wie möglich "AUS".
- 1.05 Anpassung der Anlagenleistung an den tatsächlichen Bedarf (Belegung, Jahreszeit etc.).
- 1.06 Koordinierung aller betriebstechnischen Abläufe zur Vermeidung von unbemerkter Energievernichtung.

1.07 Periodische und fachgerechte Wartung der betriebstechnischen Anlagen.

1.08 Ausschöpfung aller tariflichen Möglichkeiten beim EVU.

Als regel- und steuerungstechnische Maßnahmen zur Energieeinsparung bieten sich heute an:

1.20 Intermittierender Betrieb von Heizungsanlagen anstelle der Nachtabenkung.

1.21 Enthalpieabhängige Steuerung der Außenluft/Umluft-Verhältnisse.

Lastabhängige Sollwertführung zentraler Luftaufbereitungsanlagen und Zonierung.

1.22 Programmierter Gebäudebetrieb mit zentraler Leittechnik

1.23 Laufzeitreduzierung mittels lastkorrigierter Zyklus-schaltung

1.24 Gleitendes Ein- und Ausschalten von Heizungs- und Klimaanlage

1.25 Elektro-Maximumüberwachung mit Lastabwurf

2.00 Intermittierender Heizbetrieb

Alle Nichtwohnbauten, die intermittierend genutzt werden und deren bauphysikalische und heizungstechnische Gegebenheiten bestimmte Voraussetzungen erfüllen, bieten zusätzliche Einsparungsmöglichkeiten für Heizenergie, durch Umstellung auf instationären Heizbetrieb. Die dabei erreichbaren Einsparungen liegen zwischen 10 bis 40 % !

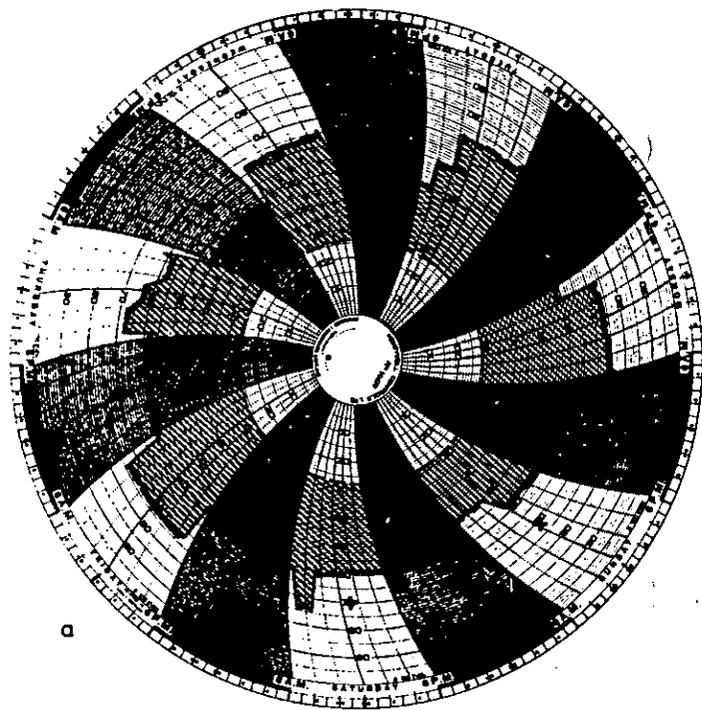
Diese Aussage gilt auch uneingeschränkt dann, wenn die Gebäude bereits mit Nachtabsenkung betrieben werden.

Im Krankenhausbereich gehören zu den dafür geeigneten Abteilungen

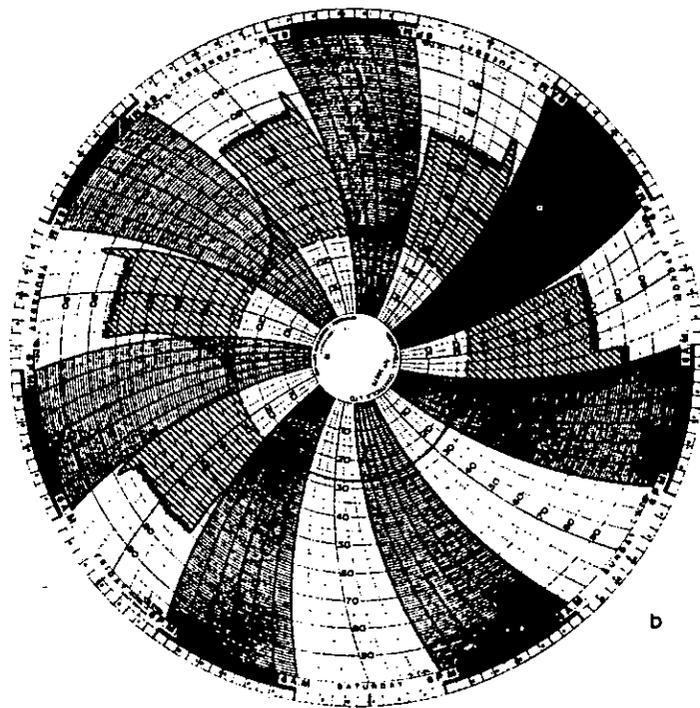
z.B. Röntgen
Bäder
Polikliniken
Bereiche mit Lehrbetrieb (Kursräume u. Hörsäle)
Labors
Apotheke
Verwaltung
Bibliothek
Werkstätten
Wäschereien
Institute mit ausschl. Tagbetrieb
usw.

Bild 1 vermittelt einen direkten Vergleich zwischen einem Betrieb mit Nachtabsenkung und einem instationären Heizbetrieb mit "variabler" Einschaltzeit. Die schraffierte Fläche repräsentiert qualitativ den jeweiligen Energieverbrauch über einen Wochenzyklus.

Der theoretische Grenzfall für minimalsten Energieaufwand ist dann gegeben, wenn nur während der Gebäudenutzungszeit die Solltemperatur vorhanden ist und während der übrigen Zeit die Innentemperatur gleich der Außentemperatur ist, siehe Bild 2.



a



b

Bild 1

Vergleich der Vorlauftemperatur

a) witterungsabhängige Vorlauftemp.-
Regelung mit Nachtabsenkung

b) intermittierender Heizbetrieb kombiniert
mit witterungsabhängiger Vorlauftemp.-Regelung

Der ideale Raumtemperaturverlauf würde allerdings nicht nur eine völlig trägheitslose Wärmeerzeugung und Verteilung, sondern auch ein "masseloses" Gebäude voraussetzen.

Beides ist in der Praxis nicht gegeben.

Für alle weiteren Betrachtungen kann deshalb bestenfalls der "optimale Raumtemperaturverlauf" herangezogen werden, siehe Bild 3.

Bild 2: Ideale Zeit-Temperatur-Kurve für die Raumtemperatur

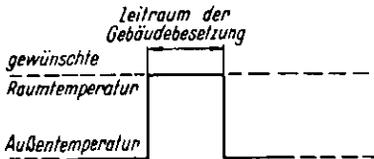


Bild 3: Optimale Zeit-Temperatur-Kurve für die Raumtemperatur

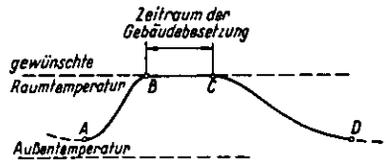


Bild 4 zeigt eine microprozessor-gesteuerte Kontrollzentrale für optimierten Heizbetrieb.

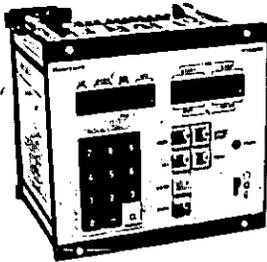


Bild 4: Zeit-Temperatur-Programmregler

Als variable Eingangsgrößen werden dabei die Außentemperatur als Parameter für die äußere Last und eine möglichst repräsentative Innentemperatur als Maß für die Restwärme benutzt.

Das Optimierungsprogramm bewirkt folgenden Ablauf:

1. Variables Abschalten der Heizungsanlage am Ende der Gebäudenutzungszeit in Abhängigkeit der Außen- und Innentemperatur (Mischventil schließt bzw. Umwälzpumpe wird abgeschaltet).
2. Überwachung der Gebäudeinnentemperatur auf einen vorbestimmten Mindestwert während der abgeschalteten Zeit, um Einfrieren oder Kondensation zu verhindern.
3. Bestimmung des spätestmöglichen Einschaltzeitpunktes und Steuerung der maximal verfügbaren Heizleistung zur schnellstmöglichen Aufheizung des Gebäudes bis zum Beginn der Gebäudenutzungszeit.
4. Nach Erreichen der Tages-Solltemperatur Umschalten auf die normale Tagesregelung (z.B. witterungsabhängige Vorlauftemperaturregelung).
5. Einschalten von zugehörigen Lüftungs- oder Klimaanlage zu Beginn der Gebäudenutzungszeit.
6. Bestimmung des frühestmöglichen Abschaltzeitpunktes, der sicherstellt, daß die Raumtemperatur unter Berücksichtigung des thermischen Verhaltens des Gebäudes bis zum Ende der Gebäudenutzungszeit innerhalb zulässiger Toleranzen bleibt.
7. Zeitabhängiges Abschalten von z.B. Lüftungs- oder Klimaanlage am Ende der Gebäudenutzungszeit, unabhängig vom variablen Abschalten der Heizungsanlage.

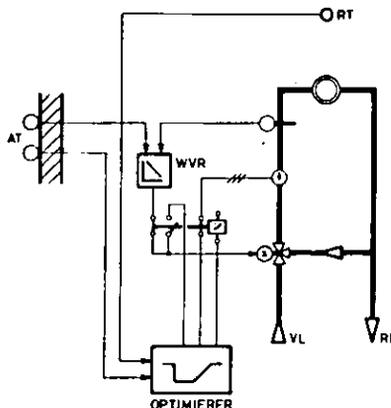


Bild 5 : Prinzipschaltung für Optimierungs-System in Verbindung mit Außen-Vorlauf-Regelung

Durch Kontaktvervielfachung lassen sich auch mehrere Heizkreise von einem Optimierungssystem schalten.

Voraussetzung ist jedoch, daß das thermische Verhalten der verschiedenen Kreise in der Auskühlungs- und Aufheizphase annähernd gleich ist.

Folgende Voraussetzungen sollten grundsätzlich für einen intermittierenden Betrieb gegeben sein:

1. Periodische Gebäudebesetzung, mit täglicher Nutzungsdauer bis zu 15 Stunden.
2. Genügend Leistungsreserve der Anlage zum Aufheizen des Gebäudes in einer vertretbaren Zeit; z.B. 6 Stunden bei Außentemperatur = Auslegungstemperatur.
3. "Schnelle" Wärmeerzeuger wie gas- oder ölbefeuerte Kessel bzw. Gegenströmer.
4. Separater Heizungskreis für Gebäudeteile, die durchlaufend betrieben werden.
5. Kesselrücklaufbegrenzung zur Vermeidung von Korrosion, bedingt durch die niedrige Wassertemperatur des ausgekühlten Systems bei der morgendlichen Einschaltung.
6. Installierte Wärmeleistung, mind. 1 GJ /

Abschließend sei noch erwähnt, daß das Prinzip der gleitenden Ein/Ausschaltung nicht nur normalen Heizungsanlagen vorbehalten ist, sondern auch bei lufttechnischen Anlagen seine Anwendung findet.

3.00 Regeltechnische Sonderschaltungen für lufttechnische Anlagen

Der Klimatechniker bringt in zunehmendem Maße Anlagenkonzepte und gerätetechnische Lösungen auf den Markt, die einen möglichst wirtschaftlichen Energieeinsatz zum Ziel haben.

Für den Regeltechniker stellt sich dabei die Aufgabe, im Rahmen der gewählten Anlagenkonzeption durch optimale Regel- und Störgrößenerfassung den Energieaufwand zu minimieren.

Energieeinsparung beginnt, was häufig übersehen wird, bereits mit der Meßwerterfassung.

Gerade Großklimaanlagen, mit ihren beträchtlichen Kanalquerschnitten, stellen in dieser Hinsicht besondere Anforderungen.

Man kann davon ausgehen, daß mit zunehmender Anlagengröße und Energieaufwand die Güte der Meßwerterfassung abnimmt.

Hier beginnt bereits für den verantwortungsbewußten Planer und Anlagenbauer die Energieeinsparung.

Mit anderen Worten:

Die richtige Wahl der Meßsorte und die richtige Auswahl der Meßfühler z.B. mittelwertbildende Kapillarmessfühler oder mehrere Meßfühler in großen Kanälen, ist die erste Voraussetzung für einen energiesparenden Betrieb.

Regeltechnische Schaltungen mit besonders energiesparendem Charakter.

- 3.01 Enthalpieabhängige Steuerung für Außen- oder Umluftbetrieb
- 3.02 Lastabhängige Sollwertführung in Verbindung mit sinnvoller Zonierung lufttechnischer Anlagen.

3.01 Enthalpieabhängige Steuerung der Außen- und Umluft (Fortsetzung nächste Seite)

Da die erforderliche Kälteleistung nicht von der Trockenkugelmtemperatur bestimmt wird, sondern ausschließlich von dem Wärmehalt, d.h. von der Enthalpie der Luft, sollten folgende regeltechnischen Lösungen in Großanlagen den Vorzug erhalten:

1. Einbeziehung der Mischluftregelung in die nachgeschaltete Zuluft- oder Raumtemperaturregelung, in der Weise, daß die Außen-Umluft-Fortluftklappen in Sequenz mit dem Erhitzer bzw. Kühlerventil betätigt werden.
2. Ständiger Vergleich der Außen- und Innenenthalpie im Sommerbetrieb, mit der Maßgabe, daß bei Außenenthalpie gleiche oder größere Innenenthalpie eine automatische Umschaltung der Luftklappen auf Mindest-Außenluftfrate erfolgt.

Auf Bild 6 ist der regeltechnische Aufbau ersichtlich, der zum besseren Verständnis keine Hilfseinrichtungen wie Frostschutzthermostate, Feuchte-Max. -Begrenzer etc. enthält.

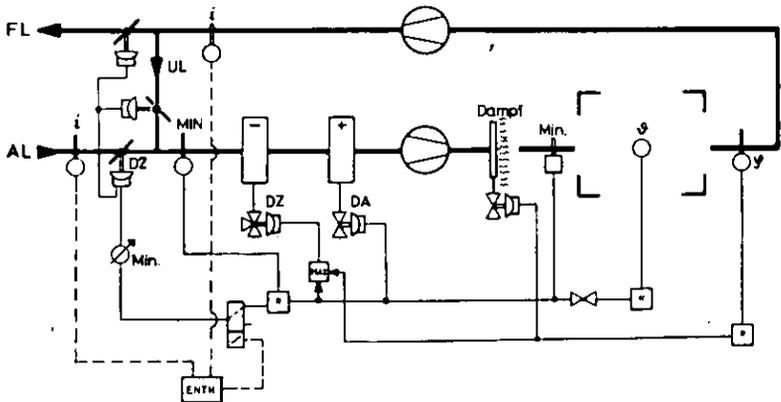


Bild 6

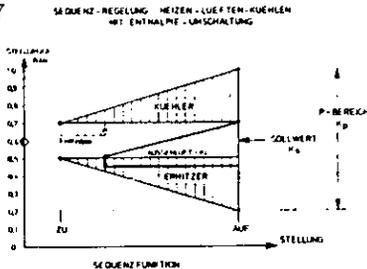
VOLL-KLIMAANLAGE MIT SEQUENZ
HEIZEN-LÜFTEN-KÜHLEN UND ENTHALPIEUMSCHALTUNG
(BLOCKSCHALTBIID)

Die Sequenzschaltung der Klappen erfordert immer einen Temperatur-Min.-Begrenzer in der Mischluft (Einstellwert ca. 10 - 12° C). Diese Maßnahme ist erforderlich, um bei starker interner Last während des Winterbetriebes ein Ansprechen des Frostschutzthermostaten zu verhindern.

Der Funktionsablauf der 3 Sequenzen, s. Bild 7

Bild

7



Als grobe Orientierungshilfe für die möglichen Einsparungen durch den Enthalpievergleich kann folgende vereinfachte Formel benutzt werden:

$$DM/a = 0,65 \cdot 10^{-3} (V_k - V_a) \cdot \frac{DM}{Gcal}$$

V_K = Luftleistung der Klimaanlage in m^3/h

V_A = Mindest-Außenluftanteil der Klimaanlage in m^3/h

Beispiel:

$V_K = 100.000 m^3/h$ (Gebäude für ca. 500 Personen)

$V_A = 15.000 m^3/h$

Betriebskosten je Gcal Kälte = DM 50,--

Jährliche Einsparung: $0,65 \times 85 \times 50 = DM/a 2.762,--$

Der Wert entspricht mindestens den zusätzlichen Investitionskosten, d.h. Amortisationszeit = 1 Jahr.

Die Ergebnisse dieser Formel stellen Mindestwerte dar.

Dabei ist ein Betrieb von 5 Tagen je Woche und 10 Stunden je Tag zugrunde gelegt.

3.20 Lastabhängige Sollwertführung zentraler Luftaufbereitungsanlagen und Zonierung

Innerhalb eines Gebäudes treten nicht nur betriebsbedingte interne Lasten unterschiedlicher Größe auf, sondern auch von außen wirken erhebliche Lasten auf das Gebäude. Es handelt sich dabei ausschließlich um meteorologische Einflüsse, die ebenfalls von unterschiedlicher Dauer, Angriffsrichtung und Intensität sein können.

Die Summe dieser Laständerungen erfordert geeignete Heizungs- und klimatechnische Einrichtungen, um die gewünschten Raumkonditionen aufrecht zu erhalten.

Über den größten Teil des Jahres bedeutet dies die gleichzeitige Verfügbarkeit von Heiz- und Kühlenergie. Hier beginnt für den Planer ein weiterer Ansatzpunkt für die Konzipierung energiesparender Anlagen.

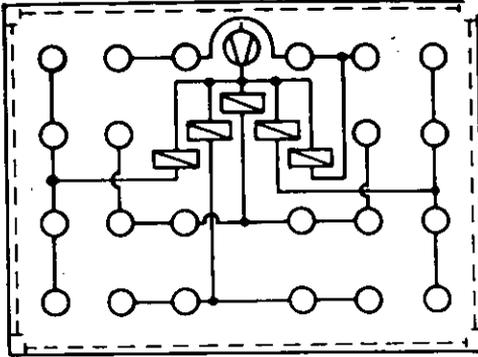
Es gilt, nach einem gründlichen Studium aller erfassbaren und berechenbaren internen und externen Lasten, eine ausreichende Zonierung der Anlagen vorzunehmen.

Ausreichend bedeutet, daß je Zone nach Möglichkeit kein gleichzeitiges Kühlen und Heizen erforderlich wird und der Investitionsaufwand in vertretbaren Grenzen bleibt.

Bild 8 zeigt eine Aufteilung der Radiatorheizung in 4 Außenzonen.

Die Klimaanlage ist in 5 Zonen eingeteilt (4 x Außen, 1 x Innen).

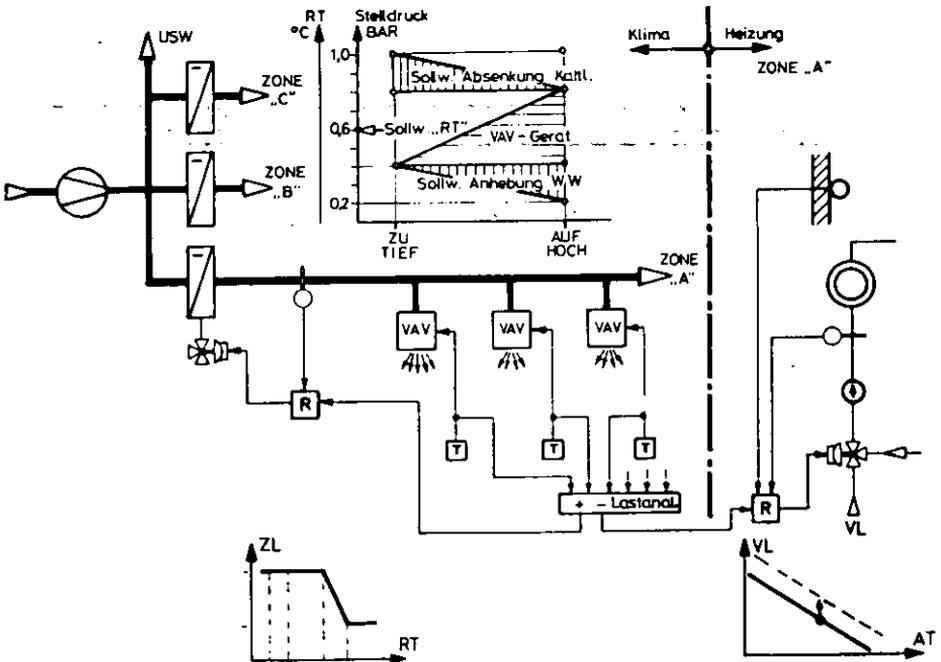
Bild 8



4 Zonen Radiatorheizung
5 Zonen Klima

Bild 9

VAV-Anlage mit Lastanalysator (Mehrere Zonen)



Damit ist eine gute Anpassung an die Lastbedingungen mit geringstmöglichem Energieeinsatz erreichbar. Die relativ gleichen Lasten in den einzelnen Zonen gestatten auch eine zentrale Sollwertverschiebung in der Weise, daß bei sinkender Kühllast der zugeordnete Sollwert für die Kaltlufttemperatur angehoben werden kann.

Bild 9 zeigt die Detailausführung der regeltechnischen Einrichtung.

Wesentlich daran ist einmal die eindeutige Sequenzschaltung zwischen Heizen und Kühlen, wodurch trotz völlig getrennter Systeme eine Gegeneinanderarbeiten und damit eine Energievernichtung ausgeschlossen ist.

Zum anderen wird durch Einsatz eines sogenannten "Lastenanalysators" das Energieniveau von Heiz- und Kühlmedium bei abnehmender Raumlast automatisch angenähert, bei zunehmender Raumlast dagegen gespreizt.

In diesem Beispiel bestimmt der Raumthermostat mit dem höchsten Stellsignal = höchste Temperatur, die Größe der Sollwertabsenkung für den Kaltluftkanal.

Der Thermostat mit dem niedrigsten Stellsignal = niedrigste Temperatur, bewirkt die Größe der Sollwertanhebung für die Heizungs-Vorlauftemperatur.

4.00 Energieoptimierungsprogramme mit zentraler Leittechnik

Zentrale Leittechnik ist eine Einrichtung, die eine zentralisierte, weitgehend automatische Überwachung und Steuerung der in einem Gebäude bzw. Gebäudekomplex installierten "haustechnischen Anlagen" bei minimalem Personaleinsatz gestattet.

Eine weitere Aufgabe des Gebäude-Leitsystems ist die Reduzierung der Energiekosten.

In letzter Zeit ist die zentrale Leittechnik zum wichtigsten Energie-Management-Werkzeug der Betriebsführung geworden.

Verbunden damit sind wesentlich höhere Forderungen an das Automationsniveau derartiger Systeme.

Nur dann ist man in der Lage ohne zusätzlichen Personaleinsatz wirksame Energieoptimierung durchzuführen.

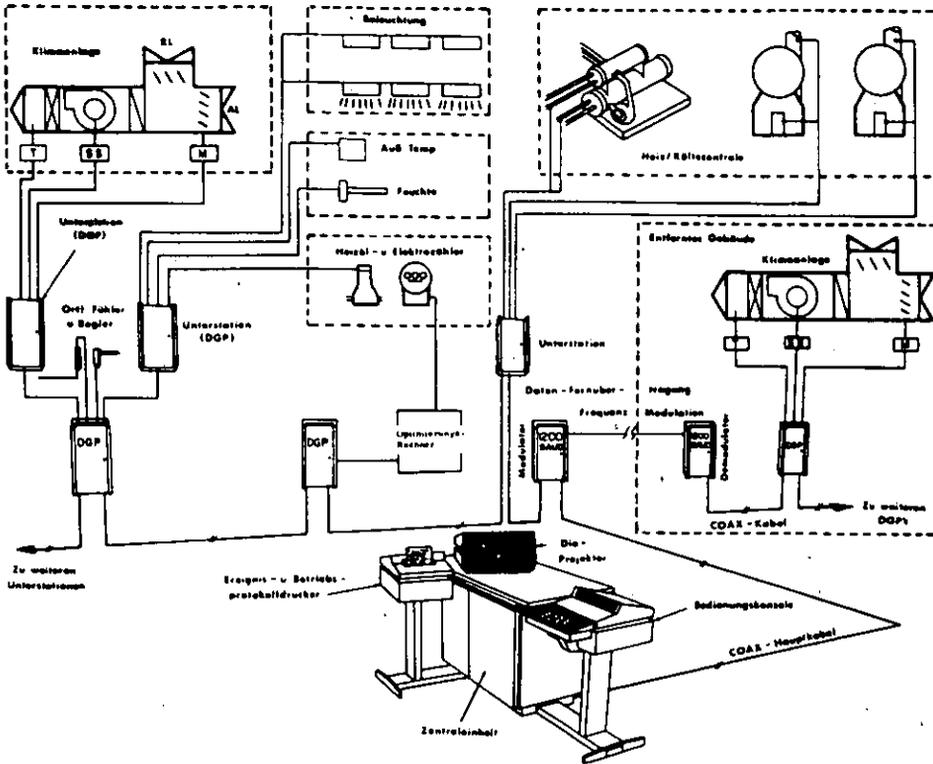
Spezielle Softwarepakete für Energieoptimierung, in Verbindung mit der neuesten Mikro-Prozessor-Technik, schaffen dafür die Voraussetzungen.

Dabei ist der Einsatz der zentralen Leittechnik nicht nur Großbauten, wie Universitäten, Krankenhäusern etc., vorbehalten.

Bereits Gebäude mit jährlichen Energiekosten für die Haustechnik in Höhe von DM 200.000,-- sind wirtschaftlich interessant für den Einsatz dieser neuartigen, computergesteuerten Leitsysteme. Man kann dabei von einer Amortisationszeit zwischen 2 bis 5 Jahren ausgehen. Dies trifft sowohl für Neubauten als auch für bestehende Gebäude zu.

Bild 10 zeigt schematisch die Integration eines Gebäude-Leitsystems in die Haustechnik.

Bild 10 Gebäudeleitsystem für 2-Drahtübertragung

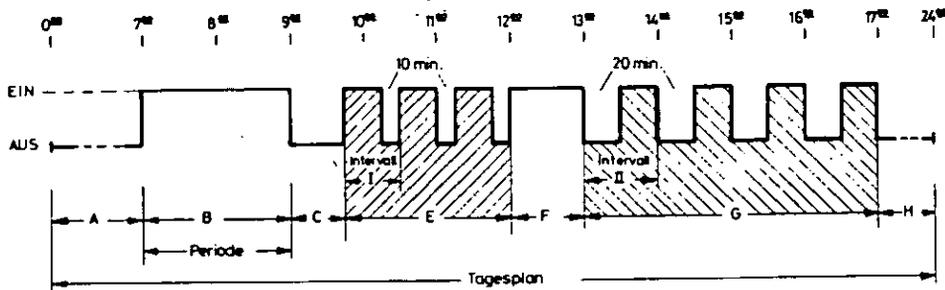


4.10 Laufzeitreduzierung mittels lastkorrigierter Zyklus-schaltung

Die betriebstechnischen Anlagen werden normalerweise von zeitabhängigen Start-Stop-Programmen gefahren, die zu einem festen Zeitpunkt die zugeordneten Anlagen oder Aggregate ein- und ausschalten.

Darüber hinaus ist eine weitere Laufzeitreduzierung und zusätzliche Energieeinsparung durch das zyklische Abschalten von ausgewählten Anlagen möglich.

Während der normalen Betriebszeit der Anlage erfolgen "gewollte" Abschaltungen, deren Häufigkeit und Dauer über den Tag unterschiedlich programmiert werden können. Entscheidende Größen sind dabei das sogenannte Schaltintervall (Zeit zwischen zwei Ausschaltungen), sowie die maximale und minimale Ausschaltzeit innerhalb dieses Intervalls, s. Bild 11.



- Periode A, C, H = feste Ausschaltung
- Periode B, F = feste Einschaltung
- Periode E, G = lastkorrigierte Zyklusschaltung
- E = Intervall I, 45 min
- G = Intervall II, 60 min

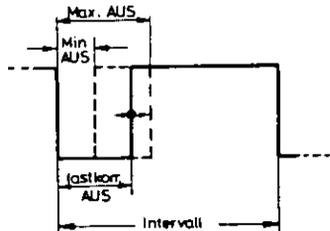
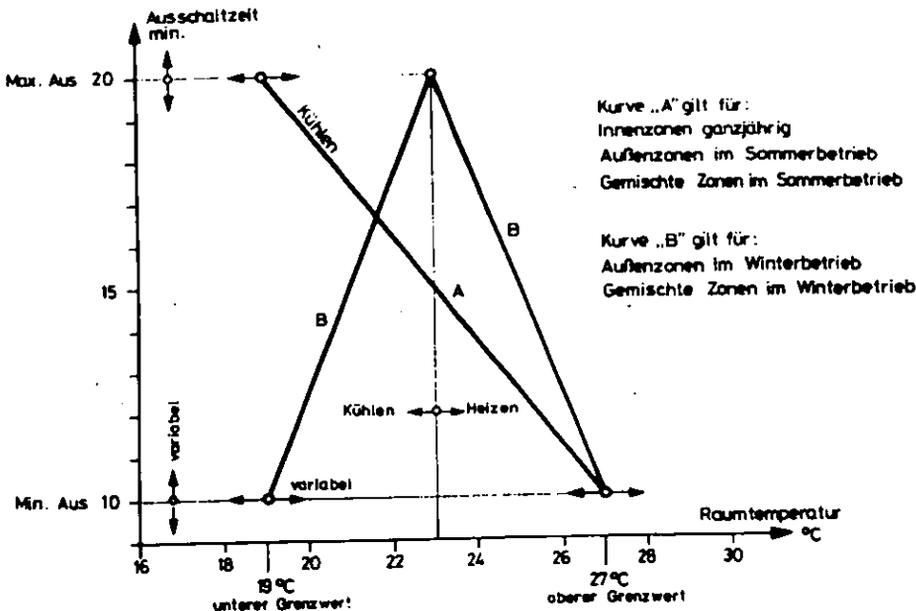


Bild 11 Lastkorrigierte Zyklusschaltung

Um Komforteinbußen zu vermeiden, wirken repräsentative Raumtemperaturen (ggf. mittelwertbildend) als Parameter der inneren Last, korrigierend auf die Intervall-Ausschaltzeiten, s. Bild 12.

Obere und untere Grenzwerte für die Raumtemperatur, die dem Programm vorgegeben werden, bilden zusammen mit der festgelegten maximalen Intervall-Ausschaltzeit die Begrenzungspunkte der Kurven "A" und "B".

Bild 12 Einfluß der Raumtemperatur auf die Intervall-Ausschaltzeit



- Kurve „A“ gilt für:
Innenzonen ganzjährig
Außenzonen im Sommerbetrieb
Gemischte Zonen im Sommerbetrieb
- Kurve „B“ gilt für:
Außenzonen im Winterbetrieb
Gemischte Zonen im Winterbetrieb

Besondere Beachtung muß dabei der Motorerwärmung geschenkt werden. Bild 13 zeigt den Zusammenhang zwischen zyklischer Schaltung und Motortemperatur.

Bild 13 Einfluß der zyklischen Schaltung auf die Motortemperatur

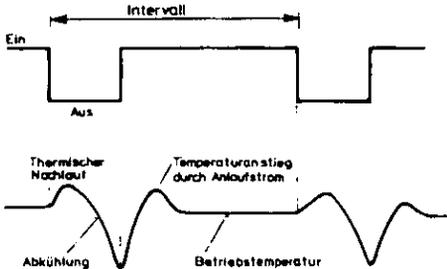


Bild 14 Grenzen der zyklischen Schaltung und Energieersparung in Abhängigkeit der Motorleistung

Motorleistung (KW)	< 15	15 - 25	25 - 45	65 - 130
Min. Intervall (Minuten)	10	20	30	40
Min. Ausschaltdauer (Minuten)	3	5	7	7
Max. Ausschaltdauer (Minuten)	5	7	10	10
KW-Einsparungen (%)	30	25	23	17

Motoren mit einer Leistung über 100 KW sollten nicht mehr in ein Laufreduzierprogramm mit Zyklusschaltung einbezogen werden.

Hinsichtlich der Energiesparung gehört die zyklische Schaltung zu den wirksamsten Programmen. Exakte Einsparungen lassen sich erst ermitteln, wenn für die einzelnen Verbraucher die Schaltintervalle sowie minimale und maximale Ausschaltzeiten festgelegt sind. Für eine überschlägige Berechnung genügt der Ansatz:

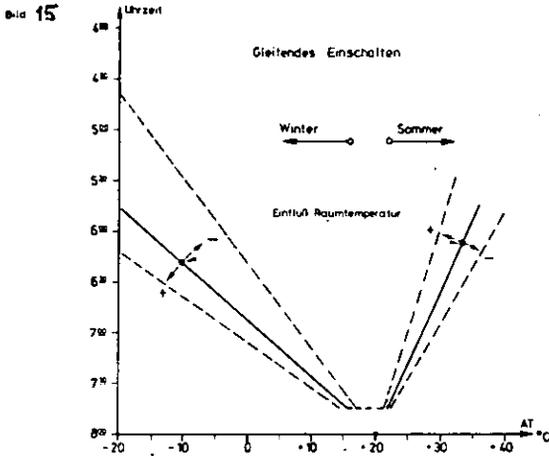
$$\text{Einsparung in } \frac{\text{DM}}{\text{a}} = 1,5 \frac{\text{h}}{\text{Tag}} \cdot 252 \frac{\text{Tage}}{\text{a}} \cdot \dots \text{KW} \dots \frac{\text{DM}}{\text{KWh}}$$

4.20 Gleitendes Ein- und Ausschalten von Heizungs- und Klimaanlagen

Das gleitende Ein-Ausschaltprogramm legt den optimalen Einschalt- und Ausschaltzeitpunkt fest, in Abhängigkeit von der Außentemperatur, Raumtemperatur und gebäudespezifischen Faktoren.

Die Funktion entspricht exakt der Optimierungsschaltung wie sie unter Kapitel 2.00 beschrieben wurde.

Bild 15 verdeutlicht die Zusammenhänge für das gleitende Einschalten. Die Neigung der Kurve und damit die Einschaltzeit ist abhängig von der Temperaturdifferenz (Soll-Ist) im Gebäudeinneren und der Temperaturdifferenz zwischen Innen und Außen.



Die Berechnung der optimalen Einschaltzeit erfolgt durch das Programm nach der Formel:

$$T_{VE} = 10 + K(1\check{v}_m - 1 - \check{v}_i) \left(\frac{1\check{v}_d - \check{v}_m}{1\check{v}_d - \check{v}_a} \right)$$

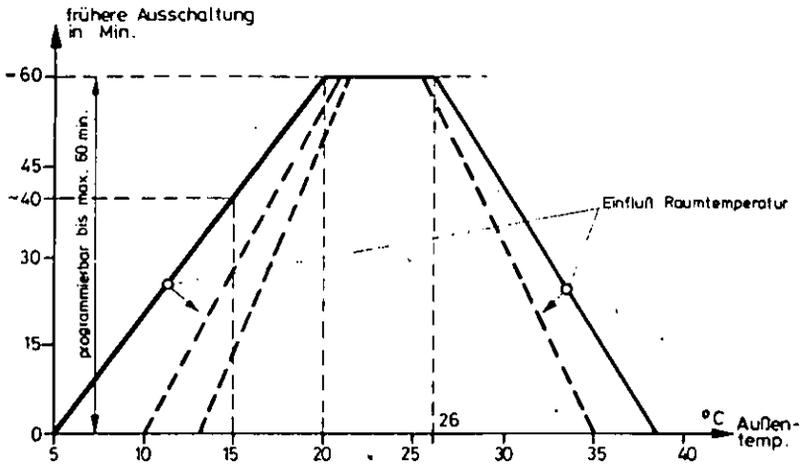
- T_{VE} = Einschalt - Vorverlegung in min
- T_{VA} = Ausschalt - Vorverlegung in min
- \check{v}_m = mittlere Innentemperatur °C
- \check{v}_i = tatsächliche Innentemperatur °C
- \check{v}_a = Außentemperatur °C
- \check{v}_d = Auslegungstemperatur °C, 1 x Heizbetrieb
1 x Kühlbetrieb

Im Bild 16 ist die gleitende Ausschaltung dargestellt.

Sofern die Außentemperatur zwischen 20°C und 25°C und die Innentemperatur im Komfortbereich liegt, schaltet das Programm die Anlagen um den vorgegebenen Zeitwert (z.B. 45 Min.) früher ab. Dieser Wert wird bei abweichenden Außen- und Innentemperaturen gemäß folgender Formel bis max. auf Null reduziert:

$$T_{VA} = 60 \cdot K \left[1 - 0,2(1\check{v}_m - \check{v}_i) \left(\frac{1\check{v}_d - \check{v}_m}{1\check{v}_d - \check{v}_a} \right) \right]$$

Bild 16 Gleitendes Ausschalten



Der Multiplikator „K“ dient zur Optimierung der gleitenden Ein- Ausschaltzeiten in Verbindung mit dem thermischen Verhalten der geschalteten Anlagen in einem gegebenen Gebäude. Der Multiplikator ist variabel zwischen 0,1 und 10,0 (anlagespezifische Konstante).

Die mit der gleitenden Ein- Ausschaltung erreichbare Laufzeitverkürzung gegenüber festen Ein- und Ausschaltzeiten kann im Mittel mit 0,75 h je Tag angesetzt werden. In Zahlen bedeutet das:

$$0,75 \text{ h/Tag} \times 252 \text{ Tag/a} \times \dots \text{KW} \times 0,15 \text{ DM/KW} = \text{DM/a}$$

Beispiel: Gebäude mit 300 KW Ventilator- und Pumpenleistung

$$0,75 \times 252 \times 300 \times 0,15 = 8.505, \text{-- DM/a}$$

Unberücksichtigt bleiben dabei die Einsparungen an Heiz- oder Kühlenergie durch geringere Laufzeit.

4.30 Elektro-Maximumüberwachung mit Lastabwurf

Mit diesem Programm werden Lastspitzen "vorausschauend" festgestellt und gleichzeitig geeigneter Verbraucher nach zwei Prioritätslisten bei Bedarf abgeschaltet.

Man unterscheidet heute im wesentlichen zwei Programmarten:

- a) die Trendhochrechnung
- b) die Idealkurve

Bei der Trendhochrechnung werden Rechnungen im Abstand von 1 bis 9 Minuten (einstellbar in Minuten) durchgeführt. Das Hochrechnungsintervall muß teilbar sein durch die Zeiteinheit (z.B. bei einem 15 Minuten-Intervall entweder 1, 3 oder 5 Minuten).

Der bei der Hochrechnung auf Intervallende festgestellte Wert der Überschreitung "Ü" wird durch die Anzahl der noch verbleibenden Hochrechnungsintervalle (im Beispiel = 3) dividiert.

Im Vergleich zur Idealkurve, die immer auf den nächsten Intervallschritt hochrechnet, bedeutet das weniger Schalt-handlungen und einen relativ gleichbleibenden Verbrauch. Außerdem wird am Anfang des nächsten Meßintervalls der Endwert des abgelaufenen Intervalls berücksichtigt, so daß nicht alle Verbraucher wieder voll zugeschaltet werden.

In beiden Programmen werden die schaltbaren Verbraucher in zwei Prioritätsgruppen eingeteilt. Zuerst werden die Verbraucher der ersten Priorität geschaltet. Sind diese alle ausgeschaltet, wird das Laufzeitreduzierprogramm (zyklische Ein- und Ausschaltung) zur Unterstützung herangezogen.

Alle Verbraucher, die auch dem Laufzeitreduzierprogramm zugeordnet sind, werden jetzt bei zyklischer Schaltung ohne Lastkorrektur mit max. Ausschaltzeit, zuzüglich 1 Minute gefahren.

Bild 17 Trendhochrechnung auf Intervallende

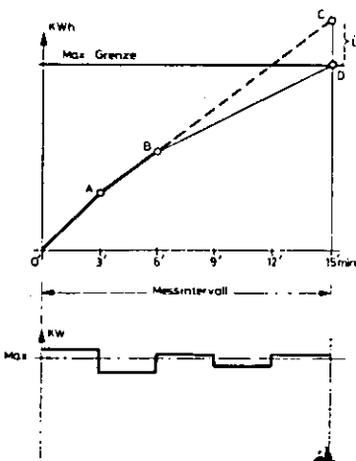
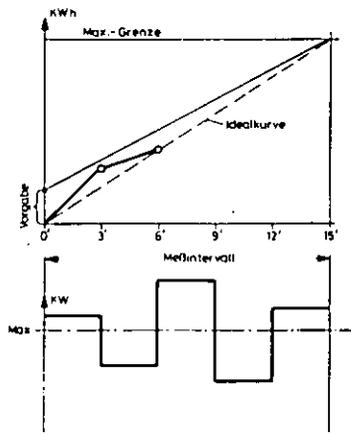


Bild 18 Idealkurve (Berechnung auf Ende Intervallschritt)



Kann auch diese Maßnahme ein Überschreiten der Max. Grenze nicht verhindern, werden die Anlagen der zweiten Prioritätsgruppe abgeschaltet.

Generell bietet dieses Programm die größten Einsparungen. In der Regel betragen die Einsparungen ein Vielfaches der zuvor behandelten Zeitprogramme. Als Grundlage der Berechnung wird der sogenannte Leistungspreis in DM/KW herangezogen.

Die Einsparungen durch dieses Programm können nur für einen spezifischen Fall ermittelt werden, da je nach EVU und Abnehmer sehr unterschiedliche Konditionen ausgehandelt sein können.

Um die Größenordnung zu verdeutlichen, einige Zahlen von einer ausgeführten Anlage.

Anschlußwert: 4,0 MW

festgelegte Spitzenlast = 80 % = 3,2 MW

Es wurde davon ausgegangen, daß 10 % dieser Spitze mittels Maximumüberwachung und Lastabwurf abgefangen werden kann.

Leistungspreis für 3,2 MW:

Ersten	50 KW	je 96,-- DM/KW =	4.800,-- DM/a
Zweiten	50 KW	je 75,-- DM/KW =	3.750,-- DM/a
Weitere	3.100 KW	je 50,-- DM/KW =	<u>155.000,-- DM/a</u>
		Summe	163.550,-- DM/a

Leistungspreis für 2,79 MW:

Ersten	50 KW		4.800,-- DM/a
Zweiten	50 KW		3.750,-- DM/a
Weitere	2.690 KW	je 50,-- DM/KW =	<u>134.000,-- DM/a</u>
		Summe	143.050,-- DM/a

Differenz und Einsparung 20.500,-- DM/a

Nicht berücksichtigt sind dabei die zusätzlichen Einsparungen am Arbeitspreis.

Axel Blodau, Ing. (grad.)
Honeywell GmbH
Wiesenstraße 17
6052 Mühlheim 3

Methoden der Wärmerückgewinnung im Krankenhaus

K.Flaig, Stuttgart

1. Einleitung

Schon allein der Titel dieser Fachtagung zeigt, daß das Energieproblem in Krankenhäusern einen hohen Stellenwert einnimmt. Die vielfältigen Aufgaben eines Krankenhauses erfordern einen großen Energiebedarf. Es ist deshalb verständlich, wenn man versucht, einen Teil der in ein Gebäude eingebrachten Energieströme rückzugewinnen. Speziell in Krankenhäusern gibt es viele Gründe, eine Wärmerückgewinnungsanlage einzuplanen:

- Die Kosten für die Unterhaltung von Krankenhäusern sind in den letzten 10 Jahren aus vielen Gründen stark angestiegen.
- Es besteht ein großer Brauchwarmwasserbedarf.
- Krankenhäuser besitzen eine Vielzahl von Heizungs- und Raumluftechnischen Anlagen.
- Raumluftechnische Anlagen dürfen aus hygienischen Gründen nur mit Außenluft betrieben werden.
- Für viele Anlagen ist ein Betrieb rund um die Uhr (Tag und Nacht, Werktag und Feiertag) erforderlich.

Folgende Arten von Verlustwärme treten in einem Krankenhaus auf:

- Transmissionswärme über die äußere Hülle des Gebäudes
- Wärme aus der Fortluft von raumluftechnischen Anlagen
- Wärme aus dem Abwasser.

Rückgewinnbar ist nur die Wärme aus der Fortluft und aus dem Abwasser, wobei die letztgenannte Art nur einen geringen Anteil an der Gesamtverlustwärme hat. Raumluftechnische Anlagen sind in einem Krankenhaus der größte Energieverbraucher. Deshalb lohnt es sich insbesondere bei Lüftungs- und Klimaanlage Wärmerückgewinner einzuplanen.

2. Einteilung der Wärmerückgewinner in RLT-Anlagen

Im August 1978 ist der Entwurf VDI 2071, Blatt 1 erschienen: "Wärmerückgewinnung in Raumlufotechnischen Anlagen - Begriffe und technische Beschreibung". [1].

Nach dieser Richtlinie werden folgende Wärmerückgewinner in RLT-Anlagen unterschieden (Beschreibung der Apparate siehe Abschnitt 5):

Kategorie I

Rekuperator: Wärmeaustausch über Trennflächen
(Als Trennflächen dienen Rohre oder Platten)

Kategorie II

Regenerator mit umlaufendem flüssigen oder gasförmigen Wärmeträger: Der Wärmerückgewinner ist eine aus mehreren Rekuperatoren zusammengesetzte Einheit (Die Trennflächen werden aus normalen Lamellenrohr-Wärmetauschern gebildet, die mit Rohrleitungen verbunden werden.

Kategorie III

Regenerator mit drehendem, festen Wärmeträger:
Wärm- und Kaltluft durchströmen räumlich getrennt den drehenden Wärmeträger nacheinander.
(Der Rotor besteht aus keramischen, mineralischen, metallischen oder chemischen Werkstoffen)

Kategorie IV

Wärmepumpe: Wärmeaustausch unter Energieerhöhung
(Kompressionswärmepumpen mit motorischem Antrieb)

3. Hygienische Anforderungen bei klimatisierten Räumen

Im Krankenhaus stellt die Beachtung der Regeln der Hygiene das oberste Gebot dar. Für die Planung und Ausführung von Lüftungs- und Klimaanlage ist das Normblatt, DIN 1946, Teil 4, "Raumlufotechnische Anlagen in Krankenhäusern" (Ausgabe April 1978) maßgebend [2].

Dieses Normblatt regelt, unter welchen Bedingungen Wärmerückgewinnungssysteme bei RLT-Anlagen eingesetzt werden dürfen.

Die Zuluft bei Klimaanlage in Krankenhäusern muß so keimfrei wie möglich sein. Es darf deshalb nicht vorkommen, daß die in der Fortluft eventuell vorhandenen gefährlichen Keime in die Zuluft übertragen werden. Die Anforderungen an Wärmerückgewinner sind je nach Raumklasse unterschiedlich. Nach DIN 1946/4 sind folgende Raumklassen festgelegt:

Raumklasse I	Besonders hohe Anforderungen an die Keimarmut (z.B. OP-Räume für Transplantationen, Gelenkprothetik)
Raumklasse II	Hohe Anforderungen an die Keimarmut (z.B. normale OP-Räume, Intensivpflege, Entbindungsräume)
Raumklasse III	Normale Anforderungen an die Keimarmut (z.B. Bettzimmer, Therapieräume)
Raumklasse IV	Räume mit kontaminierter Luft (z.B. Infektionsabteilungen)

Zu bemerken ist noch, daß für Räume, die nicht unter das Normblatt DIN 1946/4 fallen, z.B. Hörsäle, Verwaltungsräume usw., nicht diese hygienischen Beschränkungen gelten.

4. Zulässige Wärmerückgewinnungs-Systeme nach DIN 1946, Teil 4

Das Krankenhaus-Normblatt unterscheidet aus hygienischer Sicht zwei Wärmerückgewinnungs-Verfahren:

- Anlagen m i t Trennflächen zwischen Außenluft und Fortluft
- Anlagen o h n e Trennflächen zwischen Außenluft und Fortluft.

4.1 Anlagen mit Trennflächen

Anlagen, bei denen aufgrund ihrer Konstruktion eine Keimübertragung von der Fortluft zur Außenluft nicht möglich ist, sind für alle Raumklassen zugelassen. Hierunter fallen Regeneratoren mit Trennflächen und dazwischengeschaltetem flüssigen oder gasförmigen Wärmeträger (Kategorie II) und Wärmepumpen (Kategorie IV).

Sollte aufgrund der Bauart eine Keimübertragung nicht ganz ausgeschlossen werden können (z.B. sind bei Glasplatten- oder anderen Plattenwärmetauschern gelegentliche Undichtheiten denkbar), ist die hygienische Unbedenklichkeit durch eine Baumusterprüfung nachzuweisen. Das heißt, daß zwei Gutachten vorzulegen sind, ein Gutachten muß experimentell sein, ein Gutachten muß von einem Hygieniker kommen. Solche Wärmerückgewinner dürfen nicht in Räumen der Raumklasse I und IV eingesetzt werden. Diese Forderung gilt für Rekuperatoren (Kategorie I).

Sofern die Möglichkeit besteht, daß die Trennflächen schadhaft werden können, muß die Fortluft vor dem Eintritt in den Wärmetauscher mit einem B2-Filter gereinigt werden. Fortluft aus Räumen der Klasse IV sowie aus tierexperimentellen Abteilungen darf nicht verwendet werden.

4.2 Anlagen ohne Trennflächen

Hierunter fallen Regeneratoren mit drehendem, festen Wärmeträger. Bei diesem System wird die Austauscherfläche abwechselnd von Außenluft und eventuell kontaminierter Fortluft durchströmt. Durch ein Gutachten muß nachgewiesen werden, daß die Übertragungsrate von Partikeln $\leq 0,5 \mu\text{m}$ kleiner ist als $1 : 10^4$. Sollte dies nicht erreicht werden, muß der Partikelgehalt der Fortluft vor Eintritt in den Wärmerückgewinner durch ein Filter herabgesetzt werden. Auch bei diesem System darf keine Luft aus der Raumklasse IV verwendet werden.

Regeneratoren (Kategorie III) und Rekuperatoren mit Trennflächen (Kategorie I) müssen so eingebaut werden, daß ein Druckgefälle von der Außenluft zur Fortluft besteht.

5. Beurteilung der einzelnen Systeme

Im Krankenhaus entscheiden in erster Linie hygienische Aspekte über die Zulässigkeit der einzelnen Systeme.

Die Anforderungen eines Krankenhauses führen dazu, daß viele, kleine Einheiten von raumlufttechnischen Anlagen zu erstellen sind. Das erschwert eine wirtschaftliche Wärmerückgewinnung, da bei jedem kleinen Klimagerät ein kompletter Wärmerückgewinner einschließlich Regelung zu installieren ist. Deshalb ist eine zentrale Aufbereitung der Außenluft und eine zentrale Fortlufteffassung anzustreben. An diesen zentralen Stellen kann dann die Wärmerückgewinnung kostengünstig eingegliedert werden.

5.1 Rekuperatoren (Kategorie I)

Rekuperatoren mit Trennflächen machen es erforderlich, daß die Außen- und Fortluftströme aneinander vorbeigeführt werden.

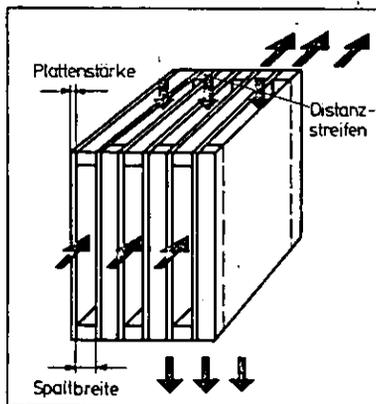


Bild 1: Rekuperatoren (Plattenwärmetauscher)

Außenluftansaugung und Fortluftaustritt müssen jedoch so angeordnet werden, daß auch bei ungünstigen Windeinflüssen keine Fortluft angesaugt wird. Das heißt, daß im Normalfall beide Öffnungen räumlich weit auseinander liegen. Dies verteuert natürlich eine Wärmerückgewinnung mit Rekuperatoren mit Trennflächen. Eine Beschädigung der Trennwände oder deren Abdichtung ist nie ganz auszuschließen, deshalb dürfen sie auch nur bei den Raumklassen II und III eingesetzt werden. Zusätzlich ist eine hygienische Unbedenklichkeit zu erbringen.

5.2 Regeneratoren mit flüssigem Wärmeträger (Kategorie II)

Eine Keimübertragung ist hier unmöglich (siehe Bild 2)
Dieses System darf deshalb ohne Baumusterprüfung für alle Raumklassen eingesetzt werden. Die Luftströme können räumlich auseinander liegen. Ein Einbau ist auch bei älteren Anlagen ohne zu großen Aufwand realisierbar. Zwischen Außenluft- und Fortluftseite muß kein Druckgefälle vorhanden sein. Dies sind alles Faktoren, die für den Einsatz solcher Wärmerückgewinner in Krankenhäusern sprechen.

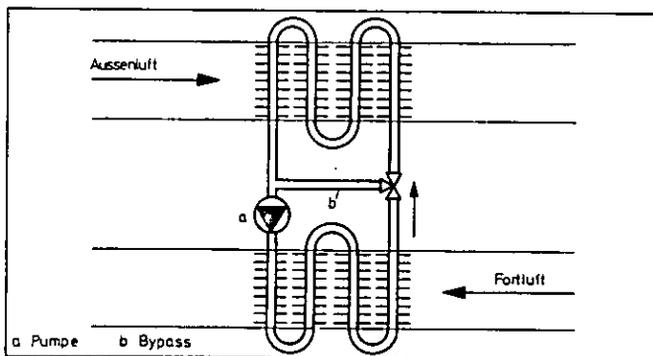


Bild 2: Regenerator mit flüssigem Wärmeträger

5.3 Regeneratoren mit drehendem, festen Wärmeträger
(Kategorie III) -----

(Siehe Bild 3)

Eine Keimübertragung ist generell möglich, deshalb ist eine hygienische Unbedenklichkeits-Bescheinigung erforderlich. Darf dann aber für die Raumklassen I - III eingesetzt werden. Von Nachteil ist, daß die Luftströme räumlich zusammenliegen müssen. Bei einigen Konstruktionen wird durch Ab- und Desorption außer Wärme auch Feuchtigkeit übertragen. Dies ist für Krankenhäuser ein wesentlicher Gesichtspunkt, da die notwendige Luftbefeuchtung aus hygienischen Gründen mit Dampf erfolgen muß, was immer mit einem hohen Primärenergieaufwand verbunden ist. Durch Feuchterückgewinnung kann somit der Energieaufwand reduziert werden.

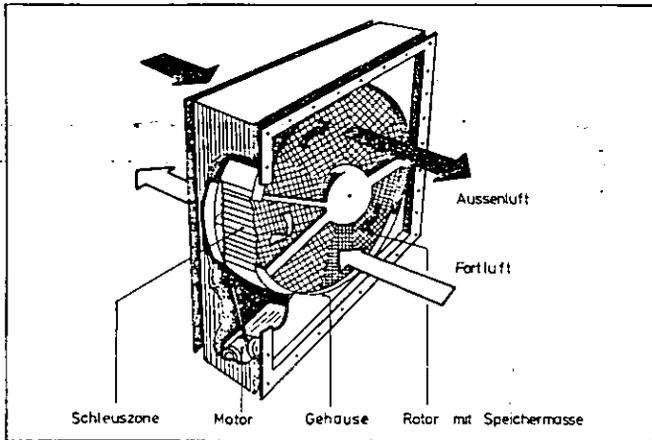


Bild 3: Regenerator mit drehendem, festen Wärmeträger

5.4 Wärmepumpen (Kategorie IV)

Da es sich bei der Wärmepumpe auch um einen Regenerator mit umlaufendem flüssigen oder gasförmigen Wärmeträger handelt, bestehen keinerlei hygienischen Bedenken. Die unter Abschnitt 5.2 genannten Vorteile gelten auch hier. Man muß unterscheiden, ob die Wärmepumpe ausschließlich zur Rückgewinnung von Wärme dienen soll oder ob im Betrieb gleichzeitig die Kälte ausgenutzt werden kann. Die raumklimatischen Anforderungen eines Krankenhauses machen eine Kühlung notwendig. Die dadurch erforderliche Kältemaschine bietet sich deshalb an, auch als Wärmepumpe eingesetzt zu werden. Die Wärme kann dabei vom Fortluftstrom direkt auf das Kältemittel (Direktverdampfung) übertragen bzw. von diesem unmittelbar an den Außenluftstrom abgegeben werden. Der Verdampfer und der Kondensator werden dabei dezentral im Fortluftstrom bzw. im Außenluftstrom angeordnet (siehe Bild 4).

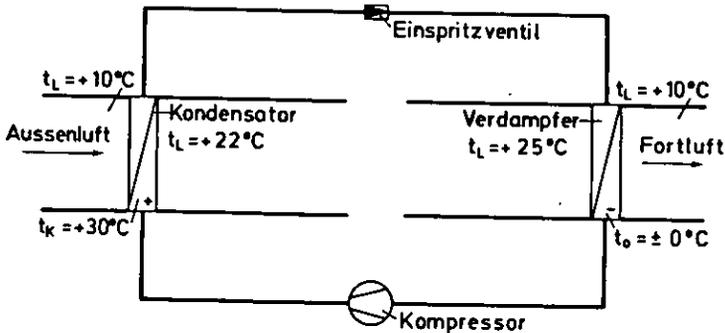


Bild 4: Wärmepumpe mit Direktverdampfung

Eine andere Möglichkeit wäre, Wasser als Zwischenwärmeträger einzusetzen. Hier ist je ein zusätzlicher Wärmetauscher im Zu- und Fortluftstrom anzuordnen. Diese Wärmetauscher sind dann jeweils mit dem zentral liegenden Kondensator und Verdampfer über Rohrleitungen mit Förderpumpen verbunden (Siehe Bild 5).

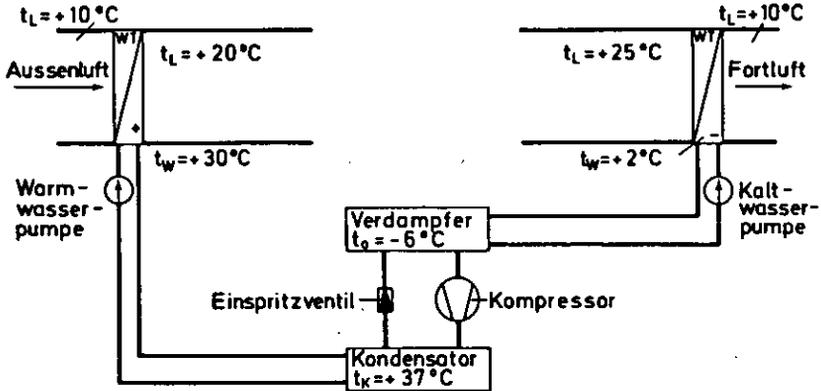


Bild 5: Wärmepumpe mit Zwischenträger

Die Leistungsziffer einer Wärmepumpe ist umso größer, je kleiner die Temperaturdifferenz zwischen Kondensations- und Verdampfungstemperatur ist. Diese Temperaturdifferenz kann bei einer Direktverdampfungsanlage kleiner gehalten werden als bei einer Anlage mit Zwischenträger. Das bedeutet, daß somit eine Wärmepumpe mit direkt in die Klimaanlage integrierten Kältekreislauf eine größere Wirtschaftlichkeit aufweist als das andere System. Die Gesamtwirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe mit Zwischenmedien wird außerdem noch durch den Leistungsbedarf der notwendigen Pumpen negativ beeinflusst.

In den Bildern 6 und 7 sind die Schaltschemata von zwei ausgeführten Anlagen in Krankenhäusern mit Wärmepumpen als Wärmerückgewinner dargestellt.

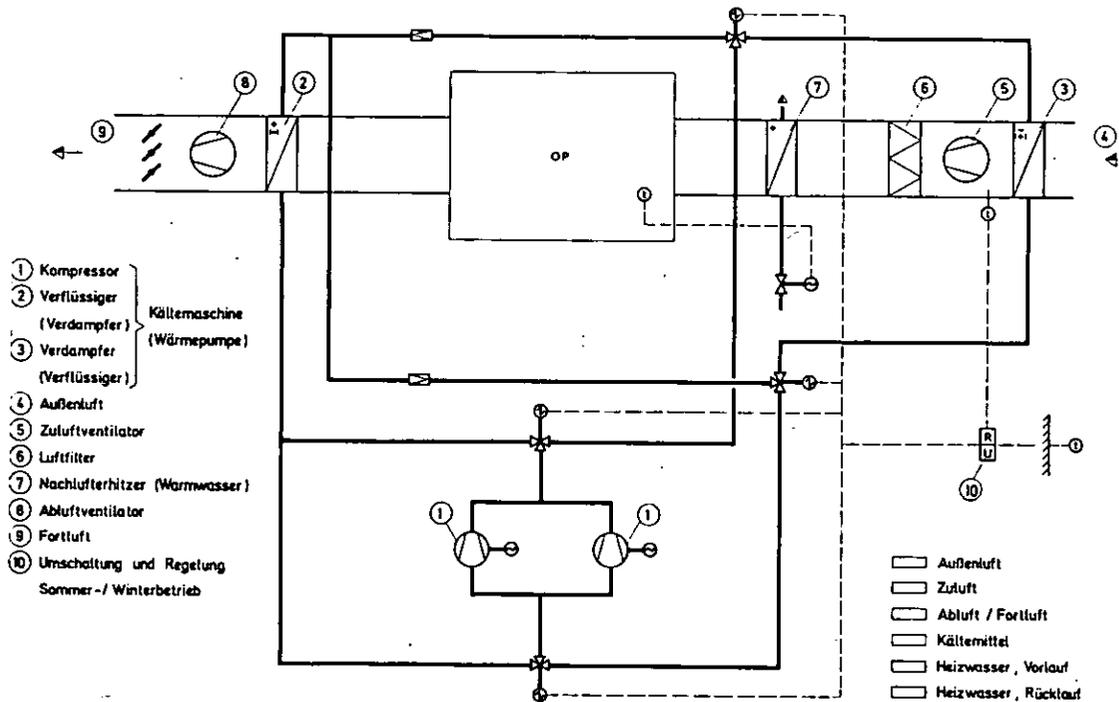


Bild 6: Ausgeführte Wärmepumpenanlage mit Direktverdampfung

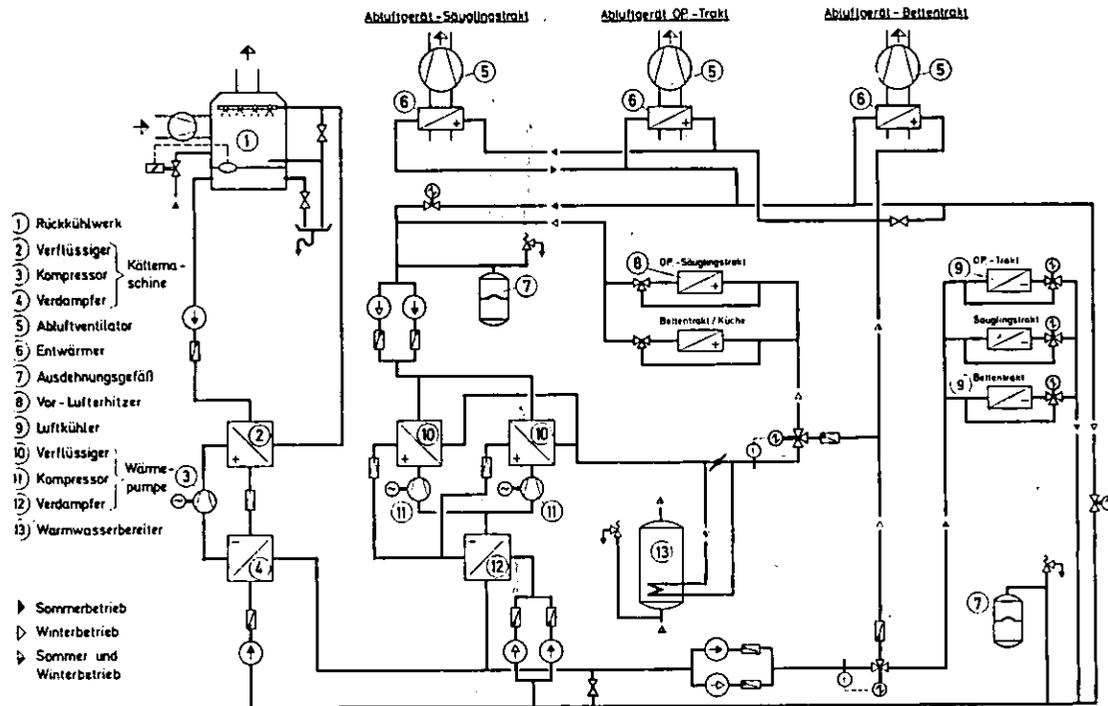


Bild 7: Ausgeführte Wärmepumpenanlage mit Zwischenträger

4.5 Wärmerohr

Beim Wärmerohr handelt es sich um eine hermetisch geschlossene Röhre, die auf der Innenseite kapillar strukturiert und mit einer Flüssigkeit (z.B. Kalttemittel) gefüllt ist. (Siehe Bild 8)

Die der einen Seite zugeführte Wärmeenergie bewirkt hier ein Verdampfen der Flüssigkeit. Dieser Dampf strommt zum anderen Teil des Wärmerohres, das im kalten Luftstrom sitzt, kondensiert dort und gibt dabei die Kondensationswärme ab.

Vorteile: Von hygienischer Seite vollkommen unbedenklich, da luftseitig getrennt. Weiter ist positiv zu vermerken, daß keinerlei drehende Teile vorhanden sind.

Nachteile: Die Luftströme müssen aneinander vorbeigeführt werden. Das Wärmerohr ist vorerst nur bei kleineren Luftmengen wirtschaftlich.

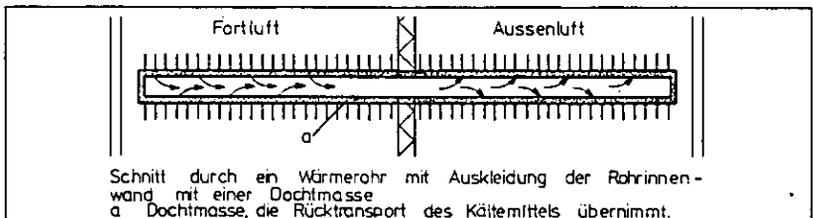


Bild 8: Wärmerohr

6. Wirtschaftlichkeit

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit kann keine pauschale Aussage gemacht werden. Die Kosten für Wärmerückgewinnung hängen stark von der Gebauedekonzption und dem Aufbau der Raumlufttechnischen Anlagen ab. Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, die in einem Fall das System A als am günstigsten erweist, kann bei einem anderen Krankenhaus ein vollkommen anderes Ergebnis bringen.

In [3] wurden für ein bestimmtes Krankenhaus drei Wärmerückgewinnungssysteme gegenübergestellt. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung ergab folgende Rentabilität:

Rekuperator (Glasplattenwärmetauscher)
 Kategorie I 7,8 Jahre

Regenerator mit umlaufendem flüssigen
 Wärmetauscher, Kategorie II 2,6 Jahre

Regenerator mit drehendem, festen
 Wärmeträger, Kategorie III 2,9 Jahre

Für die in Bild 6 gezeigte Wärmepumpenanlage erbrachte die Wirtschaftlichkeitsberechnung folgendes Ergebnis (die Zahlen sind [4] entnommen):

		Wärmepumpe	Kesselanlage
Heizleistung	kW	198	198
Verdampfungstemperatur	°C	+0	
Kondensationstemperatur	°C	+30	
Leistungsziffer	ε	3,38	
Kesselwirkgrad	η		0,75
Brennstoffkosten	DM/kW, DM/kg	0,10	0,28
Heizwert des Öls	kWh/kg	-	11,67
Anlagekosten	DM	25 200	60.000
Wartungskosten	DM/Jahr	1 500	600
Zinsfuß	%	8	8
Abschreibungszeit	Jahre	10	20
Jahreswärmebedarf	MWh/a	108	108

Die Kostenberechnung ergab:

Betriebskosten:

Wärmepumpe	29,65 DM/MWh
Kesselanlage	32,18 "

Amortisations- und Wartungskosten:

Wärmepumpe	46,73 DM/MWh
Kesselanlage	60,38 "

Gesamtkosten:

Wärmepumpe	76,38 DM/MWh
Kesselanlage	92,56

Unter Berücksichtigung des errechneten Jahresenergiebedarfs nach [4] sieht der Kostenvergleich für Wärmeenergie folgendermaßen aus:

Wärmepumpe	8 430,-- DM/a
Kesselanlage	9 955,-- DM/a

Die Wärmepumpenanlage kann somit mit geringeren Kosten betrieben werden. Aus diesen Zahlen ist auch abzulesen, daß der Einsatz einer Wärmepumpe nur zur Wärmerückgewinnung, also ohne Ausnützung der Kälteenergie, nur in besonders gelagerten Fällen wirtschaftlich sein kann.

7. Allgemeine Hinweise

Speziell bei Wärmerückgewinnungs-Anlagen in Krankenhäusern ist auf eine gute Zugänglichkeit für die Wartung und Reinigung zu achten. Vor und nach den Wärmetauschern sind große Reinigungsöffnungen vorzusehen.

Lamellen-Wärmetauscher sind mit weiter Lamellenteilung zu wählen. Um die Verschmutzung in Grenzen zu halten, muß in Krankenanstalten die erste Filterstufe im Außenluftstrom immer vor dem Wärmerückgewinner angeordnet werden.

Das Material des Wärmerückgewinners muß daraufhin untersucht werden, ob es den gebräuchlichen Desinfektionsmitteln standhält. Rippenrohre sollten deshalb aus Kupfer oder aus korrosionsbeständigem Material bestehen. Stahlrohre mit Kunststoffbeschichtung sind weniger geeignet.

Sofern man die Wärme aus dem Abwasser noch nutzen möchte, sollten die Abwasserrohre, die warmes Abwasser führen, möglichst gesondert erfaßt werden. Dieses Wasser darf nur schwach verschmutzt sein, es soll keine Fäkalien enthalten.

Die Abwasserwärme kann entweder zur Vorwärmung des Brauchwarmwassers dienen oder sie kann mittels Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht werden. Man kann sich auch den Einsatz einer Gasmotor-Wärmepumpe vorstellen.

Abschließend soll noch erwähnt werden, daß in Deutschland die hygienischen Ansprüche an Wärmerückgewinnungsanlagen sehr hoch gesteckt sind. Aufgrund verschiedener Vorfälle in Kliniken haben die für die Hygiene Verantwortlichen scharfe Anforderungen an raumluftechnische Anlagen gestellt. Im Ausland ist man in diesem Punkt großzügiger.

In den USA z.B. darf auch bei OP-Anlagen Umluft verwendet werden.

In der Schweiz kennt man keine Baumusterprüfung, es wird beim Regenerator mit drehendem Wärmeträger nur ein Schwebstofffilter für die Zuluft vorgeschrieben, was für die Raumklassen I und II sowieso der Fall ist.

In Österreich sind ebenfalls alle Wärmerückgewinnungssysteme ohne Baumusterprüfung einsetzbar, sofern keine Abluft aus dem Infektionsbereich verwendet wird.

Schrifttum:

- [1] VDI 2071, Blatt 1 (Entwurf vom August 1978):
Wärmerückgewinnung im Raumlufthechnischen Anlagen -
Begriffe und technische Beschreibungen.
- [2] DIN 1946, Teil 4 (April 1978):
Raumlufthechnische Anlagen in Krankenhäusern
- [3] Brandt-Ingenieure GmbH -
Universitäts-Klinik Hamburg-Eppendorf -
Grundsatzuntersuchung zu den lüftungstechnischen
Anlagen (Oktober 1976)
- [4] Kopp, H. und Schunk, K.-H.:
Einsetz einer Luft/Luft-Wärmepumpe zur Klimatisierung
in einem Krankenhaus.
Jahrbuch der Wärmerückgewinnung 1977/78, Vulkan-Verlag,
Essen, Seite 222-229.

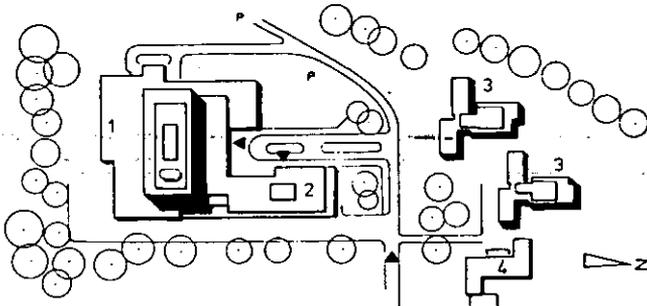
Referent: Dipl.-Ing. Karl Flaig
c/o Firma Gebrüder Sulzer
Heizungs- und Klimatechnik GmbH
Furtbachstraße 4
7000 Stuttgart 1

Energierückgewinnung im Marienhospital Gelsenkirchen

Von B. Canzler, Mülheim-Ruhr

1. Lage und Gebäude

Das Marienhospital Gelsenkirchen (MHG) entstand in der Zeit von 1972 bis 1977. Es ist in der Bundesrepublik Deutschland das erste größere allgemeine Krankenhaus der Zentralversorgung mit Energierückgewinnung und Wärmepumpenanlage bei allelektrischer Versorgung. Der Wunsch, in dieser hochbelasteten Kernzone des Ruhrgebietes keine neuen Emissionsquellen zu schaffen, gab dem allelektrischen Betrieb unter der Voraussetzung der Wirtschaftlichkeit in diesem Wettbewerb der Energien eine besondere Chance.



1 = Haupthaus

2 = Kinderklinik

3 = Wohnbereich

4 = Schule

ABB. 1 = Lageschema

Bettenzahl	=	600
Umbauter Raum	=	157.000 m ³
Gesamtzuluftmenge	=	414.000 m ³ /h
Installierte Leistung der allelektrischen Versorgung	=	17.100 kW

ABB. 2 = Grunddaten

Das Krankenhaus besteht aus dem elfgeschossigen Hauptbau und den Nebengebäuden wie Schwesternwohnheim und Schule. In den Ebenen 0 bis 2 sind die Bereiche Behandlung, Verwaltung, Versorgung und Technik zu finden. Das darüberliegende Bettenhaus (Ebenen 3 bis 9) ist als Doppelflurtyp ausgebildet. In der Ebene 10 sind einige Funktionsräume und noch ein Teil der Technik untergebracht.

2. Die Energieverbraucher

Die Energieverbrauchsgruppen des MHG und deren elektrische Anschlußleistungen sind der Abbildung 3 zu entnehmen.

	Verbrauchergruppe	Gruppen- Anschlußwerte (kW)	Gesamt- Anschlußwerte (kW)
Haupt- gebäude	Licht, medizinische Geräte Kraft (außer Klimaanlage)	3.800	
	Klimaanlagen		
	Vorerhitzer	2.110	
	Nacherhitzer	940	
	Ventilatoren u. Pumpen	1.040	
	Wärmepumpen	660	
	Dampferzeugung für Sterilisation, Desin- fektion u. Luftbefeuchtung	1.190	
	Statische Raumheizung	2.460	
	Brauchwassererwärmung	570	
Küche	Dampfkochkessel	300	
	übrige Wärmeerzeuger	500	
	Summe Hauptgebäude		13.570
Neben- gebäude	Licht und Kraft	1.300	
	Brauchwassererwärmung	230	
	Statische Raumheizung	2.000	
	Summe Nebengebäude		3.530
	Gesamtsumme		17.100

ABB. 3 = Installierte elektrische Leistungen

3. Wirtschaftlichkeitsberechnung

Grundlage für die Entscheidung zur allelektrischen Versorgung des MHG war eine im Jahre 1970 erstellte, weit über den in der seinerzeit gültigen VDI-Richtlinie 2067, Ausgabe 1957 beschriebenen Umfang hinausgehende Wirtschaftlichkeitsberechnung. Wegen der damals bereits erkennbaren Energieverknappung erschien eine Gesamtbetrachtung erforderlich, die verschiedene Anlagentechniken, Wärmerückgewinnungssysteme, sämtliche Energieverbraucher im Krankenhaus und die baulichen Auswirkungen berücksichtigte.

Die Berechnungen ergaben, wie die Abb. 4 zeigt, für alle Energiearten annähernd gleiche Jahres-Gesamtbetriebskosten, trotz der damals sehr niedrigen Preise für Öl und Gas. Eine 1977 durchgeführte Nachrechnung der Wirtschaftlichkeit brachte eine deutliche Verschiebung zu Gunsten der allelektrischen Versorgung aufgrund der unterschiedlichen Preisentwicklung der untersuchten Energieträger.

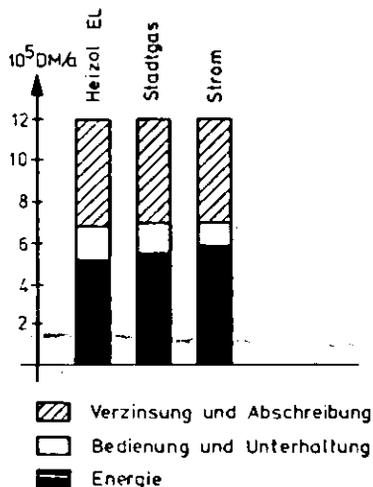


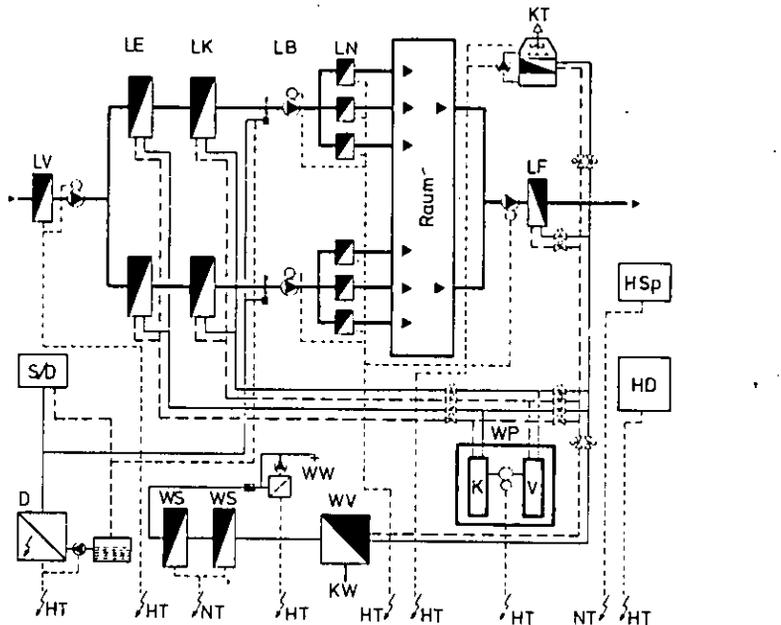
ABB. 4 = Jährliche Gesamtbetriebskosten der haustechnischen Anlagen, Preisstand 1970

4. Rationeller Energieeinsatz

Da die Energieverknappung und die damit verbundene Energiekostenentwicklung voraussehbar war, wurden bei der Planung Vorkehrungen zum rationellen Energieeinsatz ergriffen, die zur Verminderung des Leistungsbedarfes und des Energieverbrauches führen, wie z. B.:

- Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes,
- Mehrfachnutzung der Energie,
- Einsatz von Anlagenkomponenten, die einen energieeinsparenden Betrieb ermöglichen.

Die anschließend beschriebenen Systeme und Maßnahmen zum rationellen Energieeinsatz im MHG zeigt das folgende Schema.



- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| LV = Luftvorwärmer | KW = Kaltwasser |
| LE = Luftherhitzer | WV = Warmwasservorwärmer |
| LK = Luftkühler | WS = Warmwasserspeicher |
| LB = Luftbefeuchter | WW = Warmwasserverbraucher |
| LN = Luftnacherhitzer | HSp= statische Heizung, Speicher |
| LF = Fortluftwärmetauscher | HD = statische Heizung, Direkt |
| KT = Kühlturm | D = Dampferzeuger |
| WP = Wärmepumpe | S/D= Sterilisation, Desinfektion |
| K = Kondensator | HT = Hochtarifstrom |
| V = Verdampfer | NT = Niedertarifstrom |

ABB. 5 = Schema der Wärme- und Kälteversorgung

4.1 Statische Heizung

Der Transmissionswärmebedarf des Gebäudes wird hauptsächlich über Spezial-Krankenhausgeräte gedeckt. Diese sind in ihrer Konstruktion eine Kombination von Speicher-Heizgeräten der Bauart I und Direktheizung.

Durch zusätzlichen baulichen Wärmeschutz, der die Forderungen der damals gültigen DIN 4108, Ausgabe 1960, weit übertraf und nach den heutigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung kaum verbessert werden müßte, konnte der Wärmebedarf unter 50 % des Norm-Wertes gesenkt werden.

4.2 Raumluftechnische Anlagen

RLT-Anlagen sind in Behandlungs- und OP-Bereichen, den Innenzonen sowie in zentralen Versorgungseinrichtungen, z.B. der Küche eingesetzt. Bettzimmer werden nicht lufttechnisch behandelt.

Die Wärme- und Kälteversorgung übernehmen Kältemaschinen, die auch als Wärmepumpen eingesetzt werden können. Obwohl die Aggregate nach dem Kältebedarf ausgelegt wurden, kann auch der größte Teil des jährlichen Wärmebedarfes der RLT-Anlagen damit gedeckt werden. Nur an wenigen Wintertagen ist zusätzliche Heizenergie zur Luftvorwärmung bis auf +3° C erforderlich.

Die Fortluft des Gebäudes wird zur Energierückgewinnung gesammelt und zentral über einen Wärmetauscher geführt.

4.3 Warmwasserbereitung

Zur Warmwasserbereitung dienen Speicher, die in Schwachlastzeiten, insbesondere nachts, elektrisch aufgeheizt werden. Die Vorwärmung übernimmt ein vom Kondensatorwasser der Wärmepumpen durchströmter Plattenwärmetauscher.

4.4 Dampfversorgung

Dampf wird für die Küche, für Luftbefeuchtung, Sterilisation und die Desinfektion benötigt. Während dieser für die Küche dezentral an den Geräten erzeugt wird, sind für die übrigen Verbraucher zentrale Widerstandsdampfkessel vorhanden.

Die latente Dampfwärme aus der Luftbefeuchtung wird der Fortluft über den zentralen Wärmetauscher wieder entzogen. Bei der thermischen Abwasserdesinfektion läßt sich die Wärme des heißen, desinfizierten Abwassers zurückgewinnen und zur Vorwärmung des infizierten Abwassers nutzen.

5. Arbeitsweise der Wärmepumpenanlage

Die Wärmepumpenanlage besteht aus zwei Kolbenkompressoren und einem Turbokompressoraggregat.

Im Sommerbetrieb wird Kälte für die RLT-Anlagen benötigt. Die anfallende Kondensatorwärme dient zur Vorwärmung des Brauchwarmwassers. Überschüssige Energie führen der Fortluftwärmetauscher und ein Kühlturm an die Außenluft ab.

Im Winterbetrieb entzieht der zentrale Wärmetauscher der Fortluft Energie, die dann im Verflüssiger mit höherem Temperaturniveau wieder als Heizwärme für die Zuluft genutzt wird.

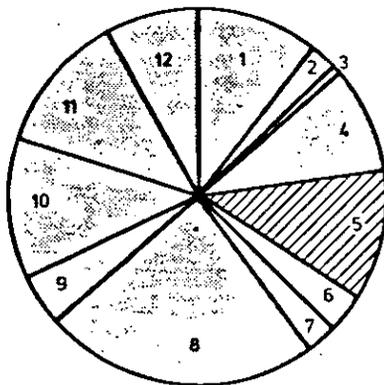
Wenn gleichzeitig Wärme- und Kältebedarf vorliegt, z.B. in den Übergangszeiten, dann kann Energie aus lufttechnisch behandelten Räumen mit Wärmeüberschuß durch die Wärmepumpe in belüftete Räume mit Wärmebedarf transportiert werden.

Zur Verbesserung der Leistungsziffer wurden die Kolbenaggregate parallel und der Turbokompressor in Reihe hinter den Kolbenmaschinen geschaltet. Je nach Leistungsbedarf werden die Maschinen einzeln oder gemeinsam betrieben.

6. Betriebsergebnisse

Die allelektrische Versorgung ermöglichte eine weitgehende und differenzierte Messung der Verbraucher. Um die vorausberechneten Verbrauchswerte möglichst genau nachkontrollieren zu können, ist eine umfangreiche Meßeinrichtung für die Werte der elektrischen Arbeit und der elektrischen Leistung installiert worden.

Nach mehr als einjährigem Betrieb liegen die ersten Ergebnisse vor. Die Anteile der Verbrauchsgruppen und die Struktur des Jahresenergieverbrauches sind den nachfolgenden Abbildungen zu entnehmen. Abb. 6 zeigt klar die Verbrauchsgruppenanteile, während Struktur und Energierückgewinnung in der Abb. 7 dargestellt sind. Deutlich kann man in diesen Bildern die Anteile der eingesparten und zurückgewonnenen bzw. mehrfach genutzten Energien erkennen. Durch den verbesserten Wärmeschutz wird der Transmissionswärmebedarf um mehr als 50 % vermindert, während durch den Wärmepumpenbetrieb ca. 36 % des gesamten Wärmebedarfes der RLT-Anlagen eingespart werden.



LEGENDE

- 1 Licht und Kraft
- 2 Großküche
- 3 Dampf für Küche
- 4 Statische Raumheizung
- 5 eingesparter Wärmeverbrauch durch zusätzliche Wärmedämmung
- 6 Großheißwasserspeicher
- 7 Durchlauferhitzer Brauchwasser
- 8 Klimaanlage - Motorische Verbraucher
- 9 Klimaanlage - Vorerhitzer
- 10 Klimaanlage - Nacherhitzer
- 11 Klimaanlage - Desinfektion und Luftbefeuchtung
- 12 Wärmepumpe

ABB. 6 = Verbrauchsgruppenanteile am Jahresenergieverbrauch

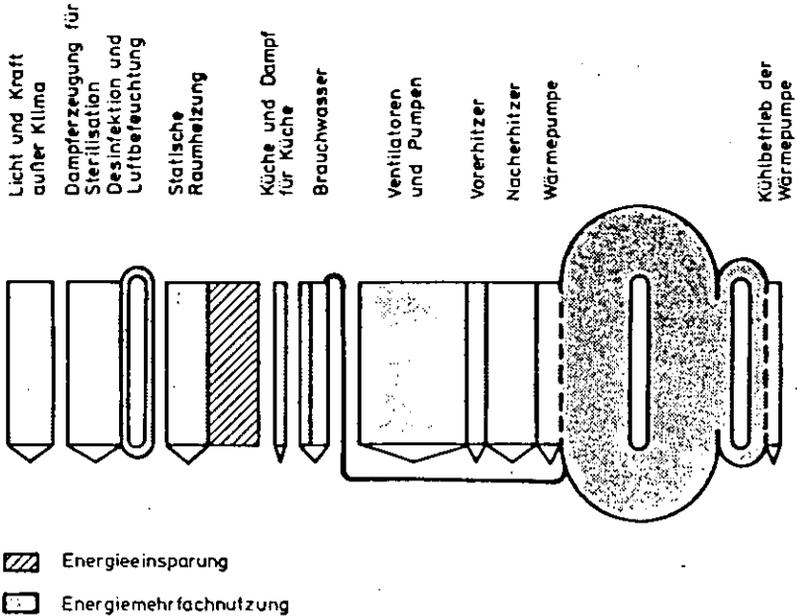


ABB. 7 = Struktur des Jahresenergieverbrauches
und der Energierückgewinnung

Zusammenfassung

Rationelle Energieverwendung im Krankenhaus ist nur bei Beachtung der vielfältigen energierelevanten Einflüsse möglich!

Grundlage für die Energiewahl ist eine schon in der Vorplanung aufzustellende vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung. Darin sind zu erfassen:

- sämtl. energierelevanten Fakten,
- alle Energieverbraucher des Krankenhauses,
- Kapitaldifferenzkosten verschiedener systemtechnischer und baulicher Varianten.

Die ersten Ergebnisse sind im weiteren Planungsverlauf zu überprüfen. Bei Berücksichtigung aller dieser Einflüsse werden sich nachstehende, notwendige Forderungen erfüllen lassen:

- Einsparung von Primärenergie und Substituierung von Energie,
- Versorgungssicherheit,
- Reduzierung der Energiekosten,
- Ersatz von Energie durch Kapital in realisierbaren Grenzen,
- sichere Technik mit langer Lebensdauer,
- Einhaltung von Vorschriften, Normen usw. auch an die Behaglichkeit ohne spürbaren Komfortverlust,
- geringere Umweltbelastung.

Literaturhinweise

- (1) Canzler, B. = Energierrelevante Einflüsse im Krankenhausbau. "elektrowärme international", A3.1977
- (2) Hendriks, K. = Sinnvolle Energieverwendung im Marienhospital Gelsenkirchen. "elektrowärme international", A3.1977
- (3) Jacobowsky, H. = Wärmepumpe zur Wärme- und Kälteerzeugung mit Wärmerückgewinnung. "elektrowärme international", A3.1977
- (4) Klaus, D. und Schemkes, W. = Energiehaushalt in neuzeitlichen Krankenhäusern/Gründe für die allelektrische Versorgung des Marienhospitals Gelsenkirchen. "elektrowärme international", A3.1977
- (5) Nietsch, K. = Zentrale Leittechnik - ein Instrument zur Kostenoptimierung. "elektrowärme international", A3.1977
- (6) Schmitz, H. und Mathew, A. = Klimaanlage im Krankenhaus. "elektrowärme international", A3.1977

Anschrift des Verfassers

Bertram Canzler
Beratender Ingenieur VBI
Viehgasse 10

4330 Mülheim-Ruhr 13

Mittel- und niederspannungsseitige Versorgung
- Anlagen und Instandhaltung -

H.-J. Marheineke, Hannover

1. Planen und Errichten
von elektrischen Versorgungsanlagen

Krankenhäuser verfügen über eine Vielzahl elektrischer Verbraucher, die neben der medizinischen Behandlung auch der allgemeinen Betreuung von Patienten und Personal dienen.

Der Leistungsbedarf hängt von der Größe des Krankenhauses und dem Umfang der elektrischen Einrichtungen ab. Er wird von der Betriebsweise und den Gleichzeitigkeitsfaktoren der einzelnen Anlagenteile beeinflusst.

Bei allen Fragen der Versorgung steht das Gebot der Sicherheit an oberster Stelle. Im Falle möglicher Störungen von außen oder innen muß die elektrische Versorgung wichtiger Funktionsbereiche gewährleistet sein.

1.1 Netzkonzept

Die Verbraucher im Krankenhaus sind intern an drei Netze angeschlossen:

- Normalnetz
- Netz der allgemeinen Ersatzstromversorgung
- Netz der besonderen Ersatzstromversorgung

Die Versorgung aus dem öffentlichen Netz erfolgt - aufgrund des großen Leistungsbedarfs - in den meisten Fällen mit Mittelspannung 10 oder 20 KV, nur selten mit 6 oder 30 KV.

Eine Einspeisung von möglichst zwei von einander unabhängigen Speisepunkten ist anzustreben. Der Einsatz von Übergabeschaltern, die vom Betreiber auch ohne das EVU bedient werden können, hat sich als zweckmäßig erwiesen.

Je nach benötigter Leistung und den baulichen Gegebenheiten sind die Transformatoren mit zugehörigen Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen entweder zentral oder verteilt, in jedem Fall aber nahe den Lastschwerpunkten, anzuordnen. Für den Betrieb haben sich in den Einspeise- bzw. Knotenpunkten Mittelspannungsschaltanlagen mit Doppelsammelschienensystem, in den Unterstationen solche mit Einfachsammeleschienensystem, bewährt.

Die Mittelspannungsverbindungen sollten immer als Ringnetz ausgebildet werden. Der Anlagenschutz ist unter Beachtung der Selektivität nach Anforderung und Möglichkeit als Distanzschutz, Überstromzeitschutz oder Differentialschutz auszuführen.

Für Querverbindungen zwischen Lastschwerpunkten sind auf der Niederspannungsseite Maschennetzkabel vorzusehen, so daß bei Störungen in einer Unterstation Verbraucher aus den benachbarten Stationen weiterversorgt werden können.

Bei Ausfall des öffentlichen Netzes werden bevorrechtigte Verbrauchergruppen aus einer zentralen allgemeinen Ersatzstromversorgung versorgt.

Die Netze der besonderen Ersatzstromversorgung werden - im Rahmen der dafür geltenden Vorschriften - für "Inselbetrieb" errichtet.

Um eine energiesparende, kostengünstige Betriebsweise zu ermöglichen, müssen Überlegungen zu den Fragen Maximumüberwachung, Lastabwurf, Kompensation, Spitzenabfahrten, zentrale Leittechnik usw. angestellt werden. Schon beim Netzkonzept sind spätere Ausbauten, Erweiterungen und Leistungserhöhungen zu berücksichtigen.

1.2 Allgemeine Bauvorschriften

- Bauverordnungen des Bundes und der Länder, insbesondere die Elt-Bau-Verordnungen
- Auflagen der örtlichen Bauaufsichtsbehörden (Bauscheine)
- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften
- DIN-Normen
- Richtlinien wie z.B. TAB der EVU, AGI-Blätter, des TÜV usw.

1.3 VDE-Vorschriften

Im folgenden werden nur die wesentlichen Vorschriften genannt, die aber Hinweise auf weitere enthalten:

- 0100/4.74 - 0100g/7.76 - 0100m/7.76
Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
- 0101/4.71 Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 KV
(Entwurf 0101/...77)
- 0107/3.68 Bestimmungen für das Errichten elektrischer Anlagen in medizinisch genutzten Räumen
(Entwurf 2 0107/...77)
- 0108/2.72 - 0108b/7.78
Bestimmungen für das Errichten und den Betrieb von Starkstromanlagen in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen
(Entwurf 0108c/...77 - 0108d/...77)
- 0141/7.76 - DIN 57141
VDE-Bestimmung für Erdungen in Wechselstromanlagen für Nennspannungen über 1 KV

2. Bauformen elektrischer Versorgungsanlagen

2.1 Mittelspannungsschaltanlagen

- Metallgekapselte Schaltwagenanlagen mit ausfahrbaren Leistungsschaltern oder Lasttrennschaltern für Wand-, Frei- oder Rücken-an-Rücken-Aufstellung mit oder ohne innerer Schottung und selbsttätigem Berührungsschutz
- Gießharzisierte Schaltwagenanlagen, die zusätzlich erhöhten Schutz gegen das Entstehen vor Erd- und Kurzschlüssen bieten und das Wandern von Störlichtbögen verhindern
- Schaltfelder mit fest eingebauten Geräten in offener oder gekapselter Bauform, mit Einfach- oder Doppelsammelschiene, Lichtbogenschutzdecke oder Sammelschienenquerschottung, für Wand- oder Freiaufstellung
- Schaltschränke mit fest eingebauten Lasttrennschaltern, gekapselte Ausführung, für Wand- oder Freiaufstellung, mit geringem Raum- oder Grundflächenbedarf
- gießharzisierte Kleinschaltanlagen mit Lastschaltelementen auf Schaltwagen, die durch Feststoff-Luft-Isolierung mit optimaler Anordnung der Bauelemente sehr kleine Abmessungen haben

2.2 Niederspannungsschaltanlagen

Diese Anlagen werden überwiegend mit allseitiger Stahlblechkapselung, nur bei untergeordneter Aufgabenstellung als isolierstoffgekapseltes Verteilersystem, errichtet.

Der Ausbau kann erfolgen in:

- Einschubtechnik
- Einsatztechnik
- Baugruppentchnik
- Festeinbautechnik.

Für die Verwendung zur Energieverteilung werden die Einspeisungen, Längs- und Querkupplungen und Abgänge mit Leistungsschaltern, die Abgänge auch mit Lasttrennschaltern und NH-Sicherungen oder mit NH-Sicherungs-Lasttrennschaltern bestückt.

2.3 Transformatoren

Als meist verwendete Normgrößen haben sich 400-630-1000-1600 KVA - Leistungen durchgesetzt.

Für die Wahl von

- Öl-Transformatoren
- Askarel-Transformatoren
- Gießharz-Transformatoren

ist der Aufstellungsort von entscheidender Bedeutung.

3. Betrieb von Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen

3.1 Vorschriften für den Betrieb

VDE 0105 Teil 1 /5.75 - DIN 57105 Blatt 1

VDE-Bestimmung für den Betrieb von Starkstromanlagen (Entwurf 0105 Teil 1a /...77)

3.2 Betriebssicherheit

Eine betriebssichere Anlagenhandhabung wird durch

- übersichtliches Versorgungskonzept
 - einfachen, bei vergleichbaren Anlagen einheitlichen Aufbau
 - bedienungsfreundliche Gestaltung
 - geschultes Betriebspersonal
- erheblich erleichtert.

Ausfallzeiten, die durch Störungen an Schaltgeräten hervorgerufen werden, können durch Anwendung der Einschub- bzw. Schaltwagentchnik verkürzt werden.

Betriebssicherheit setzt regelmäßige Inspektion und Wartung voraus. Wartungsarme Anlagen bedingen nur große Wartungsintervalle und haben nur geringe Betriebsbeeinträchtigungen zur Folge.

4. Instandhaltung und Wartung von Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen

Für die Überprüfung und Wartung der Schaltanlagen sind vordringlich die Angaben der Gerätehersteller und der Anlagenerrichter zu beachten.

Nach diesen Angaben sollte ein Wartungsplan erstellt werden. Dafür sind festzulegen:

- welche Anlagen mit eigenem Personal gewartet werden können
- für welche Anlagen Wartungsverträge mit Fremdfirmen abgeschlossen werden müssen
- die Wartungsintervalle für jeden Anlagenteil
- die Betriebsbeeinflussung, die sich während der Wartung ergibt
- Wartungstermine und daraus resultierendes Betriebsverhalten
- Auflistung der Arbeitsvorgänge, die bei der Wartung durchzuführen sind

Dipl.-Ing. H. Jürgen Marheineke
Siemens AG, ZN Hannover
Vertrieb Installationstechnik
Am Maschpark 1
3000 Hannover 1

Nachrichtentechnik - Kommunikationssysteme
und Überwachungsanlagen

von Dieter Stinshoff

Meine sehr verehrten Damen und Herren,

das mir übertragene Thema heißt "Nachrichtentechnik - Kommunikationssysteme und Überwachungsanlagen".

Ein solches Programm umspannt einen derartig weiten Bogen, der den Rahmen der heutigen Veranstaltung mit Sicherheit sprengen würde. Ich wende mich daher aus dem Bereich der Nachrichtentechnik hier ganz besonders den modernen Kommunikationssystemen und den Überwachungseinrichtungen zu, also den Anlagen, die in einem Krankenhaus für die Pflege und die Sicherheit der Patienten installiert werden und darüber hinaus den reibungslosen Betriebsablauf gewährleisten.

Einrichtungen, die dem physischen Nachrichtentransport und in gewisser Hinsicht auch dem Materialtransport dienen, also z.B. Rohrpostanlagen und Kastenförderanlagen, seien hier nur am Rande erwähnt.

Bevor wir uns nun den einzelnen Kommunikationsmitteln zuwenden, müssen wir uns zunächst einmal mit den Kommunikationspartnern beschäftigen.

Ein Krankenhaus oder Klinikum dient seiner Bestimmung nach der Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung menschlicher Gesundheit. Damit steht automatisch der Patient, der Mensch, im Mittelpunkt.

Dem Menschen und der Wiederherstellung und Erhaltung seiner Gesundheit haben sich also auch alle Einrichtungen eines Krankenhauses, insbesondere die Kommunikationseinrichtungen, über die sich der Patient mitteilt, anzupassen.

Unter Zugrundelegung dieser Gedanken sehe ich sich die Kommunikation in einem Krankenhaus auf 3 Ebenen abspielen.

1. Der Patient äußert seine Wünsche mit Hilfe einer Lichtruf- bzw. Lichtrufsprech-Anlage.
2. Das Heil- und Pflegepersonal, Ärzte und Pfleger, verständigen sich innerhalb der einzelnen Organisationseinheiten, wie beispielsweise OP-Trakt oder Pflegebereich, über Wechselsprechereinrichtungen mit starren, stehenden Verbindungen und
3. existiert natürlich für den Informationsaustausch in größerem Rahmen, wie überall, das Telefon. In den meisten Fällen heute bereits erweitert um 1 bzw. 2 drahtlose Personrufanlagen, für das Heil- und Pflegepersonal einerseits und das Wartungs- und Instandhaltungspersonal andererseits. Ob und inwieweit eine Systemtrennung hier notwendig und ratsam erscheint, ist eine Frage der Größenordnung des Krankenhauses.

Meiner Ansicht nach ist die Reihenfolge, in der die einzelnen Kommunikationsmittel hier aufgeführt wurden, bereits eine Einstufung hinsichtlich ihrer Bedeutung, wobei hier die Kommunikation mit der Außenwelt, bei der das Telefon naturgemäß die größte Bedeutung hat, bewußt ausgeklammert worden ist.

Lichtruf-Sprechanlage

Die einfachste Form einer Nachrichtenübermittlung ist die Abgabe eines Signals. Im Krankenhausbetrieb die Abgabe eines Lichtsignals, die in den meisten Fällen von allen Patienten bewerkstelligt werden kann. Die stillschweigend als verabredet geltende Bedeutung dieses Lichtsignals heißt "Bitte kommen".

Sehr bald erkannte man, daß diese Art der primitiven Nachrichtenübermittlung das Pflegepersonal sehr stark beanspruchte und man überlagerte diesen einfachen Lichtrufanlagen Sprechverbindungen, je nach Neigung Gegen- oder Wechselsprecheinrichtungen. Gegensprecheinrichtungen werden aus akustischen Gründen meistens mit Handsprechhörern, Bettenbediengeräten oder Sprechhörkissen ausgestattet, die der Patient unmittelbar in oder an seinem Bett vorfindet. Wechselsprecheinrichtungen sind mit Mikrofonlautsprechern ausgestattet, die entweder einmal pro Zimmer oder in Bediengeräten an jedem Bett installiert sind und es ist hier wirklich eine Frage des Geschmacks, ob man sich für das eine oder andere System entscheidet. Verfechter der Gegensprechtheorie behaupten, diese Art des Sprechverkehrs sei aus dem Telefonverkehr am weitesten verbreitet und somit am problemlosesten durch die Patienten zu handhaben, auch bleibe, so sagt man, die Intimsphäre bei dieser Art von Kommunikation am besten gewahrt und die Verfechter der Wechselsprechtheorie, insbesondere der Installation von Lautsprechern einmal pro Zimmer, führen hygienische Gründe ins Feld, da der Mikrofon-Lautsprecher von keinem Patienten berührt werde.

Immerhin sollen diese aufgepfropften Sprechverbindungen das Pflegepersonal insoweit entlasten, als die zusätzlichen Wege zum Erfragen des Patientenwunsches vermieden werden.

Unabhängig ob reine Lichtrufanlage oder Lichtrufsprechanlage werden nachts bestimmte Pflegebereiche zusammengeschaltet und durch eine stark reduzierte Anzahl an Personal betreut.

Patientenrufe werden grundsätzlich nicht nur an den dafür vorgesehenen Zentralen oder Bedienungsstationen, sondern wenn das Pflegepersonal entsprechende Vorkehrungen getroffen hat, innerhalb des gesamten Pflegebereichs wahrgenommen. Das gilt auch für die Nachbarbereiche, wenn diese eben während des Nachtbetriebes zusammengeschaltet sind.

Seit einigen Jahren gibt es mehr oder weniger starke Strömungen, vor allen Dingen in großen und mittelgroßen Häusern mit Licht-

sprechanlagen, alle Patientenrufe von einer Zentralstelle abzufragen und die daraus resultierenden Wünsche an das dezentral wirkende Pflegepersonal weiterzugeben. Anhänger dieser Einrichtungen führen ins Feld, daß Patientenrufe unmittelbar und schneller als sie von dem dezentralen Pflegepersonal abgefragt und wahrgenommen werden können durch eine stets einsatzbereite freundliche Stimme beantwortet werden, während bei der einfachen Lichtrufanlage als Quittung nur eine sogenannte Beruhigungslampe erscheine. Die Gegner dieser Theorie führen ins Feld, daß es sehr leicht zu inneren Spannungen unter dem Pflegepersonal kommen könne, da sich das Stationspersonal durch die Entgegennahme von Befehlen, die letztlich aus dem eigenen Bereich kommen, bevormundet fühlen könne. Ich selbst habe die Erfahrung gemacht, daß dies alles eine Frage der Persönlichkeiten ist. Die sogenannte Zentralistin muß eine überdurchschnittlich begabte Kraft sein mit intimsten Detailkenntnissen der Organisation des Krankenhauses selbst und mit entsprechendem Einfühlvermögen gegenüber Patienten und dem Pflegepersonal. Wenn eine solche Persönlichkeit möglichst in vierfacher Ausgabe, um Tag- und Nachtschicht sowie Urlaubs- und Krankheitsausfälle zu-überbrücken, vorhanden ist, kann eine Lichtrufsprechanlage mit Zentralabfrage hervorragend funktionieren.

Es gibt Tendenzen, Lichtrufsprechanlagen, wie Sicherheitsanlagen, im Sinne der VDE-Vorschriften, also mit ständig überwachten Leitungen, zu betreiben. Ich halte diese Entwicklung für ausgesprochen positiv, wenn sich auch in der Vergangenheit eigentlich nur wenige Fälle ergeben haben, in denen das Nichtfunktionieren der Kommunikationsmittel zu Unglücken geführt hat. Doch sind solche Fälle bekannt. Und so sollte man zur Gewissens-Entlastung der Planer, Errichter und Nutznießer von Lichtrufsprechanlagen den Schritt zur Sicherheitsanlage so schnell wie möglich vollziehen. Aus diesem Grund sollte es ganz besonders bei diesem Kommunikationsmittel Lichtrufsprechanlage auch vorläufig bei der drahtgebundenen Nachrichtenüber-

mittlung zumindest bis zur ersten Anlaufstelle innerhalb des Pflegebereiches bleiben und hier drahtlose Einrichtungen erst dann Anwendung finden, wenn eine gesicherte Nachrichtenübertragung auch auf drahtlosem Wege angeboten wird. Die Weitergabe von Patientenwünschen von einer Zentrale über drahtlose Anlagen an das periphere Pflegepersonal würde ich unter den heutigen Umständen aus diesem Grunde ablehnen.

Das Krankenzimmer

Die bisher erwähnten Lichtrufsprecheinrichtungen erhalten häufig Endstellen oder Anschlüsse für Terminals in den Krankenzimmern. Naturgemäß ist darauf zu achten, daß die einzelnen Anschlüsse möglichst sinnvoll miteinander verknüpft werden oder aber zu Funktionseinheiten zusammengefaßt werden. Das sogenannte Bettenbediengerät oder Patientenbediengerät, eine konstruktiv zusammengefaßte Ansammlung verschiedener Funktionseinheiten, die am Bett fest montiert werden und über eine Steckverbindung zum nächsten Frontanschluß geleitet werden, hat sich weitestgehend durchgesetzt. Solche Terminals bieten dann auch Anschlußmöglichkeit für Patientenüberwachungsgeräte, die in verschiedenen Bereichen auch heute noch außerhalb der Intensivstationen verwendet werden. An diese Geräte werden Patienten bei vorübergehender Labilität angeschlossen und auf ihren Gesundheitszustand laufend überwacht. Bei Über- oder Unterschreiten bestimmter Grenzwerte wird ein Alarm ausgelöst, der als sogenannter Notruf von der Lichtrufanlage übertragen wird. Bestimmte Anlagenkonzepte sehen hier für den eigentlichen Lichtruf auch zwei Tasten vor, so daß der Patient bereits vor Absetzen seines Rufes zu entscheiden hat, ob er eine examinierte oder eine Hilfsschwester ruft, die seine Wünsche erfüllen soll. Musikübertragung in mehreren voneinander getrennten Programmen und ihre Auswahl sowie die Tonübertragung des Fernsehprogramms erfolgt ebenfalls über dieses Terminal.

Bei Überlagerung der Lichtrufanlage mit einer Zimmer-Wechselsprechanlage enthält jedes Patientenzimmer einen Mikrofonlautsprecher mit einer Lampe, deren Aufleuchten die Aufforderung zum Sprechen enthält.

An der Eingangstür zum Patientenzimmer befindet sich in der Regel eine Abstelltaste für die Lichtrufanlage aus optischen Gründen meistens mit Geräten der Niederspannungstechnik unter einer gemeinsamen Deckplatte kombiniert. Die Abstelltaste dient zum Abstellen von Patientenrufen, Anwesenheitsmarkierung für das Pflegepersonal und gleichzeitige Vorbereitung der Rufnachsendung.

In steigendem Maße werden Raum- und Lesebeleuchtung, Zuleitungen für Gas, Druckluft, Niederspannung und Kommunikation in sogenannten Installationskanälen miteinander verquickt. Für die Kommunikationsanlagen bedeutet das, daß deren Zuleitungen in diesen sehr sinnvollen Installationseinrichtungen mit verlegt werden, jedoch streng getrennt von anderen Installationsleitungen. Das gilt besonders auch für die Steckverbindungen der Niederspannungstechnik. Da diese Installationskanäle oft die Leseleuchten für die einzelnen Betten enthalten, führt eine vorübergehende Überbelegung einzelner Patientenzimmer, bei diesen starren Installationen teilweise zu Schwierigkeiten.

Automatische Brandmelder für die einzelnen Patientenzimmer setzen sich mehr und mehr durch, über die Installationen zentralgesteuerter Nebenuhren in den Patientenzimmern ist man sehr unterschiedlicher Auffassung. Doch davon später!

Telefonanlage

Das Telefon, im normalen Leben unser beliebtestes Kommunikationsmittel, hat im internen Krankenhausbetrieb nur im Organisations- und Verwaltungsbereich seine Bedeutung. Meinungen darüber, ob Patienten unmittelbar in die öffentliche Fernsprechkommunikation mit einbezogen werden sollten, gehen sehr

weit auseinander. Die Fürsprecher führen ins Feld, daß der unmittelbare Kontakt mit der Außenwelt enorm heilsam sei, die Gegner behaupten die Abgeschlossenheit, die Ruhe, die als besondere Voraussetzung für den Heilprozeß gelte, werde durch das Aufschrillen eines Telefonapparates unterbrochen und das Hineintragen von Sorgen aus dem Tagesgeschehen wirke sich störend aus und unterbreche die klinische Ruhe, die als besonders fördernd für die Heilung anzusehen sei. Im internen Bereich dient die Telefonanlage der Abwicklung des üblichen Kommunikationsverkehrs. Fernsprechteilnehmer, die durch Abwesenheit von ihrem üblichen Arbeitsplatz vorübergehend nicht erreicht werden können, können dann problemlos in den Fernsprechverkehr eingebunden werden, wenn die Telefonanlage mit einer drahtlosen Personenrufanlage gekoppelt ist. Manche Fernsprechanlagen sind bereits so konzipiert, daß sie dann, wenn nach mehrmaligem Rufen eine Sprechverbindung nicht zustande gekommen ist, sie automatisch auf die drahtlose Personenrufanlage umschalten und der gewünschte Teilnehmer über den Selektivempfänger das Rufsignal erhält. Je nach Komfortstufe kann er dann nach Drücken einer Taste automatisch mit dem ihn suchenden Fernsprechteilnehmer in Gesprächsverbindung treten oder aber es gilt das Rufsignal des Selektivrufempfängers automatisch als verabredete Aufforderung, unmittelbar den nächsten Fernsprechapparat aufzusuchen und von dort aus Verbindung zum rufenden Fernsprechteilnehmer aufzunehmen.

Da Telefoneinrichtungen durch ihre sehr weite Verbreitung den häufigsten Anlaß zum Mißbrauch geben, empfiehlt sich, vor allen Dingen bei größeren Organisationseinheiten grundsätzlich eine generelle Gebührenerfassung. Bestimmte Stationen, die lediglich für eine hausinterne Kommunikation infrage kommen, erhalten eine Fernwahlsperre, mit der das Eintreten in das öffentliche Netz verhindert wird und Gesprächsverbindungen auf den unmittelbaren Hausbereich beschränkt bleiben.

Für besonders häufig wiederkehrende Verbindungen erhalten bevorzugte Personen Kurzwahleinrichtungen bzw. Namentaster, die nach Drücken einer einzigen Taste bereits die gewünschte Sprechverbindung zustande bringen.

Im Gegensatz zu früherer Auffassung kann man heute einem Patienten kaum noch die Benutzung eines öffentlichen Fernsprechapparates von seinem Patientenzimmer aus verwehren, jedoch stellt man sicher, daß von diesen Apparaten aus Sprechverbindungen nur in das öffentliche und nicht in das Hausnetz zustande kommen können, um Überlastungen des hausinternen Netzes, Störungen durch Fehlverbindungen und vor allen Dingen Mißbrauch der Anlage zu vermeiden. Zur Entlastung der Zentrale von stereotypen ständig wiederkehrenden Auskünften gewinnen Tonbandansageeinrichtungen, wie sie auch die Deutsche Bundespost betreibt, mehr und mehr an Beliebtheit und für den internen Gebrauch bieten sich Telefondiktierereinrichtungen an, die es ermöglichen, kurze Notizen, Briefe u.dgl. vom Telefonapparat unmittelbar in ein dafür vorgesehenes Schreibzimmer zu diktieren. Es ist dann wiederum Geschmacksache, ob derartige Informationen an der Endstelle per Stenogramm aufgezeichnet oder von einem Recorder automatisch aufgenommen werden.

Wechselsprechanlage

Die Wechselsprechanlagen, gekennzeichnet durch das wahlweise Durchschalten der einen oder anderen Gesprächsrichtung über eine Zweidrahtverbindung, dient zum Austausch kürzerer Informationen in begrenzten Bereichen. Eine längere Unterhaltung über eine Wechselsprechanlage zu führen ist unbequem, weil die Gesprächsrichtung meistens von Hand gesteuert wird. Anlagen, bei denen der jeweilige Schalldruck, der im Mikrofon letztlich in elektrische Energie umgewandelt wird, dazu benutzt wird, die Gesprächsrichtung zu steuern, haben sich eigentlich nicht durchgesetzt.

Man benutzt Wechselsprechanlagen somit für kurze Rückfragen und Benachrichtigungen, wobei sowohl Einzelverbindungen als auch Mehrfachverbindungen und somit die Mitteilungsweitergabe an mehrere Adressen leichtfertig möglich ist. Der Vorteil dieser Einrichtungen besteht eindeutig darin, daß die Gesprächsverbindung

durch einfachen Tastendruck und nicht durch das Eingeben mehrstelliger Adressen zustande kommt.

Sicherungs- und Überwachungseinrichtungen

Sicherungs- und Überwachungseinrichtungen dienen einerseits der Sicherung von Leben und Sachwerten, zum anderen der ständigen Überwachung von Betriebszuständen der technischen Einrichtungen eines Krankenhauses. Die sicherungstechnischen Einrichtungen sind z.B. Brandmeldeanlage, Einbruchsicherungsanlagen. Mit dem zentralen Überwachungssystem werden unregelmäßige Zustände im ganzen Haus, wie beispielsweise an der Klimaanlage, an Heizungseinrichtungen, in Aufzugsanlagen u.dgl. mehr zu einer Zentralstelle signalisiert.

Brandmeldeanlagen

Der automatische Branderkennung wird heute durch die Installation automatischer Brandschutzeinrichtungen weit mehr Raum gegeben als das vor etwa 30 Jahren noch der Fall war. Hier wirken sich einerseits neue Erkenntnisse der Brandschutzforschung aus, die z.B. aus der alten Feuermeldeanlage nach und nach die automatische Frühwarnanlage haben entstehen lassen, zum andern aber haben Brände in Krankenhäusern gezeigt, wie wichtig es gerade für bettlägerige hilflose Patienten ist, rechtzeitig aus der Gefahrenzone evakuiert zu werden.

Kernstück dieser Brandschutzanlagen sind Rauchmelder, die erste Rauchentwicklung eines Entstehungsbrandes bereits wahrnehmen und zu einer Zentrale signalisieren.

Automatisch wie die Branderkennung erfolgt die Alarmierung. Selbstverständlich eine stille Alarmierung des Personals und der Hilfskräfte, so daß jede Art von Panik vermieden wird. Gekoppelt mit einem mikroprozessorgesteuerten Einsatzleitsystem gibt die Brandschutzzentrale in Abhängigkeit von der einlaufenden

den Meldung alle die Informationen über einen Drucker heraus, die vorher unter dem Stichwort hinterlegt wurden. Diese Informationen umfassen sowohl die interne Alarmorganisation, regeln also den internen Ablauf von Rettungsmaßnahmen, stellen die Benachrichtigung des hier verantwortlichen Personenkreises sicher und dienen auch der öffentlichen Feuerwehr als Unterlage für die Planung des Einsatzes. Außerdem werden von der Brandschutzanlage fallweise für bestimmte Bereiche Steuervorgänge ausgelöst, wie z.B. das Abschalten von Energiezufuhr, das Schließen von Brandschutztüren, Öffnen von Rauchabzugsklappen und das Einschalten von Entlüftungsventilatoren. Dabei ist selbstverständlich, daß sowohl die Alarmleitungen als auch die Steuerleitungen ständig überwacht sind und jede Abweichung vom Normalzustand automatisch zu einer Zentrale signalisiert wird.

Eine weitere Sicherungsanlage dient dem Schutz vor unberechtigtem Eindringen in bestimmte besonders gesicherte Bereiche. Das gilt einmal für den Bereich der Datenverarbeitung, das gilt im betriebsfreien Zustand für die technischen Bereiche und den Laborbetrieb und in großen Kliniken grundsätzlich für alle die Abschnitte, die zu bestimmten Zeiten nicht von Personen begangen werden.

Die Palette der Sicherungsmöglichkeiten reicht von der einfachen Kontaktsicherung über den Vibrationsschalter, z.B. zur Fenstersicherung, bis hin zum Perimeterschutz, der also die äußerste Peripherie jenseits der Außenhaut des Gebäudes bereits überwacht. Für den Krankenhausbereich kommt hier in erster Linie die Tür- und Fenstersicherung infrage, die in der betriebsruhigen Zeit eingeschaltet wird. Während der Arbeitszeit beschränkt man sich auf die reine Zugangskontrolle, wobei mit Hilfe von kodierten Ausweisen das zugangsberechtigte Personal vom nichtberechtigten Personal selektiert wird. Auch hier gibt es unterschiedliche Komfortstufen. Im einen Fall wird mit Hilfe eines Ausweises lediglich eine Tür geöffnet, bei komfortableren Anlagen wird darüber hinaus der unberechtigte Versuch, sich Zu-

gang zu verschaffen, registriert und der zu dem Versuch mißbrauchte Ausweis gesperrt. Die Überwachungsmöglichkeiten gehen soweit, daß beispielsweise auch das längere Offenstehen einer Tür über einen Zeitraum, der zwei Menschen das Betreten eines geschützten Bereichs ermöglicht hätte, signalisiert wird. Außenhaut und Perimeterschutz dürften eigentlich nur für geschlossene Bereiche angebracht sein, also für Krankbereiche für Straf- und Untersuchungsgefangene oder allenfalls für geistig Behinderte.

Überwachungseinrichtungen

Wie im Vorspann bereits gesagt, dienen diese Überwachungseinrichtungen dazu, technische Systeme auf ihre volle Funktionsfähigkeit hin zu überwachen. Überschreitungen bestimmter Grenzwerte zum Positiven oder Negativen hin führen automatisch zu einem Alarm, der entweder als Sammelalarm oder differenziert zu einer Zentrale weitergegeben werden kann, von wo aus Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Diese Anlagen sind, soweit es die Zentrale, ihre Stromversorgung und ihre Überwachung betrifft, im wesentlichen aufgebaut wie Brandmeldeanlagen, wobei in kleinsten Systemen unter Umständen auf die ständige Überwachung der Leitungssysteme verzichtet wird. Ähnlich wie bei den Lichtrufanlagen besteht jedoch eine gewisse Tendenz zu mehr Sicherheit, also auch hier zu einer ständigen Überwachung des gesamten Leitungsnetzes, um Wartungspersonal zu entlasten und Störungen automatisch gemeldet zu bekommen.

Zeitdienstanlage

Die letzte in der Reihe der hier angesprochenen Kommunikationsanlagen ist die zentrale Zeitdienstversorgung. Hier hat man für kleinere Einheiten eine einzelne, meistens quarzgesteuerte Hauptuhr, für größere Anlagen eine sogenannte Uhrenzentrale, die aus zwei Hauptuhren, entsprechenden Überwachungs- und Umschalteein-

richtungen besteht und Anschlußmöglichkeiten für eine Vielzahl von Uhrenlinien besitzt. Das System selbst ist sehr einfach aufgebaut. Über ein eigenes Leitungsnetz wird an eine oder mehrere sternförmig angelegte Uhrenlinien minutlich ein Impuls gegeben, der die daran angeschlossenen Uhren und Zeitdienstgeräte minutlich weiterschaltet. Der jeweilige Impuls ist für die Zeitdienstgeräte sowohl das Zeitnormal als auch die Stromversorgung. Die Nebenuhren enthalten einfache Magnetschaltwerke, mit deren Hilfe die Weiterschaltung des Zeigerwerkes bzw. druckenden Zeitdienstgeräten des Druckwerkes bewerkstelligt wird. Die Ausführung der einzelnen Nebenuhren im Gebäudebereich ist Geschmacksache und unterliegt weitestgehend der Entscheidung der planenden Architekten.

Patienten-Aufrufanlage

Krankenhäuser mit Ambulanzbereich, aber auch Häuser mit nur internem Dienstleistungsbetrieb brauchen trotz sorgfältiger Planung einen Warteraum für die zur Untersuchung anstehenden Patienten. Die Patientenaufrufanlage sorgt dafür, daß die Patienten in der Reihenfolge ihres Eintreffens behandelt werden.

Dieter Stinshoff, Ing.(grad.)
Siemens AG - Signaltechnik -
Hofmannstraße 51
8000 München 70

Besondere Ersatzstromversorgung - Anlagentechnik
von L. Scheibenberger, Erlangen

Für die sichere Versorgung eines Krankenhauses mit elektrischer Energie werden in der Regel drei verschiedene Netze aufgebaut, das EVU-, AEV- und BEV-Netz. Im Normalfall werden das AEV- und BEV-Netz vom EVU-Netz versorgt. Im Notfall werden beide Netze über von einander unabhängigen Ersatzstromversorgungen gespeist.

Es stehen hierfür dynamische-, rotierende- und statische Anlagensysteme zur Verfügung.

Die von der AEV zu versorgenden Geräte, Maschinen und Anlagen haben meist größere Anschlusswerte. ~~Es haben sich hier~~ für Diesel-Notstrom-Anlagen als besonders geeignet erwiesen. Das Leistungsangebot dieser Notstromerzeuger liegt derzeit bei ca. 5 MVA als größte Einzelleistung.

Erfahrungsgemäß liegt die Gesamtleistung bei Kliniken oft wesentlich über diesen Werten, so daß man zwangsläufig mehrere Aggregate einsetzen muß. Aber schon bei kleinen Leistungen ist es sinnvoll, diese Anlagen redundant aufzubauen und zentral anzuordnen. Verfügbarkeit und Sicherheit werden damit erhöht, ganz abgesehen von den Kosteneinsparungen für Kraftstofflagerung, Belüftung und Schalldämmung.

Überregionale Bestimmungen verhindern, daß der Gestaltung und Ausführung dieser Ersatzstromversorgungsanlagen völlig freier Lauf gelassen wird.

Für AEV-Netze gelten:

VDE 0108 "Bestimmungen für das Errichten und den Betrieb von Starkstromanlagen in Versammlungsstätten, Waren- und Geschäftshäusern, Hochhäusern, Beherbergungsstätten und Krankenhäusern".

Örtliche Bestimmungen und Verordnungen der Bauaufsichtsämter, Gewerbeämter und feuerpolizeiliche Vorschriften. Das ZVEI-Standardleistungsbuch ermöglicht durch gleiche Textvorlagen einen übersichtlichen Vergleich mehrerer Angebote, sowohl den ausschreibenden Dienststellen, als auch den Anbietern.

Für BEV-Netze gelten:

VDE 0107 "Bestimmungen für das Errichten und Prüfen von elektrischen Anlagen in medizinisch genutzten Räumen".
Örtliche Bestimmungen und Verordnungen der Bauaufsichtsämter, Gewerbeämter und feuerpolizeiliche Vorschriften.
Ein Standardleistungsbuch gibt es für BEV-Anlagen z.Zt. noch nicht.

Für den Ausschreibenden ist es daher nicht ganz einfach, unter mehreren BEV-Angeboten zu vergleichen.
In den folgenden Betrachtungen werden deshalb die Kriterien für den technischen Vergleich, den sicheren Betrieb und nicht zuletzt die Wirtschaftlichkeit behandelt.

Für die Versorgung des BEV-Netzes stehen uns die gleichen Anlagensysteme wie für das AEV-Netz zur Verfügung. Im Gegensatz zum AEV-Netz werden hier Anlagen mit verhältnismäßig kleinen Leistungen gebraucht, die meist dezentral aufgestellt werden.

Es werden vorwiegend statische Anlagen eingesetzt. Nicht zuletzt sind hierfür deren sicherer Betrieb, die umweltfreundlichen Eigenschaften, die Verschleißfreiheit und das hohe Maß an Wartungsfreiheit ausschlaggebend.

Die vorhandenen Bestimmungen, Verordnungen und Vorschriften - für die Art der Zuschaltung, die Höhe der Versorgungsspannung, die Zeit der Lastübernahme, die Art der Rückschaltung, Betriebsdauer, Ladedauer, Spannungs-, Frequenz- und Laständerungen sowie den Aufbau eines Schutzleitungssystems - geben den Rahmen für den Bau von BEV-Anlagen.

Wie diese Vorschriften heute, unter Beachtung größter Anlagensicherheit und Energieeinsparung erfüllt werden können, sei am Beispiel einer statischen BEV-Anlage im Baugruppensystem gezeigt.

Versorgungs-Baugruppe, Anschluß- und Überwachungs-Baugruppe, sowie die Transformatoren-Baugruppe stellen ein Anlagensystem dar, bei dem Geräte, Batterie und Transformatoren in der Zusammenarbeit optimiert sind. Ein solches Anlagensystem schafft auch klare Abgrenzung in der Verantwortlichkeit.

Versorgungs-Baugruppe

Diese Baugruppe beinhaltet Gleichrichter, Batterie, Wechselrichter und Umschalteinrichtung.

Der Gleichrichter ist thyristorisch geregelt und arbeitet nach einer IU-Kennlinie. Damit wird die Batterie-Ladung und -Ladungserhaltung besonders schonend durchgeführt.

Die Batterie ist ein wesentlicher Bestandteil der BEV-Anlage, deren Auswahl nach den Kriterien, wie Energieinhalt, Kapazitätsverhalten, Verfügbarkeit, Wartung und Kosten erfolgen sollte. Die Aufstellung der Batterie kann bei BEV-Anlagenleistungen bis 22 kVA kostensparend gelöst werden, wenn die Batterie in Schränke eingebaut und im BEV-Raum aufgestellt wird. Die Sicherheit der BEV-Anlage wird damit nicht eingeschränkt. Batterieschränke sind billiger als ein entsprechend ausgestatteter Batterieraum. Darüber hinaus führen die hierbei entfallenden Leitungsverluste zu Energie- und Kosteneinsparungen.

Der statische Wechselrichter für die BEV-Anlage ist in thyristorisch geregelter Ausführung einzusetzen. Er liefert einen verhältnismäßig hohen Stoßkurzschlußstrom über etwa 200-400 ms. Danach stellt sich der Dauerkurzschlußstrom ein. Dem Wechselrichter nachgeschaltete Schutzeinrichtungen müssen aus Sicherheitsgründen mit dem Stoßkurzschlußstrom abgeschaltet werden. Diese Eigenschaften fehlen dem transduktorsch gesteuerten Wechselrichter. Dieser liefert keinen Stoßkurzschlußstrom, sondern begrenzt auf den Dauerkurzschlußstrom. Damit können entsprechende Stromkreisautomaten nur über längere Zeiten, die in den Sekundenbereich gehen, abgeschaltet werden. Diese Art der Abschaltung, mit der man im geraden Teil der Stromzeitkennlinie der Schutzeinrichtung arbeitet, ist unsicher und sollte deshalb nicht angewendet werden.

Der Leistungsfaktorbereich von $\cos \varphi = 0,7$ ind. bis 0,8 kap.
- wobei die Batterie für Wechselrichter-Nennleistung bei

$\cos \varphi = 0,8$ ind. ausgelegt ist - hat sich als günstig erwiesen. Regionale Bestrebungen, den Leistungsfaktorbereich auf $\cos \varphi = 0,6$ ind. zu erweitern und die Batterie für Wechselrichter-Nennleistung bei $\cos \varphi = 1$ auszulegen, führen zu hohen Anlagen- und Betriebskosten, die im Zuge der allgemeinen Energie- und Kosteneinsparung nicht vertretbar sind.

Die Betriebsart der BEV-Anlage, Anlauf-, Mitlauf- und Dauerbetrieb bezieht sich auf die Auslegung des Gleichrichters und die Anschaltung des Wechselrichters. Alle drei Betriebsarten sind möglich, wobei sich der Mitlaufbetrieb mit Umschaltung auf Anlaufbetrieb als besonders geeignet erwiesen hat. Die jederzeit mögliche Wahl der beiden Betriebsarten, wie Mitlaufbetrieb mit Umschaltzeiten ≤ 150 ms und ständiger Bereitschaft zur Lastübernahme oder Anlaufbetrieb mit Umschaltzeiten ≤ 400 ms mit niedrigsten Leerlaufverlusten, geben dem Betreiber die Möglichkeit, die Anlage der geforderten Sicherheit optimal anzupassen.

Umschalteinrichtung und Spannungsüberwachung sind Bestandteile der BEV-Anlage bzw. des Wechselrichters. Jeder Versuch, diese Bauteile dezentral anzuordnen, erhöht nicht nur das Sicherheitsrisiko, sondern auch die Kosten.

Anschluß- und Überwachungs-Baugruppe

Diese Baugruppe beinhaltet die zur BEV-Anlage gehörenden Schalt-, Schutz- und Überwachungseinrichtungen. Zusätzliche Installationen werden damit überflüssig. Dies wirkt sich kostensparend aus.

Eingebaut sind die Eingangs-Sicherungen für den Gleichrichter, die Sicherungen für die Umgehung und für die Revisions- bzw. Handumgehungsschaltung.

Ein Revisions- bzw. Handumgehungsschalter mit Zylinderschloß und Meldeleuchte ermöglicht das Freischalten der Anlage.

Die Kapazitäts- und Funktionsprüfeinrichtung einschließlich Ansteuerung und Überwachung ermöglicht die vorgeschriebenen Kontrollen. Die Kapazitätsprüfung kann mittels Umkehrgleichrichter durchgeführt werden. Eine Kapazitäts- einschl. Funktionsprüfung ist mit fremdbelüfteten Konstantendraht-Widerständen oder mit einem Umkehrwechselrichter möglich. Unter der Voraussetzung, daß das zuständige EVU die Zustimmung für eine NetZRückspeisung erteilt, ist die Kapazitäts- und Funktionsprüfung über Umkehrwechselrichter die sicherste, sowie die energie- und kostensparendste.

An die eingebaute Lastüberwachung mit elektronischem Strommesser, die auch bei Normalbetrieb wirksam ist, können bis zu 20 Tableaus angeschlossen werden.

Die Funktionsüberwachung hat die Signale für die Betriebszustände "Netzbetrieb", "BEV-Ein", "Notbetrieb" und "Störung" über potentialfreie Kontakte zu erbringen.

Für die Versorgung der potentialfreien Seite wird eine 24 V Steuergleichspannung zur Verfügung gestellt. Die Spannungsquelle hierfür kann die sichere Schiene des Wechselrichters über Trenntrafo und Gleichrichter sein, oder die BEV-Batterie mit Spannungswandler oder eine getrennte Batterie mit Gleichrichter.

Verhältnismäßig hohe Sicherheit, bei noch vertretbarem Aufwand und Kosten, bringt die Versorgung über einen Spannungswandler der aus der BEV-Batterie gespeist wird.

Transformatoren-Baugruppe

Nach VDE 0107 ist für jeden Raum oder Raumgruppe ein Trenntransformator nach VDE 0550, Teil 1/12.69 § 2b)4. mit getrennten Wicklungen, verstärkter Isolierung aller Wicklungen gegeneinander, gegen den Kern- und gegen den Schirm, sowie eine statische Abschirmung zwischen der Eingangs- und Ausgangswicklung mit herausgeführtem isolierten Anschluß zur Verbindung mit dem Potentialausgleich oder dem Schutzleiter vorzusehen. Der symmetrische Anschluß einer Isolationsüber-

wachung sollte durch herausgeführten Mittelabgriff möglich sein. Die Nennspannung auf der Sekundärseite darf 220 V nicht überschreiten, bei Drehstrom auch nicht zwischen den Außenleitern.

Der Einbau dieser Trenntransformatoren im Schrank und eine Aufstellung in unmittelbarer Nähe des Wechselrichters ermöglicht einen kurzschlußfesten Sammelschienenanschluß. Es werden somit keine Schutzeinrichtungen erforderlich, die mit in die Selektivitätsberechnungen eingehen.

Außer den genannten Bestimmungen sind kleine Einschaltströme, kleine Kurzschlußspannungen und kleine Leerlaufströme wichtige Kriterien für den Trenntransformator.

Eine so optimierte BEV-Anlage wird der Forderung nach Energieeinsparung gerecht werden, ohne daß die Sicherheit darunter leidet.

Noch so gut gewartete AEV-Aggregate erreichen nicht die Sicherheit, die für BEV-berechtigte Verbraucher erforderlich ist.

Neben der "Allgemeinen Ersatzstromversorgung" gehört deshalb in jedes Krankenhaus eine "Besondere Ersatzstromversorgung".

L. Scheibenberger

Siemens AG - UB Energietechnik - Abtlg. E 483
Werner-von-Siemens-Straße 50

D-8520 Erlangen 2

Notstromversorgung - Handhabung
von O. Anna, Hannover

Seit Krankenhäuser einen Elektrizitätsanschluß haben, fürchten die Verantwortlichen, daß dieser Anschluß eines Tages unvorhergesehen ohne Strom ist. Diese Furcht steigt umsomehr, als nicht nur Licht und Heizung oder Küchenmaschinen mit elektrischem Strom betrieben werden, sondern zunehmend auch vitalerhaltende Einrichtungen, wie medizin-technische Geräte, Herz-Lungen-Maschinen, Operationsleuchten u.ä. Geräte. Ein Ausfall dieser Geräte würde den Patienten ggf. auf das schwerste schädigen, und so hat man sich sehr früh Gedanken darüber gemacht, wie dieser Unsicherheit abzuhelpen ist.

Das Instrumentarium einer solchen Versorgungssicherung ist gemäß moderner Technik vielfältig. Man kann eine ganze Reihe von Maßnahmen ergreifen, um eine solche Funktionssicherheit zu verbessern, und es gibt sehr interessante und wissenschaftlich fundierte Wege, solche Sicherheiten darzustellen und zu verbessern. Diese Möglichkeiten waren in den 30iger Jahren und nach dem Kriege noch nicht gegeben, und man hat eben in einfacher Weise, nach dem das Problem durchaus plausibel den Geldgebern vorzutragen war, einfach verfügt und nach Vorschrift festgelegt, daß jedes Krankenhaus, das solche Bedürfnisse hat, einen Notstromdiesel haben muß und daß dies nach VDE auch vorgeschrieben ist. Es ist sogar detailliert vorgeschrieben, wie oft die Probelaufe zu machen sind. Nicht vorgeschrieben ist bezeichnenderweise, wie stark dieser Diesel sein muß, und damit wären wir schon beim ersten Problem:

Die Frage, die sich heute stellt, lautet: "Verbessert denn eine solche Notstrom-Diesel-Anlage die Funktionssicherheit derart, daß diese Maßnahme einer wirtschaftlichen Überlegung standhält?". Letztlich ist doch zu bedenken, daß die Sicherheit der Stromversorgung, wie wir sie heute in den öffentlichen Netzen haben, ein überaus großes Potential darstellt. Demgegenüber mutet das Umsteigen auf ein Notstrom-Diesel-Aggregat an, wie wenn man bei schwerer See von einem Schlachtschiff auf ein Rettungsboot umsteigt. Zwar wird mit

dem Diesel - hoffentlich - monatlich ein Probelauf gemacht wird und daß das Personal insoweit einigermaßen vertraut ist; aber auch im Rettungsboot wird in regelmäßigen Abständen geübt, und es wird dabei nicht besser, so daß man sich ernsthaft fragen muß, wie hoch die Sicherheit ist, die tatsächlich im Notfall zur Verfügung steht? Dabei ist nicht nur das Anspringen des Diesels zu beachten, sondern auch ob der Diesel tatsächlich die Last übernimmt, ob die Prioritätenliste bis zum Ende abgefahren werden kann und ob im Falle mehrerer vorhandener Diesel die Synchronisation funktioniert. Ohne jedoch schon auf nähere Details einzugehen, die jeder Praktiker kennt, müssen wir feststellen, daß es heute durchaus Alternativen gibt, die Funktionssicherheit in ähnlichem Maße sicherzustellen, wie dies heute durch aufwendige Diesel-Aggregate möglich ist.

Im folgenden sollen einige Betrachtungen angestellt werden, die ausgehend von Forderungen, die der Betreiber des Krankenhauses zu stellen hat, die Notwendigkeiten aufzeigen, um dann zu einer Skala von Maßnahmen zu kommen, die je nach dem vorliegenden Fall richtig auszuwählen sind, wobei zunächst noch unberücksichtigt bleiben soll, daß heute noch Vorschriften bestehen, Notstrom-Dieselanlagen zu haben und Probe laufen zu lassen.

Notstromdiesel werden - wie der Name sagt - im Notfall benutzt, d.h. wenn die Einspeisung durch das Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen aus irgendeinem Grunde ausfällt. Dieser Grund kann darin liegen, daß z.B. das gesamte Netz zusammenbricht (black out), wie dies in den letzten Jahren spektakulär bekannt geworden ist oder daß ein Kabel irgendwo bei Baggararbeiten beschädigt worden ist und deswegen der daran hängende Verbraucher "Krankenhaus" temporär ohne Strom ist. Denkbar sind auch Fälle, daß ein Gewitter einen regionalen Stromzusammenbruch hervorruft, der dann nach einigen Sekunden durch eine Ringschaltung anderer Art durch das EVU wieder hergestellt wird. Alle diese sogenannten externen Stromausfälle haben gemeinsam, daß nach einer kurzen Zeit des Fehlens der Energieversorgung das gesamte Netz des Krankenhauses abge-

schaltet werden muß, da die Diesel die Stromversorgung übernehmen müssen. Das Netz muß abgeschaltet werden, da jederzeit eine Wiedereinschaltung erwartet werden muß, die sonst dem gesamten Netz, das desynchronisiert ist, schwersten Schaden zufügen würde. Die spätere Rückumschaltung muß mit angemessener Vorsicht erfolgen, so daß solche Schäden vermieden werden.

Darüberhinaus sind aber erfahrungsgemäß Stromausfälle in Krankenhäusern nicht selten auch dadurch bedingt, daß interne Schwierigkeiten im Netz auftreten. Solche Stromversorgungs-Schwierigkeiten sind dann oft regional im Krankenhaus, so daß nur einzelne Stockwerke oder Gebäude betroffen werden. Trotzdem sind sie zu fürchten, denn es muß damit gerechnet werden, daß vital interessante Bauteile, wie beispielsweise der Operationstrakt und die Intensivstationen davon betroffen sind. Solche Stromausfälle können vielerlei Ursachen haben, beginnend bei internen Schaltschwierigkeiten bis hin zu Wartungs- und Umbaumaßnahmen oder auch, daß intern ein Kabel bei irgendeiner Reparaturarbeit beschädigt wird. Sie können aber mit zunehmender Fernsteuerung dadurch entstehen, daß Fehlschaltungen im Fernschalt-Informationsnetz zustande kommen oder dadurch, daß der Computer schlicht falsch programmiert ist.

Die Ausgangssituation stellt sich also wie folgt dar: Neben einer aus heutiger, technischer Sicht sehr zuverlässigen Versorgung durch die äußeren Netze sind zusätzlich Schwierigkeiten durch Probleme der inneren Installation gegeben, wobei die Alternative des Einschaltens eines Notstromdiesels wegen des Ausfalles der internen Verteilungsmöglichkeiten in der Regel nicht mehr gegeben ist.

Wie wir sehen, verschiebt sich hier der Schwerpunkt auf die Problematik der inneren Sicherheit der Krankenhausversorgung, so daß die alternative Außen- und Diesel-Versorgung eigentlich in den Hintergrund tritt. Solche Probleme lassen sich dadurch eingrenzen, daß qualifiziertes Personal immer wieder geübt wird, solche Situationen zu beherrschen, wobei die Schwierigkeit besteht, daß dies bei laufendem Betrieb gesche-

hen muß und eine Fehlschaltung auch nur im Übungsfall zusätzliche Risiken in sich birgt und das Netz schwer beschädigen kann.

Es hat nicht an Untersuchungen gefehlt, Netzmodelle zu schaffen, die dann entweder in einer spielerischen Modell-Ausführung oder als Computer-Simulation ein gewisses Training ermöglichen, ohne daß die Netzsituation realistisch dargestellt werden kann, da die Möglichkeiten eines Programms in der Regel nicht ausreichen, um alle Schwierigkeiten in einem solchen Netz zu realisieren, zumal der psychologische Stress eines realen Notfalls fehlt.

Darüberhinaus gibt es in der Zuverlässigkeitskette der elektrischen Versorgung durchaus auch Möglichkeiten, die Grenze zwischen Technik und Medizin zu überschreiten. Nach jahrelanger Erfahrung des Vortragenden hat sich gezeigt, daß bei vielen Stromausfällen in dem Bereich der MHH nie vitale Patientenprobleme aufgetreten sind. Dies führt zu der Ansicht, daß der medizinische Bereich - Ärzte und Pflegepersonal - durchaus über Alternativmöglichkeiten verfügen, beim Stromausfall die Patienten vor größeren Schäden zu bewahren, so daß ernsthaft die Frage gestellt werden muß, ob diese Furcht vor dem Stromausfall nicht übertrieben ist und durch Notmaßnahmen auf der medizinischen Seite kompensiert werden kann? Tatsächlich wurde bei einer Analyse festgestellt, daß alle Geräte der Intensivbereiche - mit Ausnahme der Überwachungsgeräte - auch von Hand betrieben werden können, z.B. Herz-Lungen-Maschinen oder Beatmungsgeräte. Echte Ausfälle gab es nur in dem Bereich der Diagnostik und Überwachung, so daß lediglich vitale Meßdaten temporär nicht aufgezeichnet, übertragen und abgespeichert werden konnten. Jedoch zeigt sich auch hier, daß die Ärzte durchaus über einfachere Möglichkeiten verfügen, den Zustand des Patienten abzuschätzen.

Aus technischer Sicht ist noch die Möglichkeit gegeben, eine zweite Einspeisung für das Krankenhaus vorzusehen, wobei die Kabelwege unterschiedlich sein und verschiedene Hochspannungsstationen benutzt werden sollten. Dies läßt sich insbesondere bei innerstädtischen Krankenhäusern ohne weiteres

durchführen. Es wird nur problematisch und teuer bei Krankenhäusern, die außerhalb liegen und an einem langen Kabelstrang versorgt werden müssen.

Dieses sind nun die Voraussetzungen für einen generell sicheren Betrieb: Neben einer sauberen Planung des Krankenhauses, bei der alle nötigen Einrichtungen berücksichtigt werden, ist es einfach eine Frage der Betriebserfahrung, ob der Notfall sicher beherrscht wird oder nicht, und dazu gehören die monatlichen Probeläufe mit halber Last gemäß den VDE-Vorschriften. Hier fangen die Probleme an. Bei einer Notstromleistung von 6,3 MVA ist es ein schwieriges, technisches Problem, das System mit einer halben Leistung von 3,15 MVA zu belasten. Belastungswiderstände, wie man das bei einigen 100 KW noch machen kann, sind hier nicht realistisch. Die einfachste Möglichkeit wäre, die Anlagen auf das Städtetz als Generator zu betreiben. Dieses ist uns in der MHH per Vertrag jedoch verboten, so daß wir nach 8 Jahren Betriebszeit noch immer keine Möglichkeit haben, die VDE-Vorschrift in diesem Punkt zu erfüllen. Viele Vorstöße führten immer wieder an die Mauer der Vertragssituation, daß nicht auf das Netz gefahren werden dürfe. Andererseits weigern sich die vorgesetzten Baubehörden, uns Ausweichschaltungen zu installieren, die etwa die Hälfte der Hochschule als Belastungen ermöglicht hätten. Erst nach 7 Jahren wurde eine Notschaltmöglichkeit installiert, die eine halbwegs vernünftige Belastung der Generatoren erlaubt.

Die zweite Frage ist, welche Leistungen im Notstromfall überhaupt gefordert werden. Diese sogenannte fiktive Notstromleistung schwankt ja in jedem Augenblick, und es wäre in einfacher Weise möglich, diese zu messen, indem das normalerweise vom Städtetz versorgte Dieselnotnetz über Leistungsmesser angeschlossen wird. Dies gibt jedoch auch kein realistisches Bild wieder, da wir davon ausgehen, daß im Notstromfall wirklich nur die notwendigen Geräte betrieben werden. Darüberhinaus werden gewisse Verbraucher durch den kurzzeitigen Stromausfall während des Anlaufes der Diesel motorisch stehen bleiben und dann Anfahrströme abfordern. Insofern ist

diese Belastung nur durch einen Übungs-black out zu erfahren und hier auch nur durch eine sorgfältige Beobachtung und Wahl des Augenblickes. Generelle und präzise Angaben können jedoch nicht gemacht werden, da nicht bekannt ist, wann und wo der Notfall eintritt. Dazu kommt, daß die Diesel-Aggregate durch Hilfs-Aggregate belastet werden, wie z.B. die eigene Kühlung.

Wir fürchten z.B. bei einem black out, daß nach einer gewissen Zeit die Kühlung ausfallen wird und daß darüberhinaus lebenswichtige andere Systeme, die elektrisch betrieben sind, wie z.B. Druckerhöhungspumpen, Druckluftherzeugungsanlagen u.ä. ausfallen werden, so daß letztlich die Zurverfügungstellung der elektrischen Leistung auch nicht die Notlage wesentlich verbessert, d.h. das Krankenhaus sowieso funktionsunfähig ist.

Diese Erfahrungen sollten an sich Anlaß sein, die elektrischen Anlagen der Notstromversorgung laufend zu verbessern und den Betriebserfahrungen anzupassen, was allerdings ein sehr dornenvoller Weg über die geldgebenden Behörden ist. Es ist uns bis heute nicht gelungen, unsere jahrelangen Betriebserfahrungen einzubringen, zumal unsere computergesteuerte Leitwarte technisch nicht mehr dem neuesten Stand entspricht.

Nach dieser relativ pessimistischen Darstellung erlauben Sie mir hier, daß ich einige Betriebserfahrungen über die Statistik an der MHH vortrage:

Bei einer 10 KV Grundstromversorgung, die in mehreren Unterstationen verteilt wird, haben wir ein sehr ausgedehntes Hochspannungsnetz mit hohen Sicherheitsanforderungen. Wir besitzen eine zweite Einspeisung, die über verschiedene Kabelwege, jedoch zu einem gemeinsamen Hochspannungstransformator führt, und wir besitzen, wie schon angeführt, drei Diesel-Aggregate unterschiedlicher Größe mit zusammen 6,3 MVA. Unsere Spitzenleistung ist etwa 11 MVA zur Mittagszeit, die installierte Leistung liegt bei ungefähr 40 MVA. Wir hatten in den Jahren seit der Inbetriebnahme 1972 etwa 8 größere Stromausfälle, wovon nur zwei durch externen Stromausfall bedingt waren. Einer davon war während eines Gewitters (ein Blitz schlug in die

sogenannte Reichs-Sammel-Schiene 110000 V der Stadtwerke Hannover, der ganze Stadtteile für eine Stunde lahmlegte). Diesen Notstromfall, der wegen des Wetters unvorhersehbar war, haben wir mit Glanz bestanden. Die Diesel liefen an und übernahmen auch die Last. Einen zweiten Stromausfall durch externen Ausfall haben wir nicht so bravorös meistern können. Ein Bagger hatte ein Kabel ausgebaggert, und damit war die Stromversorgung durch Störungen der Transformator-Station für uns zwei Stunden lang nicht möglich. Es gelang nicht, die Diesel in Betrieb zu nehmen. Nachteilige Folgen für das Krankenhaus entstanden nicht, wie die kurz nach dem Wiedereinschalten zusammengerufene Klinik-Direktoren-Konferenz ergab.

Interne Schwierigkeiten mit unserem Schaltnetz ergaben sich mannigfach, insbesondere in der Anfangszeit, als noch an dem Netz gebaut wurde. Es gab mehrere Unfälle, bei denen auch Menschen zu Tode kamen (Hochspannungs-Schaltmeister), die unter Nichtbeachtung entsprechender Vorsichtsmaßnahmen gearbeitet hatten, ferner beim Einbau einer zusätzlichen Meßeinrichtung, als der Spannungswandler nach 15. Min. Einschaltzeit explodierte und die ganze Hochspannungszelle ruinierte. Hier war bezeichnenderweise nicht primär der Ausfall der Starkstromleitung für die Schwierigkeiten maßgebend, sondern die im gleichen Kanal verlaufenden Signalleitungen wurden beschädigt, so daß über eine gewisse Zeit keine Möglichkeit bestand, alternative Schaltungen vorzunehmen. In allen Fällen haben uns die Stadtwerke Hannover in vorbildlicher Weise unterstützt und alles unternommen, um uns entsprechend der hohen Priorität der MHH die Stromversorgung kurzfristig wieder zu sichern.

Nun ist die Notstromversorgung eines so großen Krankenhauses, wie wir es hier haben, nicht auf die Notstromdiesel beschränkt. Daneben haben wir mehrere hierarchische Systeme nach den verschiedenen VDE-Vorschriften, wie Batteriesysteme und ein Schwungrad-Diesel, die uns geringere Schwierigkeiten bereitet haben. Aber auch dort hat es schon Probleme gegeben, z.B. bei einem Stromausfall, als das Anzeige- und Regel-Gerät für den

Betriebsdruck hakte, keinen Oeldruck an das System zurückmeldete und der Diesel stoppte, obwohl er nicht defekt war.

Welche Forderungen sind nun aus diesen Betriebserfahrungen zu ziehen:

1. Aus heutiger technischer Sicht ist nicht ohne weiteres die Anschaffung von großen Diesel-Aggregaten die wirtschaftliche Lösung für eine Verbesserung der Funktionssicherheit der Stromversorgung.
2. Gar keine Möglichkeit bringen Notstrom-Diesel, wenn die Schwierigkeiten im internen Netz vorliegen. Deswegen sollte dieser Frage besondere Aufmerksamkeit gewidmet und sichergestellt werden, daß Alternativ-Schaltungen möglich sind, das Personal trainiert ist und daß das Netz tatsächlich risikofrei zu schalten ist.
3. Aus Gründen der immer wieder vorkommenden Schaltschäden in den Zentralen heißt hier die vordringliche Forderung, Signal- und Leistungskabel getrennt zu verlegen.

Aus diesem Beitrag kann geschlossen werden, daß die heutige Vorschriftenlage den tatsächlichen Gegebenheiten bei weitem nicht mehr entspricht. Notstromversorgung wirtschaftlich zu gestalten ist eine Frage der Systemanalyse im Einzelfall und kann nicht generell durch die Installation von großen Notstrom-Dieseln gelöst werden.

Anschrift des Verfassers:

Prof.Dr.-Ing.Otto ANNA
Medizinische Hochschule Hannover
Abt. Biomedizinische Technik sp.
Krankenhaustechnik
Karl-Wiechert-Allee 9
Postfach 610 180
3000 Hannover 61

Energieeinsparung im Krankenhaus

- Bauphysikalische Maßnahmen bei Alt- und Neubauten -

von R. Jenisch

Energieeinsparen beim Heizen heißt in erster Linie, den Wärmeschutz der Bauteile der Gebäudenülle zu verbessern. Das Anforderungsniveau ist in der Wärmeschutzverordnung festgelegt.

Die in der DIN 4108 - Wärmeschutz im Hochbau - vorgeschriebenen Mindestwerte des Wärmedurchlaßwiderstandes der Bauteile resultieren aus Behaglichkeits- und Hygieneanforderungen. Sie sind unabhängig von der Wärmeschutzverordnung einzuhalten.

1. Der Wärmeschutz der Bauteile.

Der Wärmeschutz eines Gebäudes wird vor allem durch die Wärmedämmung des Daches, der Kellerdecke, der Außenwände und der Fenster bestimmt (1). Bei Neubauten sind alle 4 Bauteile von Bedeutung. Die Verbesserung des Wärmeschutzes bei Altbauten betrifft normalerweise nur die Außenwände und Fenster.

Bei Dächern und Decken mit schwimmendem Estrich ist es in der Regel kein Problem, einen guten Wärmeschutz zu erreichen. Die Wärmedämmung kann ohne großen Aufwand durch die Erhöhung der Dicke der Dämmschicht in weiten Grenzen gesteigert werden. Die Mehrkosten entstehen vornehmlich aus dem Mehraufwand an Dämmstoff. Bei den Außenwänden und Fenstern ist der Vorgang nicht so einfach.

1.1 Wärmeschutz der Außenwände.

Die "klassischen" Außenwandkonstruktionen (Wände aus Mauersteinen verschiedener Art) genügen in den üblichen Dicken (240 mm und 300 mm) gerade den Mindestwerten des Wärmeschutzes nach DIN 4108 oder überschreiten diese nur wenig. Lediglich Mauerwerkswände aus Stoffen geringer Wärmeleitfähigkeit können bei Wanddicken von 300 mm etwa das Doppelte der Mindestwärmedämmung erbringen (Tabelle 1).

1.2 Wärmeschutz der Fenster.

Der Wärmeschutz der Fenster ist komplexer als der der nicht-transparenten Bauteile und läßt sich rechnerisch nicht ermitteln. Er ergibt sich aus dem Transmissionswärmeverlust und dem Lüftungswärmeverlust. Der Transmissionswärmeverlust wird hauptsächlich durch die Art der Verglasung (Mehrfach-, Isolier-, Wärmeschutzverglasung) bestimmt. Die Wärmeverluste durch die Verglasung setzen sich aus Leitungs-, Konvektions- und Wärmestrahlungsverlusten zusammen. Art des Rahmens (Holz, Metall ohne und mit zusätzlichen Dämmschichten) und Flächenanteile des Rahmens sind von sekundärer Bedeutung. Die Lüftungswärmeverluste sind eine Folge der Luft- bzw. Fugendurchlässigkeit der Fensterfugen. Die Fugendurchlässigkeit kennzeichnet den über die Fugen zwischen Flügel und Blendrahmen stattfindenden Luftaustausch, der durch eine am Fenster vorhandene Luftdruckdifferenz verursacht wird. Die Qualität des Fensters bezüglich der Luftdurchlässigkeit wird durch den Fugendurchlaßkoeffizienten a gekennzeichnet.

2. Verbesserung des Wärmeschutzes - bauphysikalische Probleme.

2.1 Verbesserung des Wärmeschutzes der Außenwände.

Soll die Außenwand den Mindestwert des Wärmedurchlaßwiderstandes nach DIN 4108 deutlich überschreiten, so müssen Zusatzmaßnahmen ergriffen werden.

2.1.1 Einschaliges Mauerwerk.

In den letzten Jahren wurden von der Industrie Leichtmauermörtel entwickelt, die eine Verbesserung des Wärmeschutzes gemauerter Außenwände ermöglichen. Die Wärmeleitfähigkeit des mit Normmörtel gemauerten Steinmaterials wird bei der Verwendung von Leichtmauermörtel um das "Verbesserungsmaß" $\Delta\lambda$ reduziert. Der Zulassungswert $\Delta\lambda = 0,06 \text{ W/(mK)}$ des Leichtmauermörtels wurde am 5.8.1978 im Bundesanzeiger veröffentlicht. Der unter Verwendung des Verbesserungsmaßes $\Delta\lambda$ errechnete Wert für das Mauerwerk mit Leichtmörtel darf jedoch den Wert der Wärmeleitfähigkeit für großformatige Bau-

teile aus vergleichbaren Baustoffen gleicher Rohdichte nicht unterschreiten. In der Tabelle 2 sind die Wärmedurchlaßwiderstände und Wärmedurchgangskoeffizienten von 300 mm dicken Mauerwerkswänden verschiedener Stoffe, die mit Leichtmauermörtel gemauert werden, zusammengestellt.

Der normale Außenputz besitzt eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit. Durch leichte Zuschlagstoffe kann diese verringert werden. Da die wärmedämmenden Putze zur Zeit noch nicht genormt sind, bedürfen sie einer bauaufsichtlichen Zulassung durch das Institut für Bautechnik, Berlin. Die Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit liegen in der Regel bei etwa $0,1 \text{ W/(mK)}$. Bei der Annahme einer Schichtdicke des Putzes von 50 mm wird der Wärmedurchlaßwiderstand des Putzes einen Wert von etwa $0,50 \text{ m}^2\text{k/W}$ aufweisen.

Bei Gebäuden, deren Außenwände einen verhältnismäßig kleinen Wärmedurchlaßwiderstand aufweisen - z.B. Altbauten -, kann der wärmedämmende Außenputz eine spürbare Verbesserung bringen. Bei Wänden nach den Tabellen 1 und 2, die sowieso einen relativ großen Wärmedurchlaßwiderstand aufweisen, sind bei der Entscheidung für einen wärmedämmenden Putz Wirtschaftlichkeitsfragen ausschlaggebend.

2.1.2 Zweischaliges Mauerwerk mit Luftschicht nach DIN 1053.

Bei einem zweischaligen Mauerwerk mit Luftschicht nach DIN 1053 ist es zulässig, eine Wärmedämmschicht im Hohlraum zusätzlich unterzubringen. Dabei darf der lichte Abstand der Mauerwerksschalen 120 mm nicht überschreiten und die verbleibende Luftschicht muß noch mindestens 40 mm dick sein. Es kann demzufolge eine Wärmedämmschicht bis zu 80 mm Dicke im Hohlraum untergebracht werden. Bei einer vollen Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Dicke für die Wärmedämmschicht (80 mm) kann ein Wärmedurchlaßwiderstand von rd. $\frac{1}{\lambda} = 2,6 \text{ m}^2\text{K/W}$ erreicht werden, also wesentlich mehr als beim einschaligen Mauerwerk. Aus bauphysikalischer Sicht gesehen zählt diese Konstruktion zu den optimalen Lösungen; sie ist jedoch finanziell sehr aufwendig.

2.1.3 Einschalige Außenwände mit zusätzlicher Wärmedämmschicht.

Soll der Wärmeschutz von einschaligen Außenwänden wesentlich besser sein als die in DIN 4108 geforderten Werte, so müssen die Wandschalen mit zusätzlichen Wärmedämmschichten kombiniert werden, die sowohl außenseitig als auch raumseitig angebracht werden können. Für den Wärmedurchlaßwiderstand des geschichteten Bauteils spielt die Schichtenfolge keine Rolle, da der Wärmedurchlaßwiderstand sich aus der Summe der Teilwiderstände ergibt. Die Lage der Dämmschicht - raum- oder außenseitig - wirkt sich jedoch bei anderen, bauphysikalisch wichtigen Vorgängen aus. Dies sind: klimabedingter Feuchteschutz (Regenschutz, Kondensation im Innern der Bauteile infolge von Wasserdampfdiffusion), Vermeidung von Wärmebrücken, Schallschutz (Erhöhung der Schall-Längsleitung)! Hierzu kommt noch die thermische Beanspruchung von Bauteilen (Wärmebewegungen bei sich ändernden Außentemperaturen).

Wärmebrücken, die durch das Einbinden von Trennwänden und Decken in Außenwänden entstehen können, werden durch außenseitig angebrachte Wärmedämmschichten weitgehend oder ganz unwirksam gemacht (Bild 1). Die raumseitige Dämmschicht hat zur Folge, daß die Oberflächentemperatur an der Deckenunterseite im Bereich des Deckenaufagers abgesenkt wird. Die Folge sind häufig Feuchtigkeitsschäden (3). Maßnahmen zur Verhinderung derartiger Wärmebrücken sind sehr aufwendig und kommen deshalb selten zur Ausführung. Sie bestehen darin, daß an der Unterseite der Decken und an den Oberflächen der eingebundenen Trennwände Wärmedämmschichten angebracht werden.

Unter Winterverhältnissen ist in beheizten Räumen in der Regel ein höherer Partialdruck des Wasserdampfes anzunehmen als im Freien. Infolge des dadurch gegebenen Dampfdruckunterschiedes diffundiert Wasserdampf in den Bauteil, der den betreffenden Raum zum Freien zu abgrenzt. Der klimabedingte Feuchteschutz, der sich in erster Linie auf die Wasserdampfdiffusion bezieht, hängt von den Temperatur- und Dampfdruckverhältnissen im Bauteil ab. Infolge der gegebenen Dampfdrucke diffundiert während des Winters Wasserdampf in die Außenwand.

Bei Mehrschichtkonstruktionen kann dies zu einem Tauwasserniederschlag im Innern der Wand führen. Ein solcher Tauwasserniederschlag ist zulässig, wenn er zu keinen Schäden führt und die Kondensatmenge während des Sommers wieder austrocknen kann. Durch Anordnen einer Dampfsperre auf raumseitiger Wandoberfläche kann eine schädliche Kondensation innerhalb der Wand vermieden werden.

Werden Außenwände raumseitig mit Wärmedämmstoffen bekleidet und verputzt, so kann dies den Schallschutz zwischen Räumen, die an diese Außenwand angrenzen und durch einen an sich ausreichend schalldämmenden Bauteil (Wand oder Decke) getrennt sind, erheblich verringern. Die Ursache der herabgesetzten Schalldämmung ist eine Resonanzerscheinung der raumseitig an der Außenwand angebrachten Wärmedämmschicht zusammen mit dem Putz, die zu einer Schall-Längsleitung (Flankenübertragung) zwischen den übereinanderliegenden Räumen unter weitgehender Umgehung der Trenndecke führt (2). (Bild 2) Außenseitig angebrachte Dämmschichten beeinflussen die Schalldämmung zwischen Räumen nicht.

Außenoberflächen der Wände erfahren im Wechsel der Tages- und der Jahreszeit Temperaturänderungen, deren Grösse und zeitlicher Verlauf außer von der Orientierung und der Farbe der Oberfläche auch von den thermischen Eigenschaften des betreffenden Materials (Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärmekapazität) und seiner Dichte bestimmt wird. Eine Außenschicht mit hoher Wärmedämmung verzögert und verringert den Wärmefluß in die tieferen Wandschichten. Dadurch erwärmt sich die Oberfläche stärker, schützt dabei die innenliegende Wandschale vor grosseren Temperaturschwankungen, wird aber selbst thermisch stark beansprucht. Bei innenseitig angeordneter Wärmedämmschicht sind die tragenden Wandschalen in höherem Maße der thermischen Beanspruchung ausgesetzt.

Für die zusätzlich gedämmte Außenwand bietet sich deshalb an: wenn möglich, sollte die Wärmedämmung an der Außenseite der Wand angebracht werden. Bewährte Systeme sind die Wärmedämm-

platten zwischen Latten mit hinterlüfteten Fassadenplatten und die auf der Wandoberfläche aufgeklebten Wärmedämmplatten mit armiertem Kunstharzputz (Thermohaut). bei dem letzteren System müssen Dämmstoff und Beschichtung gut aufeinander abgestimmt sein, um der thermischen Beanspruchung durch Sonneneinstrahlung gerecht zu werden. (4). So empfiehlt sich, nur ein komplettes System anzuwenden, bei dem sich die praktische Bewährung durch ältere Referenzobjekte oder durch entsprechende Prüfberichte nachweisen läßt.

2.2 Verbesserung des Wärmeschutzes der Fenster.

2.2.1 Verbesserung des Wärmeschutzes der Verglasung.

Der Wärmeschutz der Fenster ist im Vergleich zur Außenwand relativ ungünstig. Nach der Wärmeschutzverordnung und nach DIN 4108 darf der Wärmedurchgangskoeffizient der Fenster einen Wert von $k_F = 3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nicht überschreiten.

Der Wärmeschutz der Fenster mit Doppel- oder Isolierverglasung kann durch folgende Maßnahmen verbessert werden:

- Verwendung einer Dreifachverglasung
- Ersetzen der Luft zwischen den Scheiben durch ein Gas kleiner Wärmeleitfähigkeit
- Reduzierung des Wärmeverlustes durch Bedampfen der Scheiben mit einem Belag, der die Wärmestrahlung reflektiert.

Die dadurch erreichbaren Wärmedurchgangskoeffizienten der Fenster liegen bei etwa $1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ bis $2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

2.2.2 Lüftungswärmeverluste.

Die Wärmeschutzverordnung befaßt sich auch mit den Lüftungswärmeverlusten. Um diese zu reduzieren, werden die Fugendurchlaßkoeffizienten a der Fensterfugen begrenzt. Von dieser Überlegung ausgehend ist es naheliegend, die Fensterfugen möglichst dicht auszubilden. Allzudichte Fensterfugen sind jedoch bedenklich, da sie den natürlichen Luftwechsel stark einschränken. Wenn die natürliche Lüftung über die Fenster-

fugen nicht mehr gewährleistet ist, weil diese zu dicht sind, muß durch zusätzliche Lüftungseinrichtungen für den notwendigen Luftaustausch gesorgt werden. Bei extrem dichten Fensterfugen steigt auch der Feuchtegehalt der Raumluft und es entsteht die Gefahr der Oberflächenkondensation.

Literatur:

- (1) GERTIS, K.: Heizenergieeinsparung durch
bauliche Maßnahmen
Ges. Ing. 96 (1975) S. 70/79
- (2) GÖSELE, K.u. Wärmedämmung von Außenwänden und Schallschutz
KÜHN, G.: Ges. Ing. 96 (1975) S. 149/155
GÖSELE, K.: Mangelhafter Schallschutz, weil der
Wärmeschutz verbessert wurde.
Bundesbaublatt Juni 1976, H. 6
- (3) JENISCH, R.: Beheizung eines Einfamilienhauses durch
Elektro-Speicherheizgeräte. Durchfeuchtung
und Sporenbildung auf Decken und Wänden.
Deutsches Architektenblatt H. 20 (1972)
- (4) KÜNZEL, H.u. Überprüfung von Außendämmsystemen mit
MAYER, E.: Styropor-Hartschaumplatten
DBZ-Deutsche Bauzeitschrift 6/76, S. 783/784

(07151)
23797

Prof. Dr.-Ing. R. Jenisch
Buchenweg 16
705 Waiblingen

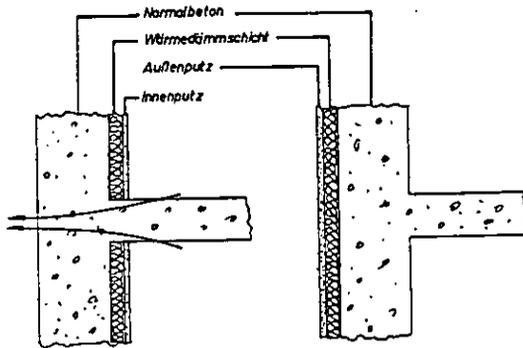


Bild 1: Wärmebrücken bei Wänden oder Decken, die in Außenwände eingebunden sind, bei innen- bzw. außenliegender Wärmedämmschicht.

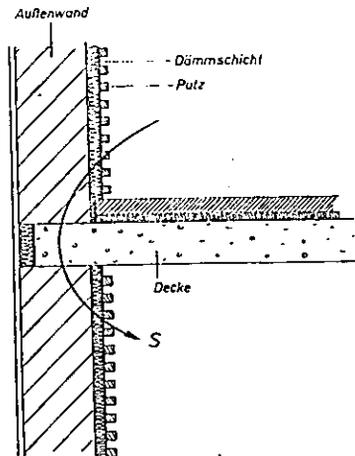


Bild 2: Dämmschicht und Putzschale wirken als Resonatoren, die bei der Resonanzfrequenz die Schall-Längsleitung auf dem Weg "S" stark erhöhen.

Tabelle 1: Wärmedurchlaßwiderstände und Wärmedurchgangskoeffizienten von 300 mm dickem, verputztem einschaligem Mauerwerk mit Normalmörtel aus verschiedenen, genormten Baustoffen.

Baustoff	Rohdichte	Wärmeleitfähigkeit	Wärmedurchlaßwiderstand	Wärmedurchgangskoeffizient
Leichtziegel DIN 105	600	0,35	0,90	0,93
Lochsteine aus Leichtbeton DIN 18149	600	0,35	0,90	0,93
Hohlblocksteine aus Leichtbeton +) DIN 18151				
2-K-Steine, 300 mm	500	0,30	1,04	0,83
	600	0,35	0,90	0,93
3-K-Steine, 300 mm	500	0,30	1,04	0,83
	600	0,33	0,95	0,89
Vollsteine aus Leichtbeton +) DIN 18152	500	0,33	0,95	0,89
	600	0,35	0,90	0,93
Vollblöcke aus Leichtbeton +) DIN 18152	500	0,30	1,04	0,83
	600	0,33	0,95	0,89
Gasbeton- Blocksteine DIN 4165	500	0,22	1,40	0,64
	600	0,24	1,29	0,68
	700	0,27	1,15	0,76
	800	0,29	1,07	0,81

+) Leichtbeton mit porigen Zuschlägen nach DIN 4226, Teil 2, ohne Quarzsandzusatz. Bei Quarzsandzusatz erhöht sich der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit um 20 %.

Tabelle 2: Wärmedurchlaßwiderstände und Wärmedurchgangskoeffizienten von 300 mm dickem, verputztem, einschaligem Mauerwerk mit Leichtmauermörtel aus verschiedenen, genormten Baustoffen.

Baustoff	Rohdichte	Wärmeleitfähigkeit	Wärmedurchlaßwiderstand	Wärmedurchgangskoeffizient
Leichtziegel DIN 105	600	0,29	1,07	0,80
Lochsteine aus Leichtbeton DIN 18149	600	0,29	1,07	0,80
Hohlblocksteine aus Leichtbeton DIN 18151				
2-K-Steine 300 mm	500	0,24	1,29	0,68
	600	0,29	1,07	0,80
3-K-Steine 300 mm	500	0,24	1,29	0,68
	600	0,27	1,15	0,76
Vollsteine aus Leichtbeton DIN 18152	500	0,27	1,15	0,76
	600	0,29	1,07	0,80
Vollblöcke aus Leichtbeton DIN 18152	500	0,24	1,29	0,68
	600	0,27	1,15	0,76
Gasbeton- Blocksteine DIN 4165	500	0,16	1,92	0,48
	600	0,19 +)	1,62	0,56
	700	0,21	1,47	0,61
	800	0,23	1,34	0,66

+) Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit von großformatigen Bauteilen, da die durch den Leichtmauermörtel verbesserte Wärmeleitfähigkeit kleiner wäre.

Entdeckung von Wärmeverlusten durch Thermografie

von H. Specht, Eschborn

Thermovision, Thermografie oder Thermoskopie sind nebeneinander gebräuchliche Bezeichnungen für Wärmebildwandlerverfahren, die aus der von den Objekten unserer Umgebung ausgehenden für unser Auge unsichtbaren Wärmestrahlung im mittleren ($2 - 5 \mu$) und fernen ($8 - 14 \mu$) Infrarot in einem optoelektronischen Wandlungsprozeß, wie er ähnlich für das normale Fernsehen benutzt wird, auf einem Bildschirm ein Wärmebild unserer Umgebung erzeugen und uns damit wie mit einem dritten Auge das Sehen im Infraroten ermöglichen. Bei Thermovisionssystemen erscheinen Wärmebilder in Echtzeit schwarz/weiß auf dem Monitor; Zusatzgeräte ermöglichen mit einer zweiten Wandlung die Darstellung in Farbe. Eine elektronische Quantifizierungs- und Auswertemöglichkeit auf Temperaturunterschiede gehört zur Standardausstattung. Belegfotos der Monitorbilder auf Normalfilm werden als Thermogramme bezeichnet./6/

Kommerzielle Bildwändlersysteme dieser Art existieren bereits seit 15 Jahren sozusagen im Verborgenen in Labor und Klinik; die erste Generation dieser Geräte war voluminös und bei Gewichten von fast 200 kg praktisch unbeweglich. Die heutigen modernen Kompaktgeräte wie z.B. die AGA Thermovision 750^R -in der Größe einer Videoanlage vergleichbar mit einem Gewicht von unter 10 kg- sind für den mobilen Einsatz drinnen und draußen konzipiert, sie werden erfolgreich für viele industrielle Inspektionsaufgaben auch unter den rauen Bedingungen in der Eisen- und Stahlindustrie sowie der Petrochemie eingesetzt./6/

Seit der ersten Ölkrise Ende 1973 und im Zusammenhang mit dem Energieeinsparungsgesetz hat das Interesse an mobilen Wärmebildsystemen für Energieeinsparungsstudien und Untersuchungen der Wärmedämmung stark zugenommen. Trotzdem ist noch weitgehend unklar, wo die Grenzen und Möglichkeiten dieser Technik auf den Gebieten des Hochbaus, der Heizungs-

Lüftungs- und Klimatechnik sowie der Untersuchung der thermischen Behaglichkeit liegen.

Aus der Praxis werden an diese neue Gerätetechnik eine Fülle von Fragestellungen herangetragen, die wichtigsten Komplexe sind:

Entdeckung und Quantifizierung von Wärmeverlusten, Überprüfung der Einhaltung von Normwerten im Hochbau z.B. des k-Wertes und die Quantifizierung von Unterschreitungen zur Baumängelfeststellung, Objektivierung des Unbehaglichkeitsempfindens zur Verbesserung des Raumklimas.

Trotz großer Anstrengungen in den letzten Jahren und Förderung von Forschungsvorhaben durch das BMPT ist bei uns im Vergleich mit Ländern wie z.B. Kanada und Schweden, in denen aufgrund des arktischen Klimas bereits seit über 10 Jahren pragmatisch Thermografie in großer Breite zum Teil aufgrund von Verordnungen betrieben wird, ein erheblicher Rückstand an praktischer Erfahrung festzustellen. Die unter den dortigen Bedingungen gesammelten und niedergelegten Erfahrungen /1//4/ sind nur teilweise auf unsere Verhältnisse übertragbar. Insbesondere stellt die ehrgeizige Fragestellung des Thermobil-Konzepts /2/ (s.u.) nach Quantifizierung und automatischer computergestützter Auswertung der Wärmebilder erhebliche und bislang noch nicht zufriedenstellend gelöste Probleme /3/. Demgegenüber wurde in den genannten Ländern von Anfang an die thermografische Inspektion von Hochbauten als empirische und qualitative Methode eingeführt. Generell liegen die einzigartigen Möglichkeiten der Infrarotbildwandlersysteme darin, sich schnell einen Überblick über die flächige Temperaturverteilung an der Oberfläche eines Bauteils zu verschaffen und die Meßmöglichkeiten des Gerätes nur für eine relative örtliche und zeitliche Quantifizierung von Unterschieden zu benutzen, Absolutwerte dagegen durch Heranziehung anderer konventioneller Meßmittel wie z.B. Tastrermometer, Referenzstrahler, Wärmeflußmesser zu ermitteln.

Wesentlich arbeitsaufwendiger als die Ermittlung von Unterschieden ist infolge der Vielzahl der meßtechnisch zu berücksichtigenden Einflußfaktoren die Erstellung einer globalen quantitativen Energieverlustbilanz. Grenzen der Thermografie werden erreicht, wenn ausschließlich mit dieser Technik der k -Wert eines Bauteils an Ort und Stelle bestimmt und mit dem unter stationären Laborbedingungen erhaltenen Normwert verglichen werden soll. Die Schwierigkeit resultiert aus der zusätzlich erforderlichen Ermittlung der aktuellen inneren und äußeren Wärmeübergangszahlen α_i und α_a , wobei evtl. vorliegende instationäre Bedingungen berücksichtigt werden müssen. Insbesondere α_a ist auch bei konstanten Temperaturverhältnissen stark von den jeweiligen Wind- und Wetterverhältnissen abhängig; hinzukommt, daß sich um ausgedehnte Gebäudemassen herum ein meßtechnisch schwer erfaßbares Mikroklima ausbildet. Insofern ist das vom BMFT geförderte Vorhaben Thermobil /2/, d.i. ein in einen Meßwagen integriertes Infrarotmeßsystem zur computergestützten Quantifizierung von Wärmeverlusten an Gebäudefassaden von außen heftiger Grundlagenkritik vonseiten der Bauphysik ausgesetzt./7/ Demgegenüber stellt das in Schweden entwickelte und eingeführte Verfahren /1/,/4/ auf eine qualitative Beurteilung von innen durch einen meßtechnisch versierten und bautechnisch erfahrenen Thermografen ab. Diesem Ansatz kommt entgegen, daß infolge der weitgehend standardisierten Bauweise mit Fertigbauteilen auch wiederkehrende typische Baufehler insbesondere Bauausführungsfehler auftreten, die sich in charakteristischen Strukturen der Thermogramme niederschlagen. Dadurch, daß in vielen Hunderten von Einzelfällen Stellen mit thermografisch auffallenden Befunden geöffnet, untersucht und dokumentiert wurden, ist der Zusammenhang zwischen Thermogramm und Baufehler empirisch soweit gesichert, daß ein Katalog von Musterthermogrammen typischer Baufehler herausgegeben werden konnte. Die Erstellung eines ähnlichen Katalogs würde bei uns aufgrund der landschaftlich unterschiedlichen und insbesondere durch individuelle Wünsche und Vorstellungen von Bauherren und Architekten geprägten Bauweisen einer

Sisyphusarbeit gleichkommen. Auch bei der individuellsten Baukonstruktion ist für den erfahrenen Thermografen gleichmäßigkeit und Qualität der handwerklichen Bauausführung in der Regel thermografisch sofort erkennbar. Z.B. ist anhand der Temperaturdifferenzen zu erkennen, ob hinter der Verbretterung eines ausgebauten Daches die Dämmatten ordentlich oder schluderig eingelegt wurden oder ob sie überhaupt fehlen. Ob jedoch eine Dampfbremse vorhanden ist oder nicht und ob sie an der richtigen Seite liegt, bedarf der Inaugenscheinnahme durch den Bausachverständigen.

Um Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsfälle unserer Thermovisionssysteme aufzeigen zu können, unterhalten wir eine Meßdienstabteilung, deren wesentliche Aufgabe in Applikationserstellung besteht. Unsere Erfahrungen, daß es auch hierzulande typische thermische Schwachstellen gibt, werden im Erfahrungsaustausch von Ingenieurbüros und Bausachverständigen, die mit unseren Geräten nach demselben pragmatischen Ansatz arbeiten, bestätigt. Es kann als gesichert gelten, daß bei hinreichender Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur (in der Regel mindestens 10 - 15°C) folgende Punkte thermografisch mit sehr großer Sicherheit erkannt werden können:

Thermische Schwachstellen in Bauteilen,
Defekte in Heizungsanlagen insbesondere Flächenheizungen,
Luftleckagen an Fenstern, Türen und Rolladenkästen,
Gründe für schlechtes Raumklima sowie
Durchfeuchtungen von Wänden und Dächern.

Ein besonderes Problem stellt die Formulierung einer Aussage bei Bauschadensfällen dar. Bei der Analyse der Thermogramme wird sich der Thermograf -sofern er nicht selbst Bausachverständiger ist- darauf beschränken müssen, anhand der Thermogramme bzw. der Ergebnisse seiner zusätzlichen Messungen und Erhebungen gezielte Hinweise für weitere Untersuchungen zu geben bzw. eine ausdrücklich als solche gekennzeichnete Vermutung über die Ursache einer thermografisch auffälligen Partie zu formulieren, deren Verifizierung durch einen Sach-

verständigen z.B. mittels Probenentnahme oder Inaugenscheinnahme nach Öffnung erfolgt. Dieses arbeitsteilige Vorgehen zwischen Thermograf und Bausachverständigen -ähnlich dem wie zwischen Röntgenfacharzt und Internisten bzw. Chirurgen- hat sich bei Ortsterminen als sehr überzeugungsfähig erwiesen.

Überfordert ist der Thermograf mit der naheliegenden aber nur scheinbar einfachen Fragestellung, wie die thermografisch gefundenen Schwachstellen wirtschaftlich optimal und bauphysikalisch richtig saniert werden können, sofern er nicht gleichzeitig Fachmann auf diesem Gebiet ist. Gerade die Sanierung erfordert eine vertiefte Kenntnis des Verhaltens einer Konstruktion im Hinblick auf mögliche Durchfeuchtung. Falsche Lage oder Nichtvorhandensein einer Dampfbrücke in einer sanierungsbedürftigen Dachdämmung kann wie oben erwähnt, nicht thermografisch erkannt werden, eine nicht fachgerechte Sanierung des thermografisch augenfälligen Fehlers könnte katastrophale Folgen haben.

Die Objektivierung von Unbehaglichkeitsempfinden ist thermografisch leicht möglich. Da die "empfundene Temperatur" den Mittelwert aus der Lufttemperatur und der Temperatur der Umschließungsflächen darstellt, kann der Einfluß größerer abgekühlter Flächenpartien thermografisch sofort angegeben werden. Zugerscheinungen aufgrund von Luftleckagen z.B. an schlecht schließenden Fenstern sind thermografisch an ihrer speziellen Struktur auch bei Windstille von innen sehr gut zu erkennen, wenn in dem Raum ein geringfügiger Unterdruck herrscht oder erzeugt wird. Auch Zugerscheinungen in klimatisierten Räumen aufgrund falscher Dimensionierung oder Einstellung der Auslassdüsen sind mit einem meßtechnischen Kunstgriff thermografisch erkennbar./5/

Die folgende Dia-Serie zeigt Ergebnisse einer thermografischen Untersuchung, die im Januar 1979 am St. Vincenz-Hospital zu Limburg durchgeführt wurde.

Literaturverzeichnis

- /1/ Axén, B. u. B. Petterson: Undersökning av byggnaders isoler- och täthetsutförande genom termografering Byggforskningen (Stockholm 1977)
- /2/ Huppmann, G.: Ein numerisches Verfahren zur Optimierung des thermischen Verhaltens von Hochbauten unter Verwendung der mobilen Meßeinrichtung THERMOBIL. Forschungsbericht T 191 der Fraunhofer-Gesellschaft (München 1976)
- /3/ Ohrt, U. u. W. Tesche: "Energieverlusten auf der Spur" VDI-Nachrichten 24/1977
- /4/ Paljak, I. u. B. Petterson: Termografering av byggnader Statens institut för byggnadsforskning (Stockholm 1972)
- /5/ Schimmelpfennig, W. u. G. Weiler: "Darstellung von Luftströmungen" Klimatechnik, in Vorb. (1979)
- /6/ Specht, H.: "Thermovision" in Handbuch: Technische Temperaturmessung, PTB/VDI-Bildungswerk (Düsseldorf 1978)
- /7/ Wolfseher, U.: "Möglichkeit und Grenzen der Bauthermografie" Bauwelt, Heft 6 (1978)

Herbert Specht
c/o AGA Optronik GmbH
Industriestrasse 4
6236 Eschborn

Medizinische Gasversorgung - Gase, Druckluft, Vakuum
Anwendungsumfang - Installation - Vorschriften

H.-J.Wilke, Lübeck

1. Einleitung

Die Forderung, in einer Vielzahl von Räumen eines Krankenhauses ununterbrochen und in ausreichender Menge eine Reihe von med. Gasen sowie Druckluft und Vakuum in möglichst sicherer und zugleich auch wirtschaftlicher Form zur Verfügung stellen zu müssen, führte zur Entwicklung und dem Bau der zentralen Versorgungsanlagen für diese Medien. Zentrale med. Druckgas-, Druckluft- und Vakuumanlagen sind Versorgungssysteme, bei denen diese Medien in zweckmäßiger und geeigneter Form an einer - oder bei größeren Anlagen auch mehreren - Stellen in einem Krankenhaus bevorratet und bereitgestellt bzw. die Druckluft oder das Vakuum durch leistungsfähige Aggregate zentral erzeugt werden.

Von diesen Zentralstellen aus werden dann die Medien über entsprechende Rohrverteilungssysteme zu den verschiedenen Bedarfstellen im Hause geführt und dort über Anschluß- oder Entnahmestellen betriebsgerecht zur Verfügung gestellt. Heute sind diese Versorgungsanlagen fester Bestandteil moderner Krankenhaustechnik und -planung und wo auch immer in der Welt neue Krankenhäuser entstehen, wird diese Versorgungsmöglichkeit genutzt.

2. Anwendungsumfang

Heute werden in Krankenhäusern folgende Medien über zentrale Versorgungsanlagen zur Verfügung gestellt.

Sauerstoff (O₂); Betriebsdruck 5 bar

Stickoxydul (NO₂), auch als Lachgas bezeichnet,
Betriebsdruck 5 bar

Kohlensäure (CO₂); Betriebsdruck 5 bar

Druckluft als Atemluft und Antriebsmittel, Betriebsdruck 5 und 10 bar

Vakuum; Betriebsdruck: 800 bis 900 mbar Unterdruck

Sauerstoff wird in vielen Abteilungen eines Krankenhauses angewendet, denn er wird überall dort zwingend benötigt, wo die Eigenatmung eines Patienten ungenügend ist und wo mit Hilfe von Geräten Beatmungen, Narkosen und Analgesien zur Schmerzbekämpfung durchgeführt werden.

Stickoxydul, oder auch Lachgas genannt, ist z.Z. das einzige der in Anwendung befindlichen Narkosegase, welches geeignet ist, über eine Zentralversorgungsanlage zu den Verbrauchsstellen geführt zu werden. Die Ausdehnung einer Lachgasanlage beschränkt sich auf die Operations- und Behandlungsräume, in denen Lachgas für Narkosen oder aber zur Schmerzbekämpfung, z.B. in den Entbindungs- oder Kreißsälen, benötigt wird.

Angeschlossen werden an diese Anlagen demgemäß alle Arten von Narkose- und Analgesiegeräten.

Kohlensäure wird in größeren Mengen nur in der physikalischen Therapie-Abteilung eines Krankenhauses benötigt, und zwar bei der Verabreichung von med.-Bädern. Hierbei wird Kohlensäure gasförmig für die sogenannten trockenen Kohlensäuregasbäder oder aber durch Mischung mit Wasser in den bekannten Kohlensäureimprägnierapparaten für die Kohlensäure-Naßbäder verwendet.

Der Druckluft sind im Krankenhaus die verschiedensten Anwendungsgebiete sowohl im Bereich der Medizintechnik als auch in der allgemeinen Haustechnik vorbehalten.

Im Bereich der Medizintechnik wird atembare, d.h. keim-, schwebstoff- und geruchsfreie Luft benötigt. So wird Druckluft zur kurz- und langzeitigen Beatmung - oft unter Anreicherung durch Sauerstoff - oder für die Aerosoltherapie, bei der flüssige Medikamente, Meerwasser, Warmsole oder dergleichen zu feinstem trockenen Nebel zerstäubt werden, angewandt.

Druckluft dient aber auch zum Antrieb von Beatmungsgeräten sowie von Injektoren (Venturi-Prinzip) zur Erzeugung von Schwach- und Starkvakuum. Man muß wissen, daß mit entsprechend konstruierten Injektoren ein Vakuum bis ca. -9 m WS erreicht werden kann. (Physikalische Grenze = -10,33 m WS). Diese Saugkraft und die gleichzeitig erreichbare Saugleistung, gemessen in l/min. angesaugte freie atmosphärische Luft, reichen aus, um alle auf den Bettenstationen vorkommenden Absaugungen, wie z.B. die Freisaugung der oberen Atemwege (Bronchustoiletten) und Dauersaugungen im Schwachvakuumbereich (Dauersaugdrainagen von Körperhöhlen nach Operationen) durchzuführen.

Für alle vorstehenden Anwendungsbereiche wird Druckluft mit einem Betriebsdruck von 5 bar benötigt.

Darüber hinaus gibt es aber auch Bereiche für die Druckluft mit höheren Drücken, der dann regelbar gefordert wird. Hier sind zu nennen die druckluftangetriebenen Bohrer, Sägen etc. der Chirurgen, das weite Feld der Anwendung im Laborbereich, die Druckkammern u. dgl. Für diese Bereiche ist Druckluft mit einem Betriebsdruck bis zu 10 bar vorzusehen.

Zu den haustechnischen Anlagen, die Druckluft benötigen, seien nur beispielhaft erwähnt: Werkstätten, Bügelpressen, Regelungs- und Druckerhöhungsanlagen. Auch hierfür werden zweckmäßigerweise Betriebsausgangsdrücke von 10 bar vorgesehen, die dann individuell je nach angeschlossenem Gerät oder Anlage reduziert werden.

Vakuum wird im Krankenhaus ausschließlich für alle vorkommenden Arten von Absaugungen benötigt.

Es sind zu nennen:

Absaugungen aus dem Operationsfeld
Absaugungen aus den oberen Luftwegen
Dauersaugungen im Schwachvakuumbereich bei
Drainagen von Körperhöhlen.

Vor allem sind es die chirurgischen Abteilungen und die Beatmungsstationen der Krankenhäuser, in denen dem Vorhandensein und der schnellen Einsatzmöglichkeit einer leistungsstarken Absaugvorrichtung in vielen Fällen lebensrettende Bedeutung zukommt. Man denke an das Freisaugen der Atemwege von Blut, Sekret oder Erbrochenem bei schweren Unfällen sowie an das Absaugen und Spülen des Operationsfeldes während einer Operation oder dgl.

An dieser Stelle ist es sicher sinnvoll, auch auf die hin und wieder verwendeten Begriffe von "Primär- und Sekundär-Sauganlagen" einzugehen.

Bei Primärsauganlagen wird das Vakuum durch leistungsstarke Vakuumpumpen zentral erzeugt und das Leitungsnetz unter Zwischenschaltung eines Vakuumkessels evakuiert, so daß an der Anschluß- oder Bedarfsstelle ständig ein Unterdruck in Höhe des Kesseldruckes vorhanden ist. Deshalb liegt der Schwerpunkt der Primärvakuumanlagen auch überall dort, wo eine große Saugleistung, gemessen in l/min angesaugte atmosph. Luft bei gleichzeitig großer Saugkraft, gemessen in m WS Unterdruck, schnell und in voller Höhe zur Verfügung steht. Insbesondere also in Operationsräumen, wo während der Operation vielfach große Mengen Blut oder Spülflüssigkeiten schnell und zuverlässig abgesaugt werden müssen. Für solche Anwendungsfälle reicht die Leistung der üblichen Injektoren nicht aus.

Bei Sekundär-Sauganlagen wird das Vakuum, wie bei Druckluft erwähnt, durch druckluftangetriebene Injektoren erzeugt, also erst an der Anschluß- oder Bedarfsstelle.

...

W O sollte W A S vorhanden sein?

	O ₂	N ₂ O	Dr. 5 bar	Ejektoranlage für überschüs- sige Narkose- gase	Dr. 10 bar	CO ₂	Vakuum
Operationsräume	x	x	x	x	x	-	x
Ein- und Auslei- tungsräume	x	x	x	(x)	-	-	x
Behandlungsräume (Unfall, Urologie, Endoskopie, Kiefer- chirurgie)	x	x	x	x	-	-	x
Gynäkologie (Wehen- zimmer, Kreißsäle, OP)	x	x	x	x	-	-	x
Wachstation, Frisch- operiertenstation	x	(x)	x	-	-	-	x
Intensivstation	x	(x)	x	(x)	-	-	x
Bettenstation	x	-	x	-	-	-	x
Kinderstation	x	-	x	-	-	-	x
Med. Bäderabteilung	x	-	x	-	-	x	-
Labor	x	-	x	-	-	x	-
Gerätepflege- zentrum	x	x	x	-	-	-	x

...

Diese Tabelle gibt einen Überblick, in welchen Bereichen und Räumen eines Krankenhauses Anschlüsse der verschiedenen Versorgungsanlagen vorzusehen sind. Die Angaben beziehen sich auf die BRD und die hier gemachten Erfahrungen.

Aus dieser Übersicht ist leicht zu erkennen, daß der Umfang der verschiedenen Anlagen, allein von der Zahl der Entnahme- bzw. Anschlußstellen her, recht unterschiedlich ist. Mit der Reihenfolge: Sauerstoff, Lachgas, Druckluft, Vakuum kann man in etwa auch die Bedeutung der verschiedenen Anlagen angeben.

Ein Haus, welches umfassend mit diesen zentralen Versorgungsanlagen ausgerüstet ist, wird sich dann aus wirtschaftlichen Gründen auch bei der Beschaffung der Anschlußgeräte darauf einstellen, d.h. Geräte bestellen, die keine Gasvorratsbehälter oder Druckluft- und Vakuumpumpen mehr umfassen. Die für den Einbau der Anlagen getätigten Investitionen werden durch einfachere und preisgünstigere Geräte schon zu einem Teil ausgeglichen.

3. Grundsätze und Daten für die Planung der Anlagen

Für die Projektierung dieser Anlagen gibt es in Deutschland keine umfassenden verbindlichen Vorschriften, wenngleich für Teile dieser Anlagen selbstverständlich einschlägige Gesetze und Vorschriften zu beachten und sinngemäß anzuwenden sind.

Die Grundforderungen, die an die Planung der zentralen med. Versorgungsanlagen zu stellen sind, lauten:

- 3.1 Sicherstellung eines hohen Nutzeffektes durch Einbau der erforderlichen Entnahmestellenzahl für die verschiedenen Anlagen.
- 3.2 Beachtung aller die Sicherheit und zuverlässige Funktion der Anlagen betreffenden Maßnahmen.

- 3.3 Erzielung einer hohen Wirtschaftlichkeit beim Bau und beim laufenden Betrieb der Anlagen.
- 3.4 Angemessene Leistungsauslegung und Dimensionierung von Zentralen und Rohrleitungsnetzen.
- 3.5 Beachtung aller den laufenden Betrieb und die routinemäßige Wartung und Überprüfung erleichternden Maßnahmen.

4. Der Verbrauch an Gasen, Druckluft und Vakuum

Der Verbrauch an den verschiedenen Medien hängt selbstverständlich sehr stark von der Größe, Bedeutung und Art eines Krankenhauses ab. Selbst die Verbrauchswerte durchaus vergleichbarer Häuser liegen oft erheblich auseinander. Der Verbrauch hängt in starkem Maße von der Zahl und Art der Anschlußgeräte ab (z.B. benötigt ein Beatmungsgerät vom Fabrikat A 40 l/min Antriebsgas, ein vergleichbares Gerät vom Fabrikat B 80 l/min). Oft weichen aber auch die Therapien erheblich voneinander ab und nicht zuletzt ist auch das Patientengut nicht immer gleich.

Hier seien deshalb die Verbrauchswerte einiger Anschlußgeräte nur beispielhaft genannt:

	<u>Sauerstoff</u>	<u>Lachgas</u>	<u>Druckluft</u>	<u>Vakuum</u>
Narkosegeräte	2- 4 (20)	4-6 (12)		
Narkose-Beatmungsgerät	8-15 (20)		8-15 (20)	
Langzeitbeatmungsgerät	25-40 (80)		25-40 (80)	
ass. Beatmungsgerät	8-10 (20)		8-10 (20)	
Sauerstoff-Inhalationsgerät	2- 6			
Sauerstoff-Insufflationsgerät	2- 4			
Inkubator	4- 5 (15)			
Sauerstoff-Hauben	4- 8 (15)			
Absaugegerät für OP (Vak)				40-50
Absaugegerät für Dauerdrainagen (Vak)				10-15

	Sauerstoff	Lachgas	Druckluft	Vakuum
Absaugegerät für Bronchus- toil. (Vak)				20-20
Absaugegerät für Dauer- drainagen (Inj.)			12-18	
Absaugegerät für Bronchus- toil. (Inj.)			25-30	
Hyperbarokammern:				
- Füllvorgang	1300		(1300)	
- Spülung	75		(75)	
Chirurgische Werkzeuge (5 bis 10 bar)			150-250	

Die Zahlen in () bedeuten Höchstverbrauchswerte.

Alle Angaben in l/min.

5. Die Systeme für die Verteilernetze

Je nach Umfang und Ausdehnung der Anlagen wird man ein übersichtliches und zugleich wirtschaftliches Verteilersystem auswählen.

Bei Krankenhäusern bis zu mittlerer Größe (bis 500 Betten) kommt man in der Regel mit einem System aus, bei dem von den Zentralen ausgehend, mehrere Hauptversorgungsleitungen als Stichleitungen zu den zu versorgenden Bauteilen führen. Der Druck in diesen Leitungen ist dann gleich dem Betriebsdruck an den Entnahmestellen, d.h., daß die Reduzierung des Druckes auf den Betriebsdruck in den Zentralen selbst erfolgt.

Anders verfährt man bei größeren und ausgedehnteren Anlagen. Hier trennt man die Druckstufen örtlich und nutzt den höheren Druck der ersten Stufe zur besseren und wirtschaftlichen Überwindung größerer Entfernungen aus. Gleichzeitig empfiehlt es sich in diesen Fällen, zumindest für die größeren Anlagen, wie z.B. Sauerstoff und Druckluft, Ringleitungssysteme einzuplanen, die sowohl

in der horizontalen, wie in der vertikalen Ebene liegen können. Von den horizontalen Ringleitungen gehen in der Regel dann die Versorgungsstränge für die Hauptgruppen ab. An den Abgangspunkten von der Ringleitung erfolgt dann die Reduzierung auf den Betriebsdruck.

Die Aufteilung der Entnahmestellen einer Anlage in Haupt- und Untergruppen ist wichtig, um die Übersichtlichkeit zu wahren und vor allem Teilbereiche der Gesamtanlagen im Bedarfsfall absperren, reparieren oder routinemäßig warten zu können.

Sowohl Haupt- wie Untergruppen sind jeweils absperierbar. Es hat sich bewährt, die Einteilung der Gruppen entsprechend den Bauteilen, Abteilungen oder Stationen vorzunehmen. Diese Art der Einteilung ist aber nur möglich, wenn man innerhalb der Geschosse eine Horizontalverteilung vornimmt, ähnlich wie sie auch bei der Elektroinstallation angewendet wird.

Eine Sonderstellung bei der Installation des Verteilernetzes nehmen die Intensivbehandlungsstationen ein. In diesen Stationen muß sichergestellt werden, daß Sauerstoff wegen seiner hier lebenswichtigen Funktion ständig ununterbrochen zur Verfügung steht, also auch bei Reparaturen und routinemäßigen Wartungen. Aus diesem Grund werden je Intensivbett 2 Sauerstoffanschlüsse installiert, von denen einer jeweils an einer separaten Versorgungsleitung liegt, so daß ein Anschluß pro Bett immer betriebsbereit bleibt.

Bei der Dimensionierung der Rohrleitungen für die verschiedenen Anlagen ist sehr sorgfältig vorzugehen, insbesondere ist darauf zu achten, daß die Querschnitte auch den Maximalbeanspruchungen gewachsen sind und daß die Strömungsgeschwindigkeiten so gewählt werden, daß keine Geräuschbelästigung stattfindet.

...

6. Die Planung der Zentralen für die verschiedenen Medien

Für den Aufbau der verschiedenen Zentralen sind schon bei der Planung eines Krankenhauses geeignete Räume vorzusehen.

Für Vorratsbatterien aus Gasflaschen sollen möglichst Räume zu ebener Erde ausgewählt werden. Sie sollten in der Nähe des Wirtschaftshofes liegen und über eine Rampe zugänglich sein, so daß die mit Lastwagen angelieferten schweren Flaschen (Gewicht ca. 80 kg) mit Handkarren direkt von der Ladefläche des Lkw in die Batterieräume gefahren werden können. Besonders gilt dies aber auch für Anlagen, die statt mit Einzelflaschen mit Flaschenpaketen bestückt werden.

Flaschenbatterien für nicht brennbare Gase - das sind u.a. Sauerstoff, Lachgas und Kohlensäure - dürfen in einem gemeinsamen Raum zur Aufstellung kommen.

In Räumen, in denen Sauerstoff und Lachgas gelagert wird, besteht jedoch erhöhte Brandgefahr, so daß diese stets gut belüftbar sein müssen. Die Räume sind feuerfest auszubilden. Brennbare Stoffe dürfen in ihnen nicht gelagert werden. Die Türen sind feuerfest und nach außen aufschlagend auszuführen. Geeignete Feuerlöscher sollten bereitstehen. Auf Hinweisschildern müssen die Gefahren dargestellt werden, z.B.: Kein Öl und Fett an die Armaturen; Rauchen und offenes Licht sind verboten; Ventile langsam öffnen usw.

6.1 Sauerstoff kann sowohl in gasförmiger als auch in flüssiger Form bevorratet werden. Bei kleinen und mittleren Anlagen sind zweiseitige Flaschenbatterien, zusammengesetzt aus Einzelflaschen oder Flaschenbündel, nach wie vor sinnvoll und wirtschaftlich.

Batterien mit mehr als 2 x 24 Einzelflaschen sollte man jedoch nicht planen. Eine 50 l-Flasche Sauerstoff enthält bei 200 bar 10 Nm³ Sauerstoff. Eine Batterie mit

2' x 24 Flaschen somit 480 Nm³. Der Vorrat einer Batterie-seite sollte den Bedarf für mehrere Tage decken, so daß an Wochenenden möglichst kein Flaschenwechsel erfolgen muß.

In der Bundesrepublik werden bei Verbrauchswerten an Sauerstoff ab 1.000 bis 2.000 Nm³ pro Monat von den Sauerstofflieferanten oft Kaltvergaseranlagen im Mietverfahren in Krankenhäusern zur Aufstellung gebracht. Eine solche Versorgungsart ist für ein Haus außerordentlich günstig, denn es entfällt der ständige An- und Abtransport von Gasbehältern. Kaltvergaseranlagen können in geschlossenen Räumen oder aber auch im Freien zur Aufstellung gebracht werden, wobei jeweils besondere Vorschriften der UVV-Sauerstoff zu beachten sind.

- 6.2 Lachgas und Kohlensäure werden in wesentlich kleineren Mengen als Sauerstoff verbraucht, demgemäß erfolgt ihre Bevorratung ausschließlich in Flaschenbatterien. Die Flaschenbatterien gleichen denen für Sauerstoff. Kohlensäure und Lachgas sind Flüssiggase.
- 6.3 Druckluft wird durch Kompressoraggregate erzeugt, die einen Enddruck von 15 bzw. 25 bar zu bringen in der Lage sind. Überwiegend sind deshalb in den Krankenhäusern Kolbenkompressoren im Einsatz. Diese Anlagen erzeugen Lärm und Schwingungen und so ist es gut, sie in Gebäudeteilen zur Aufstellung zu bringen, wo diese Nachteile in Kauf genommen werden können. Die von den Kompressoren angesaugte Luft muß von einwandfreier Beschaffenheit sein, denn sie wird bei der Beatmung von Patienten oder bei der Aerosoltherapie den Patienten direkt verabfolgt. Aus diesem Grunde müssen oft besondere Ansaugleitungen ins Freie geführt werden.

Die Räume für die Aufstellung der Aggregate müssen groß genug und gut belüftbar sein, damit die bei der Kompres-

sion entstehende Wärme abgeführt werden kann und der Raum sich nicht aufheizt. Druckkessel unterliegen der TÜV-Überwachung. Alle 6 Jahre werden die Kessel einer Wasserdruckprobe unterworfen. Es empfiehlt sich, deshalb bei der Installation auch Anschlüsse für Wasserzu- und -abfluß vorzusehen. Soweit auch Luft für technische Anlagen abgenommen wird, ist es sinnvoll, in der Zentrale gesonderte Abgänge von einem Verteilerblock vorzusehen und diese Leitungsstränge mit eigenem Druckminderer und nachgeschalteten Rückschlagventilen auszurüsten, so daß eine Beeinflussung der medizintechnischen Anlagen mit Sicherheit vermieden wird.

Die Druckluftherzeugungsanlagen müssen an die Notstromversorgung des Hauses angeschlossen werden.

- 6.4 Vakuumerzeugungsaggregate sollten möglichst dicht bei den Hauptverbrauchsgruppen zur Aufstellung gelangen, um die Rohrleitungsverluste so gering wie möglich zu halten. Das hat bei Großanlagen oft zur Folge, daß mehrere Vakuumerzeugungsaggregate an verschiedenen Stellen eines Hauses errichtet werden, also z.B. eine Zentrale für den Operationstrakt, eine weitere für die Intensivstationen oder dgl.

Die Räume sollten ähnlich wie bei Druckluftzentralen mit Anschlüssen für Wasserzu- und -abfluß versehen sein. Die von den Pumpen angesaugte Luft muß durch Rohrleitungen gefaßt und ins Freie abgeführt werden.

Auch Vakuumerzeugungsanlagen sind an die Notstromversorgung anzuschließen.

7. Die wesentlichen Bauelemente der Anlagen

7.1 Flaschenbatterien

Soweit Flaschenbatterien zum Einsatz kommen, sind diese stets als zweiseitige Batterieanlagen auszuführen, d.h.

zwischen den beiden Batteriehälften wird die zentrale Druckminder- und Umschaltstation angeordnet. Eine solche Anlage arbeitet dann in der Weise, daß zunächst der Vorrat einer Batteriehälfte verbraucht wird. Die andere Seite steht dann als betriebsbereite Reserve bis zum Umschaltvorgang zur Verfügung.

In der zentralen Druckminderstation wird der hohe und veränderliche Flaschendruck (im gefüllten Zustand 200 bar) in zwei Druckminderstufen auf den im Verteilernetz gewünschten Betriebsdruck von 5 bar reduziert.

Bei Großanlagen erfolgt die Druckminderung in zwei örtlich getrennten Druckminderstufen. Man nutzt hierbei zur Überwindung größerer Entfernungen den höheren Druck der ersten Stufe mit annähernd 10 bar aus.

- 7.2 Zentrale Druckluft-Erzeugungsanlagen werden aus Sicherheitsgründen stets aus mindestens zwei Kompressoren und zwei Druckluftkesseln aufgebaut. Hierbei arbeiten die zweckmäßigerweise gleich leistungsstark gewählten Kompressoren im Wechsel in der Grundlast auf die gemeinsamen Kessel und ergänzen sich bei Spitzenbedarf, wenn ein Kompressor die erforderliche Leistung allein nicht mehr aufbringen kann.

Die Aufstellung von zwei Kesseln hat sich als zweckmäßig erwiesen, weil diese der routinemäßigen Überprüfung durch den TÜV unterliegen (z.Z. alle 6 Jahre) und so bei entsprechender Kupplung der Kessel mit Absperrventilen und Umgehungsleitungen eine Überprüfung der Kessel nacheinander ohne wesentliche Störung des laufenden Betriebes erlaubt.

Für die Erzeugung von Druckluft haben sich Kolbenverdichter bewährt, die Betriebsdrücke von 15 oder 25 bar erzeugen. Es sind mehrstufige Aggregate, die entweder oelgeschmierte Kolben haben oder aber Kolben mit selbstschmierenden oelfreien Kolbenringen besitzen. Letztere sind sogenannte Trockenläufer.

Die oelgeschmierten Kompressoren sind robust und weniger störanfällig als Trockenläufer und was ebenfalls nicht ohne Gewicht ist, wesentlich billiger bei gleicher Leistung.

Für welchen Typ der Kompressoren man sich auch entscheiden mag, in beiden Fällen ist es notwendig, zur Sicherstellung atembarer Luft, zwischen Kessel und Verteilernetz noch eine zuverlässige Luftfilterung einzusetzen.

- 7.3 Für zentrale Vakuum-Erzeugungsanlagen haben sich Rotationspumpentypen gut bewährt. Während früher fast ausschließlich die Wasserringpumpen eingesetzt wurden, haben sich in den letzten Jahren mit Rücksicht auf die Notwendigkeit, Wasser zu sparen, auch Stahlschieberpumpen mehr und mehr durchgesetzt.

Beide Pumpentypen sind in der Lage, das für die zentralen Anlagen erforderliche Vakuum nach Höhe und Saugleistung zu erzeugen.

Unabhängig von der Wahl der Pumpentype, werden auch die Vakuum-Erzeugungsanlagen als Doppelpumpenaggregate aufgebaut, so daß von den Pumpen wechselseitig die Grundlast übernommen werden kann und bei Spitzenbedarf automatisch die zweite Pumpe zuschaltet. Im Gegensatz zu den Druckluft-Erzeugungsanlagen genügt hier ein Kessel, denn Vakuumkessel unterliegen nicht der TÜV-Überprüfung.

Die Kesselgröße ist jedoch so zu bemessen, daß die Pumpen nicht zu häufig schalten und bei starker Inanspruchnahme der Anlage auch ein genügend großer Puffer vorhanden ist.

An dem Kessel wird das Rohrsystem der Vakuumanlage angeschlossen, jedoch unter Zwischenschaltung einer sogenannten Sekretauffang- und Spülvorrichtung und einer Doppelfiltereinheit zur Reinigung der angesaugten Luft von Bakterien.

7.4 Überwachungs- und Warnanlagen

Es ist notwendig, die Funktion und Betriebsbereitschaft der zentralen Versorgungsanlagen zu überwachen, und zwar derart, daß auftretende Fehler so rechtzeitig gemeldet werden, daß das Bedienungs- und Pflegepersonal noch Zeit hat, entsprechende Notmaßnahmen zu ergreifen. Andererseits müssen aber auch Meldungen erfolgen, wenn das für den Betrieb der Anlagen zuständige technische Personal irgendwelche Tätigkeiten durchzuführen hat, um die Kontinuität der Versorgung sicherzustellen, wie z.B. das Auswechseln von leeren Druckgasbehältern gegen volle, bei Flaschenbatterien oder das Nachfüllen von flüssigem Sauerstoff bei Kaltvergaseranlagen.

Demgemäß unterscheidet man zwischen den Betriebsüberwachungssignalen, die also anzeigen, wenn z.B. der Vorrat einer Batterieseite erschöpft ist und die Anlage auf die Reserveseite umgeschaltet hat und den Katastrophenwarnsignalen, welche den Ausfall einer Anlage anzeigen.

Betriebs- wie auch Katastrophenwarnsignale sind elektrische Warnanlagen mit optischer und akustischer Anzeige, die vom Druckpiloten bzw. Relais gesteuert werden. Die Betriebsüberwachungssignale sind ausschließlich für das technische Bedienungspersonal von Bedeutung, die Katastrophenwarnsignale dagegen für das Pflegepersonal. Demgemäß werden die K-Signale auch direkt im Aufsichtsbereich der Pflegestation montiert, so daß eine Notversorgung der Patienten sofort veranlaßt werden kann. Die K-Signale zeigen auch ausschließlich an, daß der Betriebsdruck in einer Anlage absinkt, also in Kürze keine Versorgung mehr erfolgt. Die Betriebsüberwachungsanlagen werden je nach Größe der Anlagen unterschiedlich ausgeführt. Bei Großkliniken laufen entsprechende Anzeigen direkt auf einen Computer und werden dort in entsprechende Anweisungen für das Personal umgewandelt.

7.5 Die Untergruppen - Kontroll- und Absperrkästen

Die Unterteilung der Gesamtentnahmestellen eines Mediums

in Haupt- und Untergruppen ist nur sinnvoll, wenn man diese Gruppen jeweils dann auch für sich absperrbar und kontrollierbar macht.

Hierzu dienen die Kontroll- und Absperrkästen. In diesen Kästen, die wandbündig und verschließbar in den einzelnen Stationen, möglichst in der Nähe des Schwesterndienstplatzes eingebaut werden, sind je Gasart ein Absperrventil und nachgeschaltet ein Druckmesser und Kontaktgeber eingebaut.

Die Unfallverhütungsvorschrift Sauerstoff VGB 62 schreibt den Einbau dieser Absperrorgane pro Station für Sauerstoff vor, damit in Gefahrenfällen eine stationsweise Absperrung von Anlagenteilen erfolgen kann.

Damit ist innerhalb der Geschosse bzw. Stationen zugleich auch die bereits erwähnte Horizontalverteilung der Medien festgelegt. Ein System, welches sich aber auch bei den erforderlichen routinemäßigen Überprüfungen oder bei Reparaturen oder Erweiterungen der Anlagen bestens bewährt hat.

- 7.6 Die Entnahme- bzw. Anschlußstellen der zentralen med. Versorgungsanlagen werden heute allgemein als selbsttätig schließende Steckkupplungen ausgeführt und so ausgebildet, daß eine Gasartverwechslung beim Anschluß der Geräte mit Sicherheit ausgeschlossen wird.
- In Diskussionen auf übernationaler Ebene wurden folgende Forderungen aufgestellt:

- 7.6.1 Steckkupplungen müssen leicht und sicher zu bedienen sein, denn nur unter dieser Voraussetzung können Geräte schnell und zuverlässig angeschlossen werden. Von der raschen Inbetriebsetzung eines Gerätes hängt oft das Leben eines Patienten ab.

...

- 7.6.2 Zuverlässige Gasartkennung und -sicherung ist vorzusehen. Jede Entnahmestelle muß eine dauerhafte Gasartbeschriftung erhalten und so ausgebildet werden, daß beim Einstecken eines Gerätes oder Schlauchstekkers eine Gasartverwechslung ausgeschlossen ist.
- Eine zulässige Ausnahme bildet allein der Stecker für Druckluft. Dieser ist bewußt so geschaltet, daß er auch in eine Kupplung für Sauerstoff eingesteckt werden kann, denn dadurch erreicht man, daß bei Ausfall der Druckluftversorgung (z.B. bei Stromausfall) die Geräte in diesem Notfall dann auch mit dem Druck des Sauerstoffes angetrieben werden können. Umgekehrt kann man einen Sauerstoffstecker selbstverständlich nicht in eine Druckluftkupplung einstecken.
- 7.6.3 Durch eine sogenannte innere Gasartsicherung der eigentlichen Kupplung, ist sicherzustellen, daß auch bei Reparaturen an den Entnahmestellen Gasartverwechslungen ausgeschlossen werden.
- 7.6.4 Entnahmestellen sind mit Rückschlagventilen auszurüsten, um bei notwendigen Reparaturen an den Kupplungen die Versorgungsnetze nicht drucklos machen zu müssen.
- 7.6.5 Das Ein- und Auskuppeln der Geräte soll in zwei Stufen erfolgen, wodurch eine sogenannte "Parkstellung" für die angeschlossenen Geräte gewonnen wird, d.h. ein Gerät kann an eine Entnahmestelle "in Bereitschaft" angeschlossen werden, ohne daß ein Gas strömt, also ohne daß die Steckkupplung geöffnet ist.
- 7.6.6 Die Einbautiefe einer Wandentnahmestelle soll kleiner oder gleich 50 mm betragen, und es muß eine stufenlose Anpassung an unterschiedliche Putzdicken bis zu

50 mm möglich sein. Damit die Entnahmestellen problemlos sowohl in Leichtbau als auch in Massivwänden eingesetzt werden können.

In den Operations- und Spezialbehandlungsräumen kommt es entscheidend darauf an, die Anschlüsse für die verschiedenen Medien möglichst dicht an den Behandlungstisch heranzubringen, ohne daß Kabel oder Schläuche am Boden herumliegen und dort ein gefährliches Stolperhindernis bilden.

Um diese Aufgabe zu lösen, bieten sich drei Möglichkeiten an:

- Deckensäulen oder -pendel
- Wandschwenkarme
- Bodensäulen bzw. Anschlüsse im Boden.

In der Praxis setzt sich in der Regel das durch, was zweckmäßig und sicher ist, und so kann man feststellen, daß sich alle Lösungen - und hier gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Ausführungsformen - die von der Decke her kommen am besten bewährt haben. Diese Lösungen setzen jedoch voraus, daß man diese Armaturen an einer tragfähigen Decke installieren kann und vor allem auch die Leitungen zu den Aufhängepunkten führen kann.

In den Operationssälen wird eine Vielzahl von Versorgungsanschlüssen benötigt, und zwar sowohl zum Anschluß der Geräte, die der Anästhesist benötigt, wie auch der Geräte, die der Chirurg einsetzt. Der Arbeitsplatz der Anästhesisten ist in der Regel hinter dem Kopf oder seitlich vom Kopf des Patienten, je nachdem welche Operation der Chirurg durchzuführen hat. Für die Versorgung seiner Geräte ist also eine Versorgungseinheit mit Anschlüssen an der Kopfseite des Tisches zweckmäßig. Anders dagegen ist es mit dem Chirurgen. Je nach Operation nehmen er und seine Assistenten eine andere Position am Tisch ein.

Daraus hat sich ergeben, daß es sinnvoll ist, zwei Versorgungseinheiten je Operationstisch vorzusehen und die Anschlüsse wie folgt zu verteilen:

Versorgungsanschlüsse für den Chirurgen:

- 1 x Druckluft (5 bar)
- 2 x Primärvakuum
- 1 x Druckluft (10 bar)
(Airmotor)
- 6 x 220 V, aufgeteilt auf mindestens 2 Stromkreise.
Evtl. Anschlüsse für Schwachstrom.

Versorgungsanschlüsse für den Anästhesisten:

- 2 x Sauerstoff
- 1 x Druckluft (5 bar)
- 1 x Lachgas
- 2 x Primärvakuum
- 1 x Narkosegasabsaugung
- 6 x 220 V, aufgeteilt auf mindestens 2 Stromkreise.

8. Installation der Anlagen

Die Ausführung der zentralen med. Gas-, Druckluft- und Vakuumversorgungsanlagen sollte grundsätzlich nur Fachfirmen übertragen werden, die über entsprechend geschultes Personal und Erfahrungen verfügen. Fehler bei der Montage setzen den Nutzungswert erheblich herab und können im äußersten Fall zum Tod von Patienten führen, wenn z.B. Gasleitungen bei der Montage vertauscht und der Fehler vor der Inbetriebnahme nicht bemerkt wurde.

Die Errichtung der Anlagen erfolgt in der Regel in zwei Abschnitten, nämlich der Vormontage und der Fertigmontage.

...

Die Vormontage umfaßt bei Neubauten und Altbauten die Installation all der Anlagenteile, die später unter Putz in abgehängten Decken, in Zwischenwänden oder Installations-schächten verschwinden, also all der Teile, die später nicht mehr ohne weiteres zugänglich sind. Hierzu gehören weite Teile des Rohrverteilernetzes, die Einbauteile der Entnahmestellen, der Kontroll- und Absperrkästen, alle Arten von Halterungen u. dgl.

Die Fertigmontage umfaßt dann die betriebsfertige Her-richtung der vorerwähnten Bauelemente, die Anbringung der Sonderarmaturen, die Aufstellung der Zentralen, den An-schluß der Warnsysteme, die Herstellung der Strom-, Was-ser- und Abwasseranschlüsse usw. und nicht zuletzt dann auch die gewissenhafte Überprüfung der gesamten Anlagen auf einwandfreie Funktion und Beschaffenheit.

Wie soll nun die Ausführung erfolgen, was ist dabei be-sonders zu beachten:

Für die Verteilernetze dieser Anlagen soll grundsätzlich - einzige Ausnahme Acetylen-Verteilernetze - hochwertiges Kupferrohr zur Anwendung kommen, das den hohen Anforderun-gen an die Schweiß- und Hartlötbarkeit gerecht wird, wie z.B. Sf-Cu-Rohr nach DIN 17.671. Dieses Rohr ist naht-los gezogen, in Vakuum geglüht und fettfrei. Es wird in Ringen oder Stangen geliefert, deren Enden verschlossen sind, so daß es gegen Verschmutzung im Innern gesichert ist. Hohe Maßhaltigkeit nach DIN 1754 schafft die Voraus-setzung für ein einwandfreies Hartlöten mit Fittings.

Die Entnahme- und Anschlußstellen sind so zu setzen, daß eine einfache Bedienung der später daran anzuschließenden Geräte möglich ist. Da viele Geräte mit Meßgeräten und Einstellskalen ausgerüstet sind, hat sich eine Höhe der Wandentnahmestellen über Fußboden zwischen 1,20 und 1,60 m bewährt. In Krankenzimmern mit mehreren Betten ordnet man

die Entnahmestellen zwischen dem ersten und zweiten Bett - von der Tür aus gesehen - an. Auf diese Weise kann man an einer Entnahmestelle über Doppelarmaturen oder Verteilerstücke auch einmal zwei Patienten gleichzeitig anschließen.

Beim Aufbau der Zentralen ist besonders sorgfältig zu verfahren. Eine übersichtliche und großzügige Anordnung hat sich stets bewährt. Die Räume selbst sind sauber herzurichten. Gekachelte Wände verringern den Staubanfall und erleichtern die Pflege der Anlage und der Räume. Es sind genügend Anschlüsse für Strom vorzusehen und die Räume ausreichend zu beleuchten. Für diese Räume ist Feuchtraumausführung der E-Installation vorgeschrieben. Alle elektrischen Aggregate und Einrichtungen sind an die Notstromversorgung anzuschließen. Die Räume sollten eine möglichst gleichmäßige Temperatur aufweisen.

Bei Druckluft und Vakuumerzeugungsanlagen ist auf einen ausreichenden Abstand der Aggregate von der Wand zu achten. Alle Teile müssen so aufgestellt werden, daß man sie später, wenn ein Austausch notwendig werden sollte, auch ohne Schwierigkeiten demontieren und abtransportieren kann.

Schall- und Schwingungsschutzmaßnahmen sind zu beachten.

Nach vollendeter Montage der gesamten Anlagen hat eine gründliche Überprüfung und ein Probetrieb zu erfolgen, über deren Ergebnis zweckmäßigerweise ein Protokoll gefertigt wird.

Nach dem richtigen Grundsatz, daß sich niemand selbst kontrollieren kann, sollte die Abnahme der Anlagen nicht durch die Monteure erfolgen, sondern durch Dritte, am besten anhand vorgegebener Checklisten.

Eine solche Überprüfung wird je nach Größe und Zahl der Anlagen sehr zeit- und damit auch kostenaufwendig sein, aber sie hat sich bewährt und schon oft vor nicht wieder

gutzumachendem Schaden bewahrt.

Die Anlagen sollen einwandfrei arbeiten, solange der Betrieb eines Hauses währt. Das können sie aber nur, wenn sie auch ständig routinemäßig gewartet und inspiziert werden. Nur ein rechtzeitiger Austausch von Verschleißteilen verhütet Reparaturen und sichert den geforderten kontinuierlichen Betrieb der Anlagen.

9. Vorschriften

Für die Projektierung und Ausführung gibt es - wie bereits erwähnt - in Deutschland keine verbindlichen umfassenden Vorschriften. Trotzdem sind für Teile dieser Anlagen selbstverständlich einschlägige Vorschriften und Gesetze zu beachten und sinngemäß anzuwenden. Hierzu gehören:

Das "Gesetz über technische Arbeitsmittel",

die "Druckgasverordnung" (Verordnung über ortsbewegliche Behälter und über Füllanlagen für Druckgase),

die "VDE-Vorschriften", insbesondere VDE 107 und 0750,

die vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaft herausgegebenen einschlägigen Vorschriften, wie z.B. VBG 62 und "Die Grundsätze für die Arbeitssicherheit in Operationseinrichtungen",

das "Merkblatt über den Umgang mit Sauerstoff", herausgegeben von der Berufsgenossenschaft der chem. Industrie,

und weiteres mehr.

Sicher werden neue Erkenntnisse und weitere Erfahrungen ebenfalls ihren Niederschlag in ergänzenden oder neuen Richtlinien, Vorschriften oder Gesetzen finden. In diesem Zusammenhang sei erinnert an die Forderung nach sicherer Abführung der überschüssigen Narkosegase, insbesondere von Halothan und Lachgas, um gesundheitliche Schäden bei den im Operationssaal tätigen Personen auszuschalten.

Z.Z. befaßt sich z.B. auch der "Fachausschuß Chemie" des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften mit der Ausarbeitung der "Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosible Atmosphäre" (sog. Explosionsschutz-Richtlinien).

Aber auch ohne umfassende Richtlinien ist es möglich, diese Anlagen betriebssicher und leistungsgerecht zu bauen, wobei immer wieder die Betonung auf Zuverlässigkeit und Sicherheit gelegt werden muß.

Sicher sind diese Anlagen dann, wenn an den zugeordneten Entnahme- und Anschlußstellen jeweils das bestimmungsgemäße Medium ununterbrochen und in ausreichender Menge innerhalb des vorgegebenen Betriebsdruckbereiches entnommen werden kann.

H.-J.Wilke, Dipl.-Ing.,
Drägerwerke AG
Postfach 1339
2400 Lübeck 1

EDV-gestützte Instandhaltung energietechnischer Anlagen

Adalbert Graef, Wilhelmshaven

1. Schematisierung durch Dreiteilung

Die durch fortgesetztes Eindringen in die Gesetzmäßigkeiten der Natur gewonnenen Erkenntnisse führen zu Ergebnissen und erweitern ständig unsere Fähigkeiten. Die Menge der sich daraus ergebenden Möglichkeiten nimmt zu und wird immer schwerer überschaubar. Das Zusammenführen dieser anwachsenden Vielfalt zwingt zu strengeren Forderungen an Planung, Organisation und Steuerung. Diese wiederum setzen die klare Übersicht voraus, d. h. eine sich ständig anpassende Schematisierung. Will man sich hierbei nicht in allzu komplizierten Strukturen verlieren, ist eine der Einfachheit dienende Willkür in vertretbaren Grenzen angebracht.

Einer ersten, einfachen Schematisierung kann eine Dreiteilung genügen, die in den vorigen Sätzen benutzt wurde: Die aus Erkenntnissen gewonnenen Ergebnisse erweitern die Fähigkeiten. Eine der Planung entsprechende Organisation ermöglicht die Steuerung. Ein weiteres Beispiel aus der Militärtechnik: Bei den Lenkwaffen werden Messdaten vom Sensor erfasst, vom Dator in Zieldaten umgewandelt und aktivieren den Effektor.

Bei der kurzen Behandlung des Vortragsthemas kann eine Dreiteilung ebenfalls zur Übersichtlichkeit und zum Erkennen von Wechselwirkungen beitragen. Dazu läßt man die in drei Funktionsgruppen aufgeteilte Instandhaltung in drei Stränge kanalisiert wirksam werden: 1. am Objekt, 2. durch das Instrument und 3. mit dem Hilfsmittel, der EDV. Das Bild 1 gibt die Übersicht und zeigt auch die Dreiteilung von Objekt, Instrument und Hilfsmittel. An diesem Grobschema orientieren sich die weiteren Betrachtungen.

2. Funktionen der Instandhaltung

Anlagen und Geräte sind durch Wechselwirkungen mit den übrigen Teilen des sie beinhaltenden Systems und mit der Umwelt Zustandsänderungen unterworfen. Diesen Änderungen soll die Instandhaltung entgegen wirken. Somit liegt es nahe, die Instandhaltung als Summe aller Maßnahmen zu definieren, die der Gewährleistung von Einsatzbereitschaft und Zuverlässigkeit dienen.

Die Vielzahl der in Frage kommenden Maßnahmen läßt es angezeigt erscheinen, sie zu Funktionen zusammenzufassen. Zu einer weiteren Vereinfachung und zu mehr Übersicht gelangt man durch eine Dreiteilung in Funktionsarten, die sich durch ihre Verknüpfungsmöglichkeiten unterscheiden: 1. Veranlassende Funktion mit nur einem Signalausgang, 2. vermittelnde Funktion mit Signalein- und -ausgang, 3. ausführende Funktion mit nur einem Signaleingang. Man gelangt so zu einem übersichtlichen Blockschaltbild der Instandhaltung - Bild 2.

2.1 Veranlassen

Die im Rahmen der Instandhaltung auszuführenden Maßnahmen sind selbstverständlich von den Gegebenheiten abhängig, deren Erkennen die Hauptaufgabe dieser Funktionsart ist. Sie haben das Erkannte den ausführenden Funktionen steuernd zu übermitteln. Der Zustand eines materiellen Systems ist laufend zu überwachen. Dieses kann auf zwei Arten geschehen, nämlich durch Prüfungen von Funktionswerten und durch Registrierungen von Einflußgrößen (Alter, Belastung, Umweltbedingungen usw.). Es ergeben sich planbare Maßnahmen, die unter der Bezeichnung "Zustandsüberwachung" zusammengefaßt werden können.

Der Bedarf an Instandhaltungsmaßnahmen ist auch weitgehend vom Störungsverhalten abhängig. Die Analyse der Störung und die Auswertung von Störungsdaten geben wichtige Hinweise zu deren Minderung. Damit ist unter dem Begriff "Störungsanalyse" eine weitere Gruppe von Maßnahmen erfaßt, die veranlassenden Charakter haben.

2.2 Vermitteln

Die Praxis zeigt, daß die veranlassenden Funktionen umfangreiche Teile enthalten, die nur gelegentlich verwendet werden. Es ist daher ratsam, sie für Bedarfsfälle vermittelnd zwischenschalten.

Bei starker Verkopplung vieler Einflußgrößen kann sich die Notwendigkeit des Verfolgens der Zuverlässigkeit ergeben. Wenn erforderlich, soll die Zuverlässigkeitsuntersuchung ausführende Funktionen aktivieren können.

Auch die in Störungsfällen notwendige Ermittlung funktionsunfähig gewordener Bauteile bildet ein umfangreiches System von Maßnahmen, die nicht ständig benötigt werden. Sie werden daher ebenfalls zur gelegentlichen Verwendung als Fehlersuche vermittelnd einzuschalten sein.

2.3 Ausführen

Die bei der Instandhaltung auszuführenden Maßnahmen lassen sich gliedern in Pflege als Fernhalten schädlicher Einflüsse, Wartung als Aufrechterhalten vorgegebener Betriebsbedingungen und Instandsetzung als Verhindern oder Beseitigen von Störungen.

Pflege und Wartung sind Begriffe, die keiner weiteren Erläuterung bedürfen. Die Instandsetzung wird zweckmäßig in vorbeugende und korrigierende unterteilt, da letztere nicht planbar ist. Die Wartung und die vorbeugende Instandsetzung können sich aufgrund technischer Gegebenheiten überlappen. Die Grenze kann dann organisatorisch gezogen werden in der Weise wie man Hilfsstoffe von Ersatzteilen trennt. Die Instandsetzung ist dann durch den Austausch eines Bauteiles gegen ein neuwertiges beschrieben.

3. Der Energiebetrieb als Objekt

Bei der Energieversorgung steht man hinsichtlich Energieform, Verteilungsweise und Anwendungsarten einer schwer überschaubaren Vielfalt gegenüber. Im vorigen Satz ist bereits eine Dreiteilung angesprochen, diese eignet sich jedoch wenig für die Belange der Instandhaltung. Hier erscheint die Grobteilung zum Festlegen der Schnittstellen allgemeingültig angebracht: Erzeugen, Regeln, Verteilen. Hierbei muß das materielle System "von Innen" gesehen werden und die Festlegung der Schnittstellen kann auch von nichttechnischen Gegebenheiten beeinflusst werden.

3.1 Erzeugen

Beim Abstecken der Grenzen des Erzeugens ist der gedankliche Übergang zwischen Empfangen und Liefern hilfreich. Gewöhnlich wird das Erzeugen mit dem Empfang des Energieträgers beginnen und mit dem Bereitstellen zur Verteilung an ein Netz enden. Es muß allerdings zugelassen werden, daß in einem Falle das Erzeugen (sprich: Umwandeln) mit der Übernahme von Kohle, Öl, Brennstäben u. a. beginnt und mit der Einspeisung in ein Verbundnetz endet, während beim rein energiebeziehenden Betrieb nur die Eingangstransformatoren gemeint sein können.

3.2 Regeln

Als Bindeglied zwischen und bei dem Erzeugen und Verteilen ist das Regeln nicht nur ein vermittelnder Bestandteil, der "Angebot und Nachfrage" in Übereinstimmung bringt. Vielmehr ist hier eine Fachrichtung tätig, die bezüglich der Instandhaltung in der Praxis gesondert gesehen werden muß. Bei einer rationellen Instandhaltung bedarf die Personalplanung besonders beim Einsatz einzelner Qualifikationen einer erhöhten Aufmerksamkeit. Hier wird der Grobteil Regeln nur zu einem Teil selbständig tätig sein und auch dem Erzeugen und dem Verteilen Zuarbeit leisten müssen. Dieses ist bei der Planung nicht nur fachtechnisch, sondern auch bei der räumlichen Arbeitsvorbereitung für die Instandhaltung zu berücksichtigen.

3.3 Verteilen

Das Verteilen geschieht durch ein Netz. Auch hier kann die Abgrenzung durch die Begriffe "Empfangen und Liefern" vorgenommen werden. Die Schnittstelle zum Erzeugen wird sich im Allgemeinen recht einfach festlegen lassen. Der Übergang zum Verbraucher dagegen muß präzise markiert werden, denn hier setzt ein anderes Aufgabengebiet der Instandhaltung ein. Jenseits dieser Schnittstelle wird man anwendungs- bzw. verbraucherseitig mit einer Fülle von anderen Organisationsformen konfrontiert, - man denke dabei nur an die Geräterwartung, Garantievereinbarungen unterschiedlichster Art, Sicherheitsbestimmungen,

aber auch an die Abgrenzung zwischen Instandhaltung und Betreiben.

Der Objektteil "Verteilen" (Netz) ist organisatorisch unter anderen Gesichtspunkten zu sehen, da hier besonders durch Lage und Ausdehnung eigene logistische Anforderungen gestellt werden. Als extremes Beispiel mag die Flugüberwachung von Erdölleitungen dienen.

4. Die geplante Instandhaltung als Instrument

Die geplante Instandhaltung ist das Instrument, das der Funktion Instandhaltung als Arbeitsvorbereitung dient. Da die Instandhaltung von äußeren Einflüssen (z. B. Auftragslage) weitgehend unabhängig ist, läßt sie sich besonders einfach schematisieren. Hier kann in aller Kürze nur die einfachste Form der , geplanten Instandhaltung angesprochen werden, wie sie für z. B. kleinere Krankenhäuser ausreicht. - Broschüre St. Willehad, Wilhelmshaven -.

4.1 Planen

Auch die einfachste Planung muß alle erforderlichen Daten enthalten. D. h. es sind die instandhaltungswürdigen Geräte aufzuführen, die an ihnen durchzuführenden Maßnahmen zu benennen, der erforderliche Zeitaufwand zu schätzen und eine wirtschaftliche zeitliche Verteilung anzugeben. Die nicht verwechselbare Ansprache der Maßnahme ist durch Angabe des Gerätes, der Wiederholungsperiode und einer Zählnummer gewährleistet. Für größere Betriebe ist es angebracht, zu Zwecken des Vergleiches der Wartbarkeit und Verfügbarkeit den gesamten Maßnahmenbestand anzugeben und die Maßnahmen innerhalb jeweils einer Periode von 10 Arbeitstagen nach Fachrichtungen zu unterteilen. In jedem Fall dient der geschätzte Arbeitsaufwand (Zeitbedarf) im Zusammenhang mit der Verteilung einer zuverlässigen Personaldisposition..

4.2 Organisieren

Das einfachste Organisationsmittel ist ein Kartensatz, der sämtliche zur Durchführung der einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen erforderlichen Angaben enthält und dessen einzelne Karten nach dem vorgenannten Plan abrufbar sind.

Die Grundlage bilden die Anweisungs- oder Wartungskarten. Sie enthalten sämtliche Arbeitsdaten und entsprechen den einzelnen Maßnahmen. Diesen Karten kann jeweils ein Durchführungsnachweis beigegeben werden, wodurch die Arbeitskontrolle gewährleistet ist.

Wird zur Durchführung einer Maßnahme eine andere benötigt (z.B. Stilllegung eines Gerätes), so ist eine Vereinbarung zu treffen. Dieser dient eine mit entsprechendem Vorlauf ausgegebene Vereinbarungskarte. Ebenfalls mit erforderlichem Vorlauf werden Bedarfskarten ausgegeben, die das Bereitstellen von Ersatzteilen und Hilfsmitteln sichern, sowie in einzelnen Fällen Anforderungskarten, falls Fremdleistung (Kontraktoren, TÜV usw.) erforderlich sind.

4.3 Steuern

Die Steuerung bedient sich sowohl der Planungsunterlagen, als auch der Organisationsmittel. In den meisten Fällen wird eine planungsgerechte Steuerung möglich sein, d. h. diese wird sich auf die entsprechende Ausgabe der Karten und Vermerke in der Planungsunterlage beschränken können. Unvorhergesehene Ereignisse (z. B. Krankheit, Urlaub usw.) werden ein zeitliches Verschieben der Maßnahmen mit Markierungen im Arbeitsplan erforderlich machen. Zusätzliche Angaben in den Organisationsmitteln (Kartensatz) sind hier nützliche Entscheidungshilfen, soweit sie Wichtigkeit der Maßnahme und zeitliche Toleranz enthalten. Der Soll/Ist-Vergleich gibt nach Auswertung wertvolle Aufschlüsse für künftiges Handeln, d. h. er bringt die geplante Instandhaltung "zum Leben".

5. EDV als Hilfsmittel

Bei der Datenverarbeitung ist zur ersten Erklärung des Aufbaues die Dreiteilung unter dem Namen EVA (Eingeben, Verarbeiten, Ausgeben) bekannt. Für die Besprechung der EDV als Hilfsmittel der Instandhaltung bietet sich die Dreiteilung in die Tätigkeiten

Speichern
Ordnen
Auswerten

als zweckdienlich an.

Vorab sei gesagt, daß hier dem Einsatz der EDV als Selbstzweck nicht das Wort geredet werden soll. Ferner wird sie in vielen Fällen nur begrenzte Funktionen übernehmen können und durch die Mikrofilmtechnik zu ergänzen sein (lange Texte und Abbildungen). Ihre Vorteile sollen nachstehend angesprochen werden.

5.1 Speichern

Die für die Instandhaltung als notwendig erkannten und erarbeiteten Daten und Texte stellen einen erheblichen Teil des Betriebsvermögens dar. Sie sind daher sorgsam zu archivieren und zu sichern, wozu die EDV auf wirtschaftliche Weise in der Lage ist. Dieser Archivbestand ändert sich laufend mit dem Ausrüstungs- und Erkenntnisstand. Auch hierzu kann die EDV ausgezeichnete Dienste (schnell und wirtschaftlich) leisten. Zunächst kann festgehalten werden, daß große Datenmengen, wie sie für die Instandhaltung benötigt werden, kostengünstig untergebracht werden können.

5.2 Ordnen

Um die gespeicherten Daten rationell verfügbar zu halten, ist ein zweckdienliches Ordnen unerlässlich. Die Zweckdienlichkeit

ist im Zusammenspiel der Beschaffenheit der Anlage mit den Forderungen der Anwendung zu sehen, wobei beim heutigen Stand der Technik anlagenseitig vielfältige und wirtschaftliche Möglichkeiten geboten werden. Stets aber unterliegt das Ordnen von der Maschinenseite her der Forderung nach schnellem, und damit kostengünstigem Zugriff, das bedeutet, daß Art und Häufigkeit der Abfrage, Blockgröße und Speicherzelle sorgsam geplant sein müssen.

Von der Anwendung her ist den Belangen der Instandhaltung Rechnung zu tragen. Daher ist zunächst die gesamte Instandhaltungstätigkeit in einzelne Maßnahmen zerlegt vorzulegen. Hierbei ist auf die Verkettung der vorher genannten Funktionsarten und übrigen Zusammenhänge zwischen den Maßnahmen zu achten. Ferner sind Sortiermerkmale zu wählen und zu beachten, die den bedarfs-tragenden Betrieb und die Verzahnung der Instandhaltung mit der Material- und Zeitwirtschaft berücksichtigen. Um hier nicht auszufern, können nur einige Ordnungskriterien angesprochen werden.

Die weiteren Forderungen an das Ordnen haben sich an Art und Tiefe der verlangten Informationen zu orientieren und werden maßgeblich von dem Bedarf an Steuerungsfunktionen beeinflusst. Für die maschinell unterstützte Steuerung wird die Dringlichkeit und zeitliche Verschiebbarkeit von Maßnahmen ein wesentliches Merkmal.

5.3 Auswerten

Die Auswertung der geordneten, gespeicherten Daten kann direkt zur Steuerung der Instandhaltung herangezogen werden, indem den einzelnen Organisationselementen die Arbeiten zugeteilt werden. Die Vollzugsmeldung an die Zentrale löst dann die Zuteilung zum nächsten Zeitpunkt aus. Bleibt diese aus, kann die Zentrale maschinell die Maßnahme in der Dringlichkeit höher rücken oder gar ein Betriebsverbot für die betroffenen Betriebsteile auslösen. Es können auch Maßnahmen geringerer Bedeutung zu Gunsten anderer, vor allem sicherheitswichtiger Maßnahmen, zurückge-

stellt oder gar der Verzicht ausgesprochen werden. Bei der Undurchführbarkeit betriebswichtiger Maßnahmen ist vorausschauend das rechtzeitige Anfordern von Fremdleistungen möglich.

Ebenso wie die Steuerung kann die Auswertung der Personalplanung und der Ersatzteilbewirtschaftung dienen. Eine Auswertung der Häufigkeit und Verteilung von Störungen ist dem Einleiten von zusätzlichen Instandhaltungsmaßnahmen, dem rechtzeitigen Erkennen von Schwachstellen, aber auch die Beurteilung für die Ersatzbeschaffung dienlich.

Dr. Adalbert Graef

Materialinformationszentrum -
Gesellschaft für Logistik mbH

Postfach 967 - Gökerstraße 68
2940 Wilhelmshaven

"Das Medium Dampf im Krankenhaus - Verwendung, Erzeugung, Transport" von H. Pitzer, Hürth

1. Verbraucher

Von den einzelnen Verbrauchern im Krankenhaus werden an die Dampfqualitäten die unterschiedlichsten Anforderungen gestellt. Die Hauptunterscheidungsmerkmale sind:

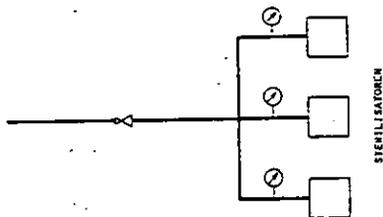
- Dampfdruck
- Dampftemperatur (Sattdampf oder Überhitzerdampf)
- Reinheit

In der nachfolgenden Tabelle wurde, stellvertretend für eine größere Anzahl untersuchter Kliniken, der verbrauchergruppenabhängige Dampfverbrauch dargestellt. In der tabellarischen Darstellung war lediglich eine Unterteilung nach dem Qualitätsmerkmal "Reinheit" möglich.

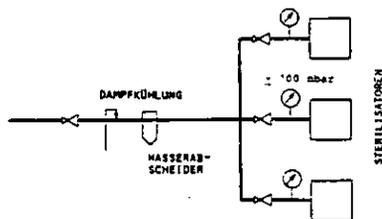
Sterilisatoren:

Die Anforderung an die Dampfreinheit ist in DIN 58946/2/01.77 ausreichend beschrieben. Außerdem ist die zulässige Druckabweichung mit ± 100 mbar, woraus sich eindeutige Anforderungen an die Qualität der zu verwendenden Dampfdruckminderer ergeben, unmißverständlich angegeben. Diese geringe Drucktoleranz ist nur durch Einzelregelung und Vorregelung, gemäß der rechten Darstellung in Bild 2, einzuhalten.

DAMPFANSCHLÜSSE AN STERILISATOREN



GEWEINSAME DAMPFDRUCKREGELUNG



EINZELREGELUNG MIT VORREGELUNG UND DAMPFKÜHLUNG

Aufstellung von Dampfverbrauchern an Beispielen von 4 Kliniken

Dampfverbraucher	Universitäten										Städtische										Mittelwerte			
	1 = Göttingen 1250 bis 1800 Betten					2 = MFA Regensburg 1000 Betten					1 = Wolfaburg					2 = Esch 500 Betten								
	Brauchdampf					Reindampf					Brauchdampf					Reindampf								
	1	%	2	%	bar	1	%	2	%	bar	1	%	2	%	bar	1	%	2	%	bar	%	bar	kg/Bedt	
1. Luftbefeuchtung	---	---	---	---	---	22,7	50,9	0,5	5,9	1,6	---	---	---	---	---	1,6	45,2	0,4	10,2	1,5	2,5	0-50	1,2-2,5	-
2. Sterilisatoren	-	-	-	-	-	6,7	15,0	0,65	7,7	2,5	-	-	-	-	-	0,6	16,9	0,48	12,2	2,5	8-18	2,5	1 -6	
3. Desinfektion	0,8	-	1,0	11,8	2,5	-	-	-	-	-	0,3	8,5	0,25	6,4	0,4	0,5	-	-	-	-	6-12	0,5-8,0	0,5-1	
4. Köche																								
4.1 Kochgut wird dampfberührt						0,6	1,3	-	-	1,6											1,3	2,6	-	
4.2 ohne direkte Dampfberührung	4,6	10,3	3,3	39,1	0,5	-	-	-	-	-	1,04	29,4	1,8	45,8	0,4	2,5	-	-	-	-	10-46	0,4-6,0	3,3-3,3	
5. Wäscherei	6,4	14,4	-	-	5,0																14	5	-	
5.1 Manöeln	2,1	4,7	-	-	11,0	-	-	-	-	-	keine	1,0	25,4	10,0	-	-	-	-	-	-	6-25	9 - 11	2 - 3	
	0,4	0,9	3,0	35,5	9,0																			
					12,0																			
	13,5	30,3	7,3	86,4		31,1	69,7	1,15	13,6		1,34	37,9	3,05	77,6		2,2	62,1	0,88	22,4					
						13,5	30,3	7,30	86,4							1,34	37,9	3,05	77,6					
						44,6	100	8,45	100							3,54	100	3,93	100					

Art der Dampferzeugung:

- Von 10 1 x Feindampf, 4 x Fernwärme mit Taucher, 4 x Öl-/Gasfeuerung
 1 x Kombination Dampfbezug und HDD-Erzeugung
 5 x Eigene Müllverbrennung
 2 x Dampferzeugung durch Müllverbrennung

Eine Dampfdruckreduzierung erfolgt annähernd adiabatisch, d.h., bei konstantem Wärmehalt des Dampfes, so daß, wie im h-s-Diagramm zu erkennen ist, eine Überhitzung des Dampfes in Abhängigkeit der Druckreduzierung eintritt. Der technische Aufwand der Dampfkühlung, um den Sattedampf wieder herzustellen, ist erheblich und meines Erachtens nach nicht immer erforderlich. Es ist deshalb anzuregen, eine zulässige Temperaturabweichung von der Sattedampftemperatur zu erarbeiten und in die vorgenannte DIN aufzunehmen. Das gleiche gilt für die Dauer der Druckabweichung vom Sollwert. Es ist durchaus denkbar, daß kurzfristige Druckabweichungen, die beim Einströmen des Dampfes nach dem Evakuierungsvorgang eines Sterilisators bei den anderen auftreten, durchaus in Kauf genommen werden können, wodurch sich ebenfalls der regelungstechnische Aufwand vereinfachen und somit auch verbilligen würde.

Küchen:

In den meisten Küchengeräten kommt der Dampf mit dem Kochgut nicht direkt in Berührung. Entweder erfolgt die Beheizung der Speisen über Kontaktheizflächen, die auf der anderen Seite dampfberührt sind, oder über im Kochgerät selbst erzeugten Sekundärdampf.

In Großküchen werden jedoch in zunehmendem Maße Garautomaten oder ähnliche Geräte eingesetzt, bei denen der Primärdampf direkt über das Kochgut strömt und dabei mit diesem in Berührung kommt. In solchen Fällen unterliegt die Dampfqualität dem Lebensmittelgesetz, d.h., für die Geräte muß Reindampf geliefert werden, mit etwa gleichen Qualitätsmerkmalen wie er für Sterilisatoren benötigt wird.

Bezüglich des Dampfüberdruckes ist die offenbar mangelnde Kenntnis der sicherheitstechnischen Erfordernisse bei den Herstellern von Küchengeräten zu bedauern. Nach der Dampfkesselverordnung muß bei Niederdruckdampferzeugung der maximale Betriebsüberdruck durch Standrohre der Sicherheitsventile auf 0,5 bar begrenzt sein. Damit diese Sicherheitsein-

richtungen nicht ständig ansprechen, ist unter Berücksichtigung der Regelabweichungen und der Hysterese der Regel- und Sicherheitseinrichtungen ein Dampfüberdruck am Verbraucher von maximal 0,5 bar zur Verfügung zu stellen.

Luftbefeuchtung:

Hierbei ist betreffs der Reinheit des Dampfes DIN 1946/4/04.78 sowie in NRW für Bauten des Landes der Planungshinweis Nr. 22 vom 10.10.1978 zu beachten.

Raumheizung, Lufterhitzer und Warmwasserbereitung:

Bei dampfberührten Heizflächen erfolgt die Regelung durch eine indirekte Verkleinerung der Heizfläche, indem ein immer geringerer Anteil der Heizfläche vom Dampf berührt bleibt. Daraus ergeben sich 3 wesentliche Nachteile:

- Selbst im Schwachlastbereich wird ein Teil der Heizflächen mit über 100°C betrieben, so daß ständig Staubverschmelzung erfolgt.
- Bei Lüftungsanlagen wird die Temperaturschichtung zusätzlich gefördert.
- Die Heizflächen von Brauchwarmwasserbereitern inkrustieren stärker.

2. Erzeugung

Die Art der Dampferzeugung hängt nicht nur von den bereits besprochenen Verbrauchsgruppen und -werten ab, sondern auch von:

der geforderten Versorgungssicherheit,
dem möglichen Aufstellungsort der Wärmeerzeugung,
der Möglichkeit des Dampf- oder Wärmebezugs,
dem zu verwendenden Brennstoff.

Sicherheit der Versorgung:

Nach dem elektrischen Strom und den technischen Gasen ist auch die Versorgungssicherheit mit Dampf sorgfältig zu durchdenken. Hierfür ergeben sich meines Erachtens nach 3 Klassen:

Klasse 1 - Sterilisatoren, Luftbefeuchtung für Klimatisierung von OP's und innenliegenden Räumen, evtl. Tierställe, z.B. bei Zuchtversuchen, evtl. Desinfektion.

Klasse 2 - Luftbefeuchtung der übrigen Lüftungs- und Klimaanlagen, teilweise Versorgung der Küchengeräte.

Klasse 3 - Restliche Küchengeräte, Wäscherei.

Die einzelnen Klassen unterscheiden sich durch die zulässige Dauer der Unterbrechung der Dampfversorgung, wobei die Klasse 1 nahezu unterbrechungsfrei versorgt werden muß, wogegen bei der Klasse 2 eine Unterbrechung von 24 h und bei der Klasse 3 eine solche von einem oder mehreren Tagen denkbar wäre.

Eigenerzeugung oder Wärmebezug:

Unter Berücksichtigung der Aspekte Primärenergieeinsparung und Umweltschutz ist der Fernwärmelieferung aus einem Heizkraftwerk (aus Kuppelwärme aus dem Stromerzeugungsprozess) oder einem Heizwerk, das mit einheimischer Kohle oder mit Abfallstoffen betrieben wird, der Vorzug zu geben. Nicht zuletzt deshalb, da der hohe Dampfverbrauch von Kliniken nicht zu dem allgemeinen Versorgungskonzept der Fernwärmelieferanten paßt, ergaben sich, zumindest auf der Preisbasis der Brennstoffe bis Ende 1978, meist mit der Eigenwärmeerzeugung wirtschaftlichere Lösungen.

Auch Kombinationslösungen sind möglich, insofern, daß entsprechend dem angebotenen Temperaturniveau die Beheizung und Warmwasserbereitung mit Fernwärme betrieben wird, wogegen die Dampferzeugung in klinikeigenen Kesseln erfolgt.

Für die Berechnung der gesamtwirtschaftlichsten Lösung sowie des wirtschaftlichsten Brennstoffes ist VDI 2067 zu berücksichtigen.

Standortwahl:

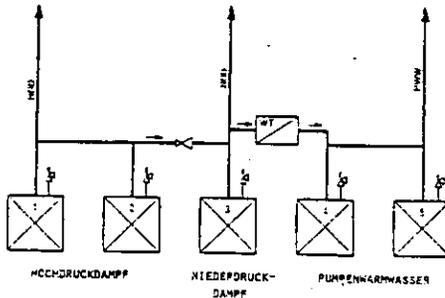
Die Entscheidung, die Wärmeerzeugungsanlage in den Gebäudekomplex mit zu integrieren bzw. in einem gesonderten Gebäude unterzubringen, bedarf einer sorgfältigen Untersuchung. Neben Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit und Funktion sind die Auswirkungen der TRD 403, die Auswechselbarkeit von Aggregaten während des Klinikbetriebes und die Gefährdung und Belästigung von Patienten und Personal zu berücksichtigen. Nach meiner Erfahrung wird sich, insbesondere bei größeren Kliniken und vor allem dann, wenn weitere Gewerke, wie Kälteerzeugung, medizinische Druckluft und Wasseraufbereitung mit einbezogen werden, eine freistehende Energiezentrale als optimale Lösung ausweisen.

Regelbarkeit bei Schwachlast:

Wegen der großen Lastschwankungen im Dampfverbrauch bei Kliniken und des geringen Wärmespeichervermögens des Dampfes ist auf das Schwachlastverhalten der Anlage besonderes Augenmerk zu richten. Neben der Verwendung modulierender Brenner sollte folgendes beachtet werden:

- Dimensionierung der Anlage möglichst nach ermittelten Verbrauchskurven (denkbare Aufteilung: 2 x 50 % bzw. 3 x 33 %).
- Gemäß nachfolgendem Blockschaltbild Verbindungen schaffen, so daß die einzelnen Teilleistungen auf einen Erzeuger vereint werden können.
- Bei der Inbetriebnahme die nach SR-Gas geforderte Vorbelüftungszeit errechnen und einstellen. Längere Vorbelüftungszeiten sind ungünstig.

MÖGLICHE VERBUNDSCHALTUNG VON HOCHDRUCK-NIEDERDRUCK-
DAMPF UND PUMPENWÄRMWASSER



DIE LEISTUNG DES WT ENTSPRECHEND DER KLEINSTEN REGELBA-
REN BELASTUNG (CA. 30 %) VON KESSEL 1 ODER 2 BZW. KESSEL
4 ODER KESSEL 5 AUSLEGEN. DIE KLEINSTE LEISTUNG IST ENT-
SCHEIDEND.

BILD 3

Wärme-Kraft-Kopplung:

KWK-Anlagen werden in Holland bereits seit einigen Jahren in Krankenhäusern eingesetzt. Durch den Fortfall der Mineralölsteuer und durch die Einflußnahme des Bundeskartellamtes auf die Stromlieferverträge bei Parallelfahrweise ist deren Anwendung in Krankenanstalten in den meisten Fällen als wirtschaftlich zu bezeichnen. Die Wirtschaftlichkeit und die Bestimmung des erforderlichen Anlagentyps ist anhand von exakt ermittelten Jahres- und Tageskurven für Wärme und Strom festzustellen. Vom Standpunkt der Dampferzeugung reduziert sich allerdings die Palette der Möglichkeiten bereits erheblich.

Wasseraufbereitung:

Die Qualität des Kesselspeisewassers wird in den VdTUV-Richtlinien für Dampfkessel (sinngemäß auch für Wärmetauscher) geregelt. Bei der Gesamtwirtschaftlichkeit sind neben den Anschaffungskosten der Wasseraufbereitungsanlage, der Chemikalienverbrauch und die erforderliche Menge an Abschlammwasser

einschl. deren Wärmeinhalt (Kosten für die Wärmerückgewinnung aus diesem) zu berücksichtigen. Bei der Reindampferzeugung, bei der keine dampfflüchtigen korrosionsverhindernden Mittel verwendet werden dürfen, ist der Einsatz thermischer Entgaser dringend zu empfehlen. Nachteilig wirkt sich hier auch die freiwerdende Kohlensäure aus, die bei der Natronspaltung von enthärtetem Wasser auftritt. Der Salzgehalt des Wassers wird teilweise vom Dampf mitgerissen und setzt sich auf dem OP-Besteck als häßliche Flecken ab. Außerdem geraten Chloride mit dem Dampf ins Leitungsnetz und fördern dort bei Edelstahlrohren die interkristalline Korrosion; deshalb wird in den meisten Fällen zur Vollentsalzung zu raten sein.

Kesseltypen:

Im allgemeinen kommen Flammrohr-Rauchrohr-Kessel in Dreizug-Bauweise oder mit Umkehrflamme zum Einsatz. Bei größeren Leistungen, bei festen Brennstoffen ergibt sich für Strahlungskessel ein Preisvorteil. Ohne Berücksichtigung des besseren Wirkungsgrades liegt bei flüssigen und gasförmigen Brennstoffen bei 20 t Dampf pro Stunde und Kesseleinheit etwa Preisgleichheit vor.

Dampf aus Müll:

Wenn das Klinikum über eigene Müllverbrennungsanlagen verfügt, insbesondere dann, wenn nicht nur der klinische, sondern der gesamt anfallende Müll verbrannt wird, lohnt sich die Anschaffung von Abhitzekeesseln, die sich aufgrund der hohen Rauchgas-temperatur auch noch zur Dampferzeugung bestens eignen. Der Personaleinsatz für die ständige Überwachung muß in der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt werden.

3. Transport

Dampf und Kondensat ergänzen sich im Kreislauf. Wenn sie jedoch an der falschen Stelle auftreten, können sich hieraus verheerende Folgen ergeben. Die Möglichkeit Fehler zu machen,

ist groß. Es ist deshalb erforderlich, für die Planung und die Ausführung Unternehmen zu beauftragen, die über langjährige und ausreichende Erfahrung verfügen.

Rohrleitungsmaterial:

Für Dampfleitungen, insbesondere bei der Zugabe von korrosionsverhindernden Stoffen, ist handelsübliches (schwarzes) Rohr bestens geeignet. Bei der Versorgung von Reindampfverbrauchern ist jedoch auf die Magnetitbildung im schwarzen Rohr hinzuweisen, so daß entsprechend dem geforderten Reinheitsgrad der Einsatz von nichtrostenden Stählen erforderlich sein kann. Diese sollten unter Berücksichtigung der Baustellenfertigung molybdän-stabilisiert sein.

Wesentlich gefährdeter sind Kondensatnetze. Hier wurden mit Kupferrohrnetzen gute Erfahrungen gemacht. Die Verwendung von GFK-Rohren ist in der Überlegung, scheidet jedoch z.Z. noch an dem hohen Preis für die Formstücke. Beim geschlossenen Kondensatkreislauf treten die vorgenannten Schwierigkeiten nicht auf. Leider ist das geschlossene System aufgrund seines Gegendruckes in der Kondensatleitung in vielen Fällen nicht anwendbar. Ein Rückströmen von Kondensat in medizinische Geräte oder in Luftkanäle über die Dampfluftbefeuchtung kann verheerende Folgen haben und muß deshalb auf alle Fälle vermieden werden. Rückschlagventile sind hier auf Dauer kein ausreichender Schutz.

Anschrift des Autors: H.L. Pitzer, Fühlingstr. 26, 503 Hürth.

Energieeinsparung durch Kondensatableiter

von Horst Wieber, Bremen

Das Thema müßte eigentlich Dampfeinsparung heißen, denn natürlich kann man mit richtig ausgewählten und gut funktionierenden Kondensatableitern nichts anderes als Dampf einsparen, und die Kosten des Dampfes richten sich nach der Art der Dampferzeugung. Elektrisch erzeugter Dampf ist im allgemeinen am teuersten, und solcher aus Schweröl am billigsten. Damit man überhaupt zu verwertbaren Zahlen kommt, muß man zunächst die Kosten pro Tonne Dampf errechnen und annehmen, daß in einem nicht zu großen Krankenhaus der Dampfkessel eine Kapazität von 3 Tonnen hat, welche zu zwei Dritteln ausgelastet werden, dann kommt man im Jahr, bei 24-Stunden-Betrieb, auf etwa 17.500 Tonnen, und bei einem Preis von nur DM 20.--/t, auf insgesamt 350.000.-- DM. Nach meinen Erfahrungen ist es keineswegs eine Ausnahme, wenn durch Verbesserung der Kondensatwirtschaft 20% der Kosten eingespart werden, das wären DM 70.000.-- pro Jahr. Ein Bruchteil dieser Summe muß im allgemeinen nur aufgewendet werden, um die Einsparungen zu erzielen. Die Größe der einzusparenden Summe ist eine klare Aussage, daß der Preis des einzelnen Kondensatableiters eine untergeordnete Rolle spielt, solange er nur seine Funktion, nämlich Kondensat durchzulassen und Dampf zurückzuhalten, erfüllt. An dieser Stelle soll nicht über Energieeinsparungen durch Ausnutzung des Entspannungsdampfes gesprochen werden, weil dies in erster Linie eine Aufgabe für den Planer ist, und nachträgliche Umbauten, welche sich theoretisch so einfach darstellen lassen, in den meisten Fällen mehr Schaden anrichten, als sie Einsparungen ermöglichen.

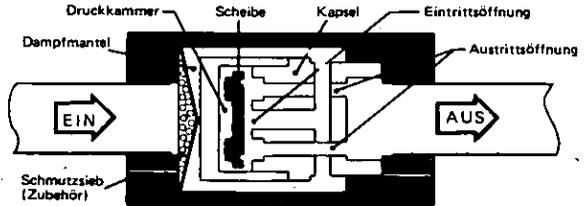
Es gibt nun eine Vielzahl von Kondensatableitern, und es ist für den Käufer nicht so einfach, festzustellen, welche Ableiter für ihn am geeignetsten sind. Die Energieeinsparung wird oft vom Praktiker gar nicht so wichtig genommen, denn für ihn gilt zunächst, daß die dampfbeheizten Apparate funktionieren müssen. Er hat gar nicht die Zeit, jeden der vielleicht mehr als hundert Kondensatableiter ständig zu warten. Zudem wird nicht nur die Energie ständig teurer, sondern auch die Arbeitszeit, und so erscheint eine Energieeinsparung nur sinnvoll,

wenn sie nicht zu Lasten der Arbeit geht. Um Ihnen nun eine Hilfe bei der Auswahl der Kondensatableiter zu geben, muß ich versuchen, die Funktion der verschiedenen Kondensatableitertypen zu erklären. Das ist verhältnismäßig einfach, denn obwohl die einzelnen Kondensatableiter unterschiedlich aussehen müssen, gibt es nur drei Arbeitsprinzipien. Und für ein Krankenhaus ist nach meiner Meinung und Erfahrung nur ein Prinzip geeignet.

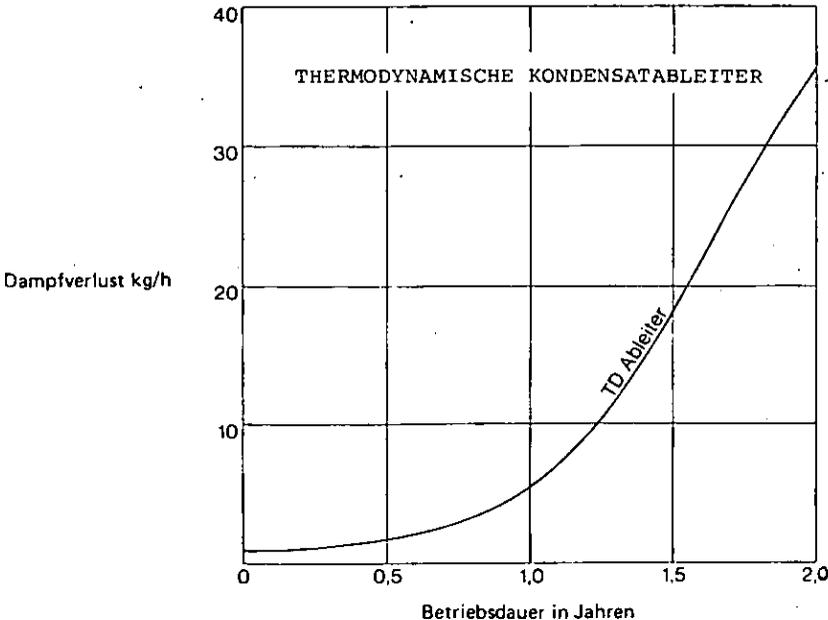
Als erste Type möchte ich den thermodynamischen Ableiter erklären:

Kondensat und Luft gelangen durch den Dampfmantel in die Kapsel, drücken die Scheibe zurück und strömen zum Ausgang. Sobald Dampf zur Scheibe gelangt, bewirkt die erhöhte Strömungsgeschwindigkeit eine Druckminderung, und die Scheibe schlägt zu. Auch in die Druckkammer ist Dampf gelangt und drückt auf die Scheibe. Wegen der größeren Fläche auf der Druckkammerseite bleibt der Dampfeintritt durch die Scheibe verschlossen. Eine winzige, radiale Präzisionsnut bewirkt nach einiger Zeit den Druckausgleich, und die Scheibe wird vom anstehenden Kondensat in die entspannte Druckkammer gestoßen. Das Kondensat fließt ab. Kommt wieder Dampf, so schließt die Scheibe, und der Vorgang wiederholt sich.

Konstruktion und Arbeitsweise der thermodynamischen Ableiter

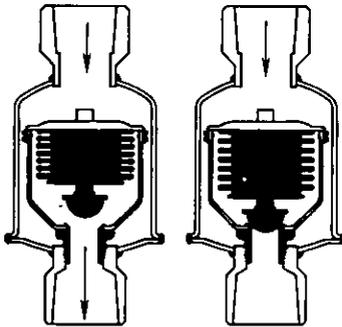
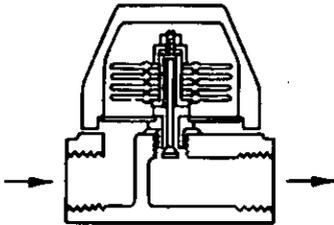


Der Ableiter ist klein, billig und kann in allen Lagen eingebaut werden, und ist außerdem noch für einen großen Druckbereich verwendbar. Aber er ist schmutzempfindlich und läßt schon nach kurzer Zeit soviel Dampf durch, daß er für das Krankenhaus nicht geeignet ist.



Das zweite Prinzip sind die thermischen Ableiter, wobei der Bimetall-Ableiter wohl am bekanntesten ist. Er wurde für die Entwässerung von Begleitheizungen in der Chemischen Industrie entwickelt und läßt abwechselnd Dampf durch oder staut das Kondensat an. Beides ist ungünstig, denn man hat entweder Energieverlust oder einen schlechteren Wärmeübergang im Dampfverbraucher.

Der Bimetall-Kondensatableiter



Das Ventil in den Bimetall-Ableitern wird durch unterschiedliche Temperaturdehnungseffekte der Bimetallelemente betätigt. Diese Elemente bestehen aus zwei Metallen mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten und verändern ihre Form unter Temperatureinfluß.

Die Hersteller von Bimetallableitern verwenden unterschiedliche Arten und Blöcke in ihren Ableitern. Es ist allgemein bekannt, daß unabhängig von der Bauart eine gewisse Zeit vergehen muß, bis das Element auf die Änderung des Aggregatzustandes von Dampf in Kondensat reagiert. Viele Ableiter sind so konstruiert, daß sie für jeden Dampfdruck geeignet sind, obwohl die meisten von ihnen eine Einstellung des Temperaturdruckverhältnisses erforderlich machen.

Thermostatische Arbeitsweise

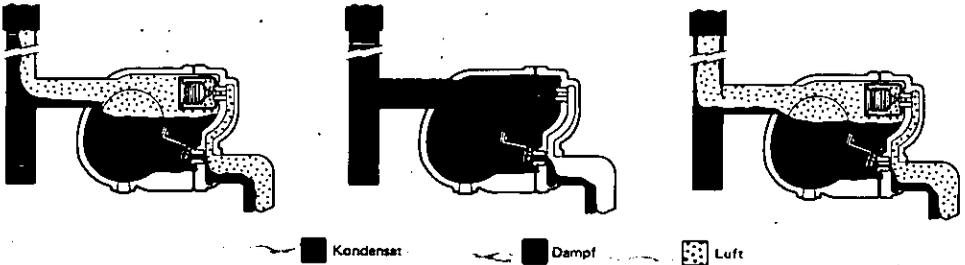
Die Balghbewegung des thermostatischen Kondensatableiters wird durch Dampfdruck und Temperatur bewirkt, wenn Kondensat zum Ableiter gelangt. Sobald sich das Kondensat der Dampfperatur nähert, bewirkt der Dampfdruck im Balg eine Expansion und drückt das Ventil fest in seinen Sitz. Wenn das Kondensat nun anstaut und sich abkühlt und somit auch die Temperatur in dem Balg niedriger wird, zieht sich der Balg zusammen und öffnet das Ventil, so daß Kondensat, Luft und nicht kondensierbare Gase austreten können.

Der thermostatische Ableiter hat einen Balg oder eine Membran, und er kann so geliefert werden, daß er kaum Kondensat anstaut. Da er, wie alle thermischen Ableiter, eine große Entlüftungskapazität hat, kann man ihn für die Entwässerung von direkt beheizten Sterilisatoren verwenden, welche durch häufiges Öffnen immer wieder mit Luft gefüllt werden. Aber er ist sehr empfindlich gegen Wasserschläge und Schmutz, so daß man sich überlegen sollte, ob in diesen Fällen nicht eine getrennte

Entlüftung besser ist.

Als drittes Prinzip sei der Schwimmerableiter genannt. Ihn halte ich für den Einsatz im Krankenhaus für am besten geeignet. Leider kann ein geschlossener Schwimmer nicht zwischen Dampf und Luft unterscheiden, und so muß man eine getrennte thermische Entlüftung anbringen, welche wiederum sehr empfindlich ist.

Arbeitsweise des S & T Ableiters



1. Beim Anheizen ist das Schwimmerventil gewöhnlich geschlossen. Die Luft wird durch den steigenden Druck und das offene thermostatische Entlüftungsventil herausgedrückt. Sobald das Kondensat den Ableiter erreicht (s. o.), öffnet der Schwimmer das Kondensatventil. Während das Wasser abfließt, strömt gleichzeitig die noch vorhandene Luft aus dem oberen geöffneten Entlüftungsventil.

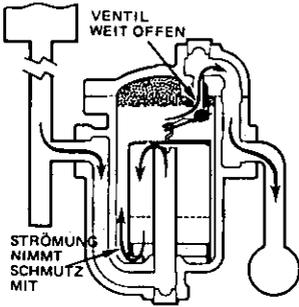
2. Sobald Dampf in den Ableiter gelangt, schließt das thermostatische Entlüftungsventil wegen der nun höheren Temperatur. Das Kondensat fließt weiter durch das Entwässerungsventil, das mehr oder weniger öffnet, je nach dem, wieviel Kondensat ankommt und wie hoch die Kugel dadurch aufschwimmt.

3. Langsam sammelt sich nun wieder Luft oben in dem Ableitergehäuse an. Sobald die Temperatur wenige Grade unter die Satteldampf Temperatur des gerade herrschenden Druckes fällt, wird das druck- und temperaturgesteuerte Entlüftungsventil geöffnet und es läßt die Luft ab.

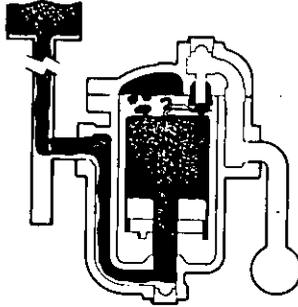
Einen Ausweg bietet der Glocken-Schwimmerableiter mit mechanischer Entlüftung. Ihn halte ich für den Einsatz im Krankenhaus für am besten geeignet, und seine Funktion soll daher eingehend beschrieben werden.

Funktionsbeschreibung des Glockenableiters

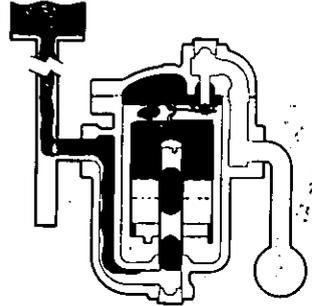
1. Kondensatableiter zwischen Dampfverbraucher und Kondensatleitung. Glocke unten bei weit geöffnetem Ventil. Der erste Anstrom des Kondensats tritt in den Ableiter ein, fließt unter die Glocke, füllt das Ableitergehäuse bis die Glocke vollständig unter Wasser ist. Überschüssiges Kondensat tritt durch das weit geöffnete Ventil in die Kondensat-Abflußleitung.



2. Erreicht der Dampf den Ableiter, so sammelt er sich oben in der Glocke und bewirkt einen Auftrieb. Daraufhin schwimmt die Glocke auf und hebt das Ventil gegen seinen Sitz. Der Dampf läßt das Ventil dicht schließen. Luft und Kohlendioxyd passieren die Glockenentlüftung und sammeln sich oben unter dem Deckel. Der zusätzlich durch die Entlüftung strömende Dampf wird durch Wärmeabstrahlung kondensiert.



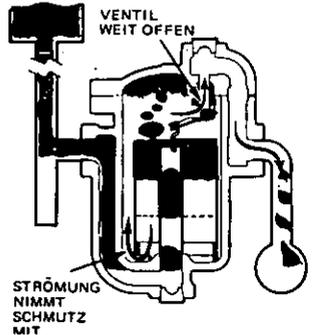
3. Steigt das einströmende Kondensat in der Glocke, so übt diese einen leichten Zug auf den Ventilhebel aus. Das Ventil öffnet sich jedoch erst, wenn das Kondensat weiter steigt, und zwar bis auf die Linie, welche dem bestehenden Druckunterschied zwischen Dampf- und Kondensatleitung entspricht.



ERKLÄRUNG

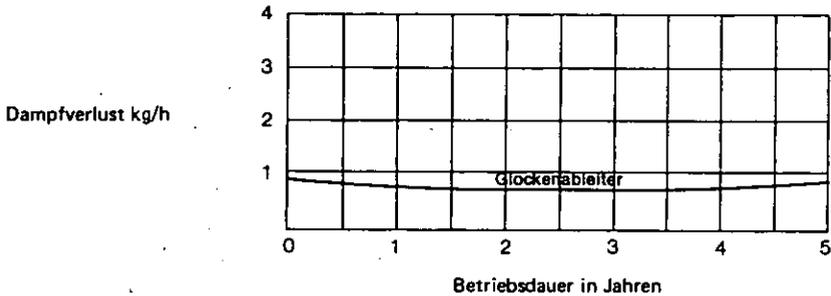
■ Dampf □ Kondensat ▨ Luft

4. Bei diesem Pegel in der Glocke übersteigt das Produkt aus Glockengewicht mal (X) Hebelarm den Wert des Drucks, der das Ventil gegen den Sitz preßt. Die Glocke sinkt und öffnet das Ableiterventil. Zunächst wird die angesammelte Luft, danach das angesammelte Kondensat abgelassen. Diese Entleerung dauert so lange, bis Dampf kommt und die Glocke wieder aufschwimmen läßt. Der Kreislauf beginnt von neuem.



Der Glockenableiter ist robust, schmutzunempfindlich, hat eine lange Lebensdauer und eine unübertroffene Dampfdichtigkeit.

GLOCKENABLEITER



Der gesamte Dampf- und Wärmeverlust dieser Art Kondensatableiter bleibt für die gesamte Lebensdauer von etwa 5 Jahren praktisch gleich. Wenn man den Frischdampfverlust vom gesamten Dampfverlust abzieht, so ergibt sich, daß der überwiegende Anteil des Wärmeverlustes aus der Wärmeabstrahlung und Konvektion des Ableiterkörpers besteht und nicht aus Dampfverlusten durch das Ventil. Gerade diese Dampfverluste waren typisch für thermodynamische Kondensatableiter nach den ersten 6 Monaten der Inbetriebnahme.

Wenn man sich diese beiden Kurven ansieht und in Beziehung zum Betriebsergebnis setzt, so ist offensichtlich, daß mit einem Kondensatableiter, welcher keinen Frischdampf verliert und welcher keine Kondensatunterkühlung bewirkt, ein besseres Gesamtergebnis erzielt wird. Wenn man die durchschnittlichen Dampfverluste aller Kondensatableiter des Betriebes zusammenzählt und die Selbstkosten pro Tonne Dampf kennt, kann man sich leicht ausrechnen, wie groß der Kostenfaktor ist, welcher hier aufgezeigt wurde.

Diese Kurve zeigt den durchschnittlichen gemessenen Dampfverlust aus einer großen Anzahl von Ableitern. Man sieht, daß sich der Dampfverbrauch in den ersten zwei Betriebsjahren sogar noch verringert. Das liegt daran, daß die periodische Arbeitsweise ein selbständiges Einläppen des Ventils in den Sitz bewirkt. Viele von Ihnen kennen diese Ableiter von den Armstrong-Dampf-luftbefeuchtern, und können sich ihr eigenes Urteil über die Zuverlässigkeit und Lebensdauer bilden.

"Sterilisation von infektiösem Müll mit Hochdruckdampf im Autoklaven"

von Rudolf Daniel

Wie Sie sicher wissen, ist die Sterilisation mit Hochdruckdampf in ihrem angestammten Bereich im Krankenhaus und in der Industrie schon lange bekannt. Neu dagegen ist der Gedanke, und dies wurde erstmalig jetzt in der Medizinischen Hochschule Hannover aufgegriffen und durchgeführt, den spezifisch infizierten Müll mit Hochdruckdampf zu sterilisieren. Es waren eine Reihe von intensiven Vorarbeiten und Versuchen notwendig, um überhaupt eine definitive Aussage treffen zu können: Ist das Müllsterilisieren sicher, und wenn ja, ist es auch wirtschaftlich vertretbar?

Aufgrund von umfangreichen Versuchen wurde eindeutig bewiesen und bakteriell untermauert, daß eine sichere Sterilisation unter gewissen Voraussetzungen erzielt werden kann. Diese Voraussetzungen hierfür möchte ich nun näher erläutern.

Grundsätzlich notwendig ist:

1. ein vakuum- und druckfester Behälter
2. daß die zu einer Sterilisation notwendigen Medien vorhanden sind. Auf diesen Punkt komme ich später nochmals zurück.
3. die Verpackung des Mülls in dampfdurchlässigen Säcken vorzunehmen; am besten eignet sich Polyamid mit einer Foliendicke von 100 My oder ein Verbund von Polyamid und Polyäthyl. Die Versuche haben hier gezeigt, daß Beschädigungen, wie etwa Zerreißen der Säcke bei der vorher genannten Foliendicke während des Sterilisierprozesses kaum auftreten. Wir gehen davon aus, daß beim Sackmaterial bezüglich der Foliendicke noch Abstriche gemacht werden können, was sich auch im Anschaffungspreis niederschlagen müßte. Dies muß sich aber erst in der Praxis noch bestätigen. Wünschenswert für die Herstellung der Säcke wäre natürlich, wenn große Stückzahlen benötigt werden, da dies den Preis erheblich reduzieren würde. Das wiederum würde voraussetzen, daß sich die Müllsterilisation oder eventuell Mülldesinfektion auf breiter Front durchsetzt, was sicherlich vom hygienischen Standpunkt erforderlich wird.

4. ein speziell abgestimmter Funktionsablauf des Sterilisiervorganges.

Als erstes ist ein sogenanntes fraktioniertes Vorvakuum einzuleiten. Dieses fraktionierte Vorvakuum, das aus mehreren Vakuum- und Dampfphasen besteht, hat sich aufgrund der Versuche als das schnellste und sicherste Verfahren zur Müllsterilisation erwiesen. Die einzelnen Vakuum- und Dampfphasen bewirken einmal eine beschleunigte Luftentfernung, beruhend auf Diffusion des Dampfes mit der Restluft und zum anderen zwangsläufig eine sichere Dampfzuführung an den zu sterilisierenden Müll. Eventuelles Kondensat, das während der fraktionierten Vorvakuumphase anfällt, muß entweder über einen Sterilfilter oder thermisch sterilisiert werden, bevor es in das Abwasser abfließen kann. Das während der Vorvakuumphasen abgesaugte Luft-Dampf-Gemisch muß in jedem Fall über einen Sterilfilter mit einer maximalen Porenweite von 0,45 My geleitet werden, bevor es in die freie Atmosphäre gelangt. Nach einer weiteren Vakuumperiode, die sich in etwa bei 60 Torr einstellt, wird Dampf zugegeben, bis die Sterilisationstemperatur bei 134°C erreicht wird. Ist die Temperatur - gemessen am Kondensatablauf des Kammerbodens - erreicht, beginnt die eigentliche Sterilisationsphase.

Die Temperaturmessung geschieht mit einem Temperaturfühler (PT 100), der wiederum das Zeitwerk für die Sterilisationsdauer in Funktion setzt. Wird durch irgendeinen Grund die Temperatur unterschritten (sei es durch Ausfall des Dampfes oder ähnliches) bleibt die Sterilisationszeituhr stehen und läuft erst dann weiter, wenn die Sterilisationstemperatur wieder erreicht ist. Somit ist eine durch das Verfahren bestimmte temperaturabhängig gesteuerte Sterilisationszeit absolut gegeben.

Im Anschluß an diese Phase erfolgt die Dampfdruckentlastung mit einer anschließenden Vakuumphase. Damit erreicht man eine gewisse Restverdampfung des Kondensats,

das dem sterilen Gut anhaftet.

Nach dem Belüften der Sterilisierkammer auf atmosphärischen Druck ist der gesamte Sterilisationszyklus, der ca. 30 - 35 Minuten dauert, beendet, und der sterile Müll kann trocken aus dem Autoklaven entnommen werden.

Bei der letzten Versuchsreihe ist man davon ausgegangen, daß die reine Sterilisationszeit 12 Minuten beträgt. Hier ist jedoch anzunehmen, daß in der Praxis später - natürlich vorausgesetzt und bestätigt durch bakterielle Tests - die Sterilisierzeit weiter abgekürzt werden kann. Dies würde auch zwangsläufig den Dampfverbrauch reduzieren und die Betriebskosten weiter absenken. Bezüglich dieser Thematik sollte man aber die von der Medizinischen Hochschule Hannover vorgesehene Testreihe hinsichtlich Sterilität, die mit dem von Stiefenhofer aufgestellten Autoklaven durchzuführen ist, nicht vorgreifen.

Unabhängig zu den vorgenannten Voraussetzungen einer sicheren Sterilisation möchte ich noch kurz auf das Beschicken und Entleeren des Sterilisators eingehen.

Man sollte davon ausgehen, daß die Säcke bereits in geeigneten Behältern oder Containern zum Sterilisator gelangen, so daß das Bedienpersonal mit den Müllsäcken überhaupt nicht in Berührung kommt.

Nach dem Sterilisieren ist die Gefahr einer Rekontamination dann zwangsläufig nicht mehr gegeben. Man kann eventuell den Container in einer Müllpresse abkippen oder mit dem normalen Müll abtransportieren.

Bei großen Autoklaven mit einem Kammervolumen von mehr als 2 m^3 empfiehlt es sich, daß die Beschickung und Entleerung der Müllcontainer oder -behälter automatisch über entsprechende Vorrichtungen erfolgen.

Bei kleineren Sterilisationsmengen, d. h., bei Krankenhäusern bis zu 700 Betten ist ein manuelles Beladen der Sterilisierkammer mit einem geeigneten Container, der mit sterilisierbaren Rollen versehen ist, aber durchaus möglich und gegeben. Zu diesem Zweck der leichten Beschickung wird der Autoklav so aufgestellt, daß der Container bodenbündig in die Sterilisierkammer einfahren kann.

Hinsichtlich der jetzigen Umweltbelastung durch Verbrennen des infektiösen Mülls erscheint uns der jetzt erstmalig eingeschlagene Weg, nämlich Sterilisation von Müll mit Hochdruckdampf, zukunftsweisend. Gegen eine Realisierung zur Herstellung dieser Autoklaven bestehen von seiten der Industrie keine Bedenken.

Doch ist in den einzelnen unterschiedlichen Bedarfsfällen von Fall zu Fall die optimale Lösung hinsichtlich Transport und Größe der Sterilisieranlage zu eruieren, d. h., es bieten sich zwei Grundsatzlösungen an: Entweder Sterilisation des Mülls im Krankenhaus, wobei die Lagerung und der Transport des sterilisierten Mülls mit dem normalen Müll erfolgen kann oder Abtransport des spezifisch infizierten Mülls zu einem zentralen Sterilisationsapparat, der bei einer Mülldeponie placiert ist. In diesem Fall spielt die Frage des absolut sicheren Transports in technisch aufwendigen Behältern eine wesentliche Rolle, so daß uns die Lösung - Sterilisation des Mülls im Krankenhaus - sicher und besser erscheint.

Denkbar ist noch eine weitere Version der Entsorgung des infektiösen Mülls, und zwar mit einem fahrbaren Autoklaven zu operieren. Diese Möglichkeit erscheint jedoch im Hinblick auf die notwendigen Medien, die teils vom Krankenhaus bereitstellen sind und nicht genau abgegrenzt werden können, im Moment noch nicht realisierbar. Auf jeden Fall sollten Überlegungen in diese Richtung nicht durch vorschnelle negative Beurteilungen abgewürgt werden.

Da die Sterilisierkammern weitgehend in den Größen genormt sind, kann je nach Müllmenge auf Standardgrößen zurückgegriffen werden. Das bedeutet keine besonderen Kosten für Entwicklung und Versuche.

Da die jetzige Tagung unter dem Motto "Energie im Krankenhaus" steht, sind die notwendigen Medien und somit Kosten sowie der Platzbedarf für eine Realisierung des Müllsterilisators nicht ohne Bedeutung.

Ausgehend von einer Sterilisierkammergröße von 1 m^3 Volumen sind erforderlich:

(Diese Angaben sind ca.-Verbrauchswerte, in denen die Wärmeabstrahlung des Apparates sowie die Wärmeverluste der Besechtungscontainer enthalten sind):

1. Sattedampf mit 2,5 bar Überdruck

Anschlußwert: 120 kg/h
Verbrauch/Charge: 0,03 t
ausgehend von DM 25,-- für 1 t Dampf
ergibt sich $0,03 \cdot 25$ = DM 0,750

Im Gegensatz zur Sterilisation im Krankenhaus und in der Industrie werden bezüglich der Sauberkeit des Dampfes keine Anforderungen gestellt.

2. Kaltwasser roh mit 3 - 5 bar Überdruck

Anschlußwert: $1,6 \text{ m}^3/\text{h}$
Verbrauch/Charge: $0,3 \text{ m}^3$
ausgehend von DM 1,25 für 1 m^3 Wasser
ergibt sich $0,3 \cdot 1,25$ = DM 0,375

3. Strom 220/380 V 50 Hz

Anschlußwert: 7,0 kW
Verbrauch/Charge: 1,6 kW
ausgehend von DM 0,13 für 1 kW
ergibt sich $1,6 \cdot 0,13$ = DM 0,208

4. Preßluft mit 5 - 7 bar Überdruck

Anschlußwert: 1,0 m³/h
Verbrauch/Charge: 0,12 m³
ausgehend von 0,38 DM für 1 m³
ergibt sich $0,12 \cdot 0,38$ = DM 0,045
das ergibt zusammen für 1 Charge = DM 1,378
=====
aufgerundet also DM 1,38
=====

Wenn wir nun für 1 Chargenfüllung 6 Säcke mit einem Volumen von à 70 l und einem Gewicht von 5 kg pro Sack ausgehen, ergibt sich bei den vorgenannten Energiekosten zum Sterilisieren für 1 kg Müll ein Preis von DM 0,046. Dieser Preis beinhaltet nur die reinen Medienkosten.

Bei einer Chargendauer von 30 - 35 Minuten und bei einer angesetzten Arbeitszeit von 7 Std. pro Tag können 12 - 14 Chargen durchgeführt werden. Diese Zeiten sind unabhängig von der gewählten Sterilisierkammergröße, da sowohl die Medienzuführungen als auch die Vakuumpumpe entsprechend gewählt werden müssen.

Wenn man weiter davon ausgeht, daß eine vorher zitierte Anlage mit Montage ca. DM 100.000,- kostet, kann man sich für seinen jeweiligen Bedarfsfall die Kosten ermitteln und mit den Verbrennungskosten vergleichen.

Eine Gesamtkostenübersicht kann nur nach den örtlichen Verhältnissen aufgestellt werden.

Dipl.-Ing.R.Daniel, Fa.Stiefenhofer,Landsberger Str. 79,
8000 München

"Hygienische Aspekte der pyrogenfreien Dampferzeugung" von J. Drescher
und W. Verhagen, Hannover

Bakterielle Pyrogene (= fiebererzeugende Bestandteile gramnegativer Bakterien) können u.U. auch in extrem geringen Dosen Störungen des Versuchsablaufes in bei virologischen Arbeiten verwendeten Zell- und Gewebekultursystemen hervorrufen.

Es wurde daher geprüft, inwieweit eine Kontamination der für derartige Versuche benutzten Glasgefäße beim Autoklavieren in konventionell betriebenen Autoklaven möglich ist.

Mittels des Amöbocyt-Limulus-Lysattestes (Nachweisgrenze 0.6 ng Pyrogen bezogen auf einen E. coli Standard) wurde festgestellt, daß der in die Autoklavenkammer eintretende Wasserdampf regelmäßig mit Pyrogenen kontaminiert war.

Bei Betrieb des Autoklaven mittels einer Spezialanlage zur Erzeugung von pyrogenfreiem Dampf konnte dagegen kein Pyrogen im in die Kammer eintretenden Dampf mehr nachgewiesen werden.

Somit ergibt sich, daß zum Autoklavieren von Gegenständen, bei denen auch spurenweise Verunreinigungen mit Pyrogen vermieden werden müssen, mit pyrogenfreiem Dampf betriebene Autoklaven erfolgreich eingesetzt werden können.

Die Vorteile und Anwendungsgebiete dieses Verfahrens werden dargelegt.

Institut für Virologie und Seuchenhygiene der Medizinischen Hochschule
Hannover, Karl-Wiechert-Allee 9, 3000 Hannover 61

Verzeichnis der Vortragenden und Vorsitzenden

- Anna, Prof.Dr.-Ing., Abt. für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61 (S. 662)
- Blodau, Axel, Ing.(grad.), Honeywell GmbH, Wiesenstr.17, 6052 Mühlheim 3 (S. 191)
- Börner, H., Dr.-Ing., Baudirektor, Wirtschaftsministerium, Landschaftsstraße 5, 3000 Hannover
- Brachetti, H.E., Prof.Dr.-Ing.habil., Stadtwerke Hannover AG, Ihmeplatz 2, 3000 Hannover (S. 21)
- Breuel, Birgit, Wirtschaftsminister, Nds.Ministerium für Wirtschaft und Verkehr, Friedrichswall 1, 3000 Hannover 1
- Brockmeyer, H., Dr.-Ing., Kessler & Luch GmbH, Rathenastr.8, 6300 Lahn-Gießen 1
- Canzler, B., Beratender Ingenieur VBI, Postfach 130 280, 4330 Mühlheim/R 13 (S. 229)
- Daniel, R., Dipl.-Ing., Fa.Stiefenhofer, Landsberger Str. 79, 8000 München (S. 334)
- Deparade, Klaus, Dr.-Ing., Verband der Energieabnehmer (VEA), Postfach-810.704, 3000 Hannover 81 (S. 32)
- Drescher, J., Prof.Dr.med., Institut für Virologie und Seuchenhygiene, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61 (S. 340)
- Dünnleder, W., Ing.(grad.), Fa.Sadowski & Partner, Überseering 9, 2000 Hamburg 60 (S. 106)
- Esdorn, H., Prof.Dr.-Ing., Technische Universität, Hermann-Rietschel-Institut für Heizungs- und Klimatechnik, Marchstraße 4, 1000 Berlin 10
- Flaig, K., Dipl.-Ing., Gebr. Sulzer, Heizung und Klimatechnik GmbH, Furtbachstr. 4, 7000 Stuttgart (S. 213)
- Göbl, N., Dr., Bayer. Staatsministerium des Innern, Postfach 227, 8000 München 22 (S. 165)
- Graef, A., Dr., Materialinformationszentrum MIZ, Postfach 967, 2940 Wilhelmshaven (S. 309)

- Graff, W., Dipl.-Ing., Zentralarchiv für Hochschulbau, Arbeitsbereich Technische Versorgung, Kiene-Str. 41, 7000 Stuttgart 1 (S. 1)
- Hartung, C., Prof.Dr.-Ing., Abt. für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Jenisch, R., Prof.Dr.-Ing., Buchenweg 16, 7050 Waiblingen (S. 270)
- Kastens, H., Dipl.-Ing., Abteilungsdirektor, HASTRA, Humboldtstraße 33, 3000 Hannover
- Klie, H., Dr.-Ing., Abteilung für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Loewer, H., Prof.Dr.-Ing., Reinhold-Schneider-Str. 135, 7500 Karlsruhe 51 (S. 38)
- Marheineke, H., Dipl.-Ing., Siemens-Zweigniederlassung, Am Maschpark, 3000 Hannover 1 (S. 238)
- Niebergall, H., Dipl.-Ing., TÜV Hannover, Loccumer Str.63, 3000 Hannover 81 (S. 146)
- Pitzer, H., Ing.(grad.), Brandi-Ingenieure, Max-Planck-Straße 24, 5000 Köln 40 (S. 319)
- Rasmussen, K., Ing.(grad.), Nord-Ventilator GmbH, Neuweller Straße 19, 7030 Böblingen (S. 66)
- Riedle, K., Dipl.-Ing., Karl-von-Linde-Straße 10, 6200 Wiesbaden (S. 85)
- Scharmann, R., Chem-Ing.(grad.), Schilling-Chemie GmbH und Produktions KG, Postfach 50, 7141 Freiberg (S. 120)
- Scheibenberger, L., Ing.(grad.), Siemens AG - UB Energietechnik, Werner von Siemensstr. 1, 8520 Erlangen (S. 256)
- Schürmann, F., Dipl.-Ing., Siemens-Zweigniederlassung, Am Maschpark, 3000 Hannover
- Schulz, N., Dipl.-Ing., Gemeinde-Unfallversicherungs-Verband, Am Mittelfelde 169, 3000 Hannover (S. 126)
- Siebert, L., Dr., Min.Rat, Jägerhofstraße 4-6, 4000 Düsseldorf (S. 74)

- Smidt, H., Dipl.-Ing., Oberingenieur des TÜV-Hannover e.V., Loccumer Str. 63, 3000 Hannover 81
- Specht, H., Dr.rer.nat., AGA-Optronik, Industriestr. 4, 6236 Eschborn (S. 280)
- Steffen, K., Dr.-Ing., Karl-Weiss-Gießen KG, Greizer-Str. 21-29, 6301 Reißkirchen 3 (S. 60)
- Stein, M., Dipl.-Ing., Bezirksregierung Hannover, Niemeyer Str. 15, 3000 Hannover 91 (S. 14)
- Stinshoff, D., Ing.(grad.), Siemens AG - Signaltechnik - Hofmannstraße 51, 8000 München 70 (S. 244)
- Stuhr, K., Ltd.Ministerialdirigent, Nds.Ministerium für Wirtschaft und Verkehr, Friedrichswall 1, 3000 Hannover 1
- Tingler, W., Richter, Bannkamp 2, 3101 Eicklingen (S. 158)
- Tretrop, H.P., Baudirektor Dipl.-Ing., Am Mittelfelde 169, 3000 Hannover
- Tryzna, M., Dipl.-Ing., Obergewerberat, Staatliche Gewerbeaufsicht, Deisterstraße 17 A, 3000 Hannover 91 (S. 134)
- Verhagen, W., Dr., Institut für Virologie und Seuchenhigiene, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61 (S. 340)
- Wadzinski, H., Dipl.-Ing., Kraftanlagen AG, Postfach 103 420, 6900 Heidelberg (S. 46)
- Weber, K., Dr.-Ing., TÜV Hannover, Loccumer Str. 63, 3000 Hannover 81
- Wieber, H., ASA Horst Wieber GmbH, Bachstr. 118, 2800 Bremen (S. 328)
- Wilke, H.-J., Dipl.-Ing., Drägerwerke AG, Postfach 1339, 2400 Lübeck 1 (S. 286)
- Wischer, R., Prof.Dr.-Ing.,BDA, Postfach 131 118, 7000 Stuttgart 1
- Ziemba, W., Dr.-Ing., Etzelstraße 42, CH-8038 Zürich

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.

1. Fachsymposium Krankenhaustechnik
"Einsatz computergesteuerter Leitsysteme im Krankenhaus"
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung u. R. Kerl
1974. Format DIN A 5. Kartoniert. 119 Seiten.
12 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 20,--

2. Fachtagung Krankenhaustechnik
"Sicherheit im Krankenhaus"
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung u. R. Kerl
1975. Format DIN A 5. Kartoniert. 123 Seiten.
13 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 20,--

3. Fachtagung Krankenhaustechnik
"Infektiöser Müll im Krankenhaus"
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung u. R. Kerl
1976. Format DIN A 5. Kartoniert. 182 Seiten.
22 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 30,--

4. Fachtagung Krankenhaustechnik
"Wirtschaftliche Instandhaltung im Krankenhaus"
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung u. W. Kreinberg
1977. Format DIN A 5. Kartoniert. 231 Seiten.
21 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 40,--

5. Fachtagung Krankenhaustechnik
"Klimaanlagen im Krankenhaus"
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung u. W. Kreinberg
1978. Format DIN A 5. Kartoniert. 279 Seiten.
34 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 50,--

Zusammenfassung wissenschaftlicher Vorträge
der 3. Jahrestagung für Biomedizinische Technik sowie
des Fachsymposiums "Störunterdrückung bei Biosignalen"
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna u. C. Hartung
1974. Format DIN A 4. Kartoniert. 253 Seiten.
102 Vortragzusammenfassungen inklusive Autorenverzeichnis.
DM 30,--

Zu beziehen durch:

Abteilung für Biomedizinische Technik
speziell Krankenhaustechnik
Medizinische Hochschule Hannover
Postfach 610 180
3000 Hannover 61

Fachtagung Krankenhaustechnik "Energie im Krankenhaus" - Medizinische Hochschule Hannover

Freitag, 27.04.1979		Sonnabend, 28.04.1979		Sonntag, 29.04.1979	
Mensa der MHH		10.30-11.00 h Pause		10.30-11.00 h Pause	
Nur für Mitglieder der Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V.: 10.30-12.00 h Jahreshauptversammlung		11.00-12.30 h Kältetechnik, Lüftungstechnische Anlagen	11.00-12.30 h Notstromversorgung	11.00-12.30 h Anlagenabnahme, -überwachung	11.00-12.30 h Dampfdrucksterilisation
Hörsaal A	Hörsaal F	12.30-14.30 h Mittag		<u>Industrie-Ausstellung</u>	
13.00-13.15 h Eröffnung 13.15-14.45 h Energieversorgung	13.00-13.15 h Eröffnung 13.15-14.45 h Energietechnik	14.30-16.00 h Wärme, Heizungssysteme	14.30-16.00 h Bauphysikalische Maßnahmen	Für Firmen und Planungsbüros mit einschlägigen Erfahrungen auf den Gebieten - Projektierung - Bau und Betrieb - Instandhaltung energietechnischer Anlagen in Krankenhäusern. Rechtzeitige Anmeldung dringend empfohlen, da begrenzter Ausstellungsraum.	
14.45-15.15 h Pause		16.00-16.30 h Pause			
15.15-16.45 h Energieversorgung	15.15-16.45 h Energietechnik	16.30-18.00 h Warmwasserversorgung, Korrosionsverhütung, Wasseraufbereitung	16.30-18.00 h Medizinische Gasversorgung, Instandhaltung Anlagen		
17.30 h Festvortrag					