

Prof. Dr. C. Hartung

FACHTAGUNG KRANKENHAUSTECHNIK

HEIZUNGS-, KÄLTE- UND SANITÄRTECHNIK IM KRANKENHAUS



Medizinische Hochschule Hannover
25. - 26. März 1982

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

Durchgeführt in Verbindung mit der
Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik e.V. (WGKT)
Ordentliches Mitglied der International Federation of Hospital Engineering (IFHE)

Alle Rechte bei den Herausgebern.

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

Sehr geehrte Tagungsteilnehmer !

Im Namen der Medizinischen Hochschule Hannover und der Abteilung für Biomedizinische Technik und Krankenhaus-technik möchten wir Sie herzlich zu unserer Fachtagung Krankenhaus-technik "Heizungs-, Kälte- und Sanitär-technik im Krankenhaus" in Hannover begrüßen.

Die klassischen "Drei" der Technischen Gebäude-ausrüstung gewinnen erhebliche Dimensionen, wenn man die Vielfalt ihrer Aufgaben im Spiegel des Kranken und seiner spezifischen Bedürfnisse betrachtet. Zugleich finden erhebliche Schwerpunktsverschiebungen ihrer Inhalte statt, weil neben den üblichen Regeln der Technik auch die klinischen Forderungen aus der Anamnese, Diagnose, Therapie, Rehabilitation und Prävention erfüllt werden müssen.

So haben wir dieses Mal - auf den Inhalten unserer vergangenen Fachtagungen aufbauend - die Dimension der anstehenden Tagungsthematik "Heizungs-, Kälte- und Sanitär-technik im Krankenhaus" zugunsten dieser spezifischen Bedürfnisse und Forderungen reduziert. Insbesondere gilt das für die Grundlagen, die man guten Lehrbüchern und Fachzeitschriften sowie dem technischen Regelwerk entnehmen kann.

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

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

O. Anna

C. Hartung

H. Glöckle

FESTVORTRAG

»DAS KRANKENHAUS IN DER ENERGIEKRISE«

gehalten von R. Wischer, Stuttgart

anlässlich der Fachtagung
Krankenhaustechnik 1981
in der Medizinischen Hochschule Hannover

Guten Abend, meine sehr verehrten Damen und Herren!

Was ist Energie?

Die gespeicherte Fähigkeit, in diese Versammlung zu gehen!

Was ist Energieverschwendung? - Mindestens für einige -

1.

es auch zu tun,

2.

zu.Hause die Heizung nicht klein oder ab-, das Licht nicht ausgeschaltet zu haben!

Was ist Energiekrise?

Darüber nur zu reden.

Und wie überwinden wir die Krise?

Indem wir Gegenenergien mobilisieren.

Und was hieße das?

1.

Wir suchen eine technische Lösung: Wir kaufen einen Automaten, der Licht und Heizung unserem Verhalten entsprechend steuert.

2.

Wir suchen eine bauliche Lösung: Wir bauen das Haus um, so daß Wärme und Licht der Sonne Heizungs- und Strombedarf vermindern.

3.

Wir ändern unser Verhalten: Wir stehen nur auf, solange es im Haus durch die Sonne hell und warm ist und schließlich

4.

Wir denken nach und um.

Nach, indem wir Modelle der Natur betrachten und aus Ihnen lernen,

um, indem wir tun, was wir lernen.

Kurzum, wir verhalten uns vernünftig.

Und weil uns allen eben dies allein angemessene Handeln unmöglich scheint und darum auch ist, reden wir mit Recht von einer Krise.

Offenbar fehlt's an jener anderen Energie, die entsprechend dem Gesetz von Energieerhaltung notwendig wäre, um uns aus dem Mangel der materiellen Energie herauszuführen.

Daß wir Gelegenheit haben, in dieser abendlichen Stunde darüber nachzudenken, ist hoffentlich den Energieaufwand wert, den wir alle miteinander hier und jetzt treiben.

Vor genau zwei Jahren haben viele von Ihnen an eben dieser Stelle an der Fachtagung "Energie im Krankenhaus" teilgenommen, die von Ihnen, lieber Herr Anna und lieber Herr Hartung, der Aufmerksamkeit der Zuhörer durch folgende Begrüßung empfohlen wurde:

"...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 energie-senkende 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. ..."

Als ich nun - um Wiederholung zu vermeiden oder um gute Gedanken fortzuführen - die Vorträge darauf befragte, was in Sachen Energiekrise in ihnen zu finden sei, ergab sich folgender Strauß von Aussagen:

1.

Es wird im Krankenhaus viel Energie verbraucht, und um zu wissen, unter welchen Bedingungen mehr oder weniger verbraucht wird, sollte man den Verbrauch und dessen Kosten erfassen und vergleichen.

2.

Es gilt, diese Energie nun möglichst günstig einzukaufen, und es wurden eine Reihe pfiffiger Rezepte verteilt, was natürlich viel mit Kosteneinsparung, nicht mit Energieeinsparung zu tun hat.

3.

Soweit die Energie selbst im Haus erzeugt wird (vor allem Kälte- und Wärmeenergie, aber auch Strom bzw. Notstrom), sollte dies stets im Verbund, d. h. gekoppelt erfolgen (Doppelnutzung!).

4.

Unserem Denken nach Sicherheit entsprechend, genöß diese denn auch bei der Vorstellung technischer Systeme höchste Priorität, und dann kamen

5.

die vielen Beiträge zu Systemkomponenten, wie die bestehenden Anforderungen und Erwartungen von Ihnen, den Ingenieuren, intelligent, d. h. ökonomisch und/oder energiesparend erfüllt werden können.

Fazit: Wenn mit der Vergleich zum Auto in der Energiekrise gestattet sei:

Das im Styling, in der Form unveränderte Auto erhielt bei unveränderten Fahrgewohnheiten, einem unveränderten Umraum und bei absolut unverändertem Bewußtsein der Allgemeinheit lediglich einen sparsameren Motor: Neue Brennstoffe, neue Wirkungsgrade, neue Steuerungen.

Es war das große Angebot der sogenannten "technischen Lösung".

Ich bezeichne dies als die Reaktionsstufe I.

Ein Jahr später, am 28. und 29.02.1980, fand das Thema von Hannover 1979 durch das Zentralarchiv für Hochschulbau in der Ulmer Universität seine vertiefte Fortsetzung:

Es ging nun nicht mehr allein um die technische Lösung. Es war der Bau als technisch-funktionelle und gestalterische Einheit, durch dessen Neugestaltung man auf die Energiekrise zu reagieren suchte.

Sowohl die Erfahrungsberichte über die erfolgreiche Optimierung des Gesamtsystems Krankenhausbau wie auch die Ansätze zu dynamischem Verhalten in der Handhabung technischer Systeme zur Energieeinsparung waren ein Schritt nach vorn.

Nur ein Beitrag durfte die Grenze des Systems "Bau" überschreiten, indem er den Lebensraum des Benutzers und das auf ihn wirkende System "Milieu" in die Betrachtung einbezog, um zu prüfen, ob sich der Zielkonflikt zwischen Bau, Organisation und Energieersparnis einerseits und den Bedürfnissen der Menschen im Krankenhaus nach gelingendem Leben und motiviertem Arbeiten andererseits auflösen läßt.

Ich versuchte nachzuweisen, daß die Einschränkungen des Energiebedarfs in Kliniken nicht gegen das Leben gerichtet sein müssen, sondern bei zielgerichteter Zusammenarbeit der Planenden und Nutzenden Bauten entstehen können, die die Lebensbedingungen verbessern, ja sogar bereichern.

Zwei Beispiele:

Der Laubbaum vor dem Fenster auf der Ost- oder Westseite eines Hauses bietet beides: Sonnenschutz im Sommer und wärmende Lichtzustrahlung im Winter, das heißt eine Kälte- und Wärmeenergie sparende Maßnahme und ein Stück Natur, mit der in Beziehung zu treten unser "inneres Muster" als biologisches Wesen ebenso verlangt wie unser geistiges Wesen, das sich durch freundliches Anschauen und Vergewärtigen dieses Baumes selbst empfindet, daraus lebt und dies auch als Patient zu wollen wieder lernt.
Oder

Jalousetten mit wärme gedämmten Lamellen vor dem Südfenster: Sie schirmen lästige Zustrahlung um die heiße Mittagszeit ab, schützen bei geschlossenen Lamellen vor der Kälteabstrahlung in der Winternacht, schaffen bei offenem Fenster in sommerlicher Nacht Kühlung, sie bieten auch Sicherheit vor unerwünschten Blicken, ohne dem Patienten die lebenswichtige Anteilnahme an unerwarteten Ereignissen im Außenraum zu verwehren, wenn diese sich ereignen können!

Ein für die Augen noch so schöner, aber ereignisloser Innenhof vermag dies weit weniger als zum Beispiel eine Straße oder ein Sportplatz.

Und wie sieht nun sein Vorredner, Professor Dr. Dr. h. c. Pfeiffer, der Mediziner, die Ziele des Gesamtsystems?

"...unsere Probleme sind, daß wir das Überleben "nach oben geschoben" haben; eigentlich haben wir nur eine Beseitigung einer Reihe von Infektionskrankheiten erreicht. Lassen Sie sich nicht erzählen, daß die Medizin auch in dieser Beziehung keine Probleme mehr habe!

Infektionskrankheiten sind immer noch unser Hauptproblem. Ich habe erst heute morgen bei der Visite Fälle mit Hirnhautentzündung und Gehirnentzündung gesehen, die früher gestorben wären. Heute erhalten wir sie mit Hilfe von Intensivstationen am Leben und dennoch ist nicht ausgeschlossen, daß es auch noch eine ganze Kette von Komplikationen hinterher zu beseitigen gilt...

...Aber der durchschnittliche weibliche Mensch kann 78, jetzt schon 81 Jahre alt werden, männliche 74 und 75. Das ist schon ein unglaublicher Unterschied, auch gegenüber der Zeit von vor zwanzig Jahren...

Es ist gar keine Frage, daß die Phase der Zellteilung, die erst mit 120, 130 Lebensjahren abgeschlossen wird, was also den natürlichen Tod bedingen würde, erreicht werden kann. Das heißt, es hat schon einen Sinn, daß wir Zentren haben, die arriivierte Versorgung betreiben mit dem Ziel, Stück für Stück diese Überlebenszahl zu erreichen.

Es ist nicht unsere Aufgabe, darüber zu befinden, ob dann die Sozialversicherung mit dieser "Produktion" all der Menschen mithalten kann--das sollen die anderen tun.

Wir haben zuerst einmal dem Wunsch der Leute zu willfahren, daß sie am Leben bleiben können, und zwar, wie man so schön sagt, ein "lebenswertes Leben" führen können.

Das ist die erste Aufgabe.

Sie erleben niemals einen Patienten, der sagt: "Jetzt will ich sterben!" Es sei denn, er hat ganz wichtige Gründe. Die Regel ist, daß die Leute am Leben bleiben wollen, und dafür müssen wir uns einrichten, uns gegenseitig zu helfen.

Das heißt also, die Entwicklung der Medizin berechnigt zu den größten Anstrengungen und auch, wie ich meine, zu ungeheuren finanziellen Opfern, um die Entwicklung weitertreiben zu können. Wenn man Leute auf den Mond schießt und sie erstaunlicherweise auch wieder zurückkommen - was ich nie für möglich gehalten hätte - dann möchte ich auch, daß die entsprechenden technischen Einrichtungen zum Überleben hier auf der Erde genutzt werden.

Was heute in der Universitätsklinik in XY gebaut worden ist, wird morgen im kommunalen Krankenhaus genutzt, und wiederum zur selben Zeit oder einige Zeit später auch in Ägypten und im Sudan. Das sind die Fakten, mit denen wir uns auseinandersetzen müssen, denen wir nachgehen müssen."

Soweit der Mediziner.

Was folgt aus beiden Zitaten für unser Thema?

Eine Stufe 3 und eine Stufe 4 einer möglichen Reaktion auf das Krankenhaus in der Energiekrise werden sichtbar. Eine Stufe 3, in der ich danach frage, was ein medizinisch unverändertes System Krankenhaus an neuen Wegen aus der Energiekrise zu gehen vermag, eine Stufe 4, ob vielleicht das Gesamtsystem Gesundheitsversorgung neue Wege zu vernünftigerem Handeln in der Energiekrise findet.

Bleiben wir zunächst in Stufe 3, das heißt innerhalb des Systems Krankenhaus und - als Arbeitshypothese - bei der zwar erschreckenden, aber verbreiteten Zielsetzung von Professor Pfeiffer; denn denken wir dies zu Ende, folgt daraus das, was Professor Murken, der Medizin- und Krankenhaushistoriker, im Gespräch unlängst so formulierte:

"Wer Hochleistungsmedizin will, muß auch das Klinikum Aachen letztlich wollen" - was zweifelsohne, wenn jedes kommunale Krankenhaus in diese Richtung strebt, der direkte Weg in die Krise wäre, denn das weisen die jüngsten Daten aus:

Und auch das deckt sich mit der Energieersparnis: Denn weder vermag ein Innenhof dem für die Abführung von zugestrahelter Wärme notwendigen Wind Zutritt zu gewähren, noch hat er Öffnungen, die die kalte Luft, die sich in kühler Winternacht wie in einer Tiefkühltruhe im Innenhof gesammelt hat, wieder abfließen lassen.

Ich hatte dies erwähnt, um zu verdeutlichen, daß Gutachten über optimale Bauformen zur Minimierung des Energiebedarfs leicht in Gefahr sind, nur technisch perfekt zu sein, ohne nach unseren tieferen Bedürfnissen zu fragen.

Es war aber natürlich auch der Versuch, die Bedeutung des Architekten herauszustellen. Denn die denkbare Kombination von Energie-Ingenieuren und Anthropologen allein schafft es wohl nur dann, aus technischen auch menschlich akzeptable Lösungen zu entwickeln, wenn der Architekt - als Gestalter von Lebensformen - beide Aspekte miteinander so lange im Gespräch und in sich selbst erwägt, bis sich wirklich Neues ergibt, das beidem dient: Der Energieersparnis und der Lebenskunst.

Der Architekt als Einzelkämpfer dagegen kann ein unerträglich arroganter Laie sein, der - nur Lebenskünstler - auf alle Fragen Antworten hat: Wollen und Handeln alleine hilft hier nicht. Hören, Mitdenken, Verstehen und Verknüpfen, d. h. kreativ zusammenarbeiten: Das ist seine Aufgabe, dann kann aus dem energiewirtschaftlichen Krankenhaus ein lebens- und liebenswertes werden.

Damit befinden wir uns aber immerhin schon auf Stufe zwei der Maßnahmen, die dem Krankenhaus aus der Energiekrise helfen: Zur technischen Verbesserung von - und ich bleibe wieder im Bild des Autos - Brennstoff und Motor tritt windschlüpfriges Styling und Gewichtersparnis als halb technische, halb gestalterische Verbesserung hinzu, aber auch - mit der guten kundengerechten Form automatisch verbunden - ein Zugewinn an Nutzungsqualität (was übrigens den Verkauf des neuen energiesparenden Autotyps sehr erleichtert - was man manch neuem Krankenhaus ja auch herzlich wünscht!).

Die Stufe drei eines Überlebensprogrammes des Krankenhauses in der Energiekrise greift aber nun über das bisher Gesagte, von Planern zu Verantwortende, weit hinaus.
Zur Verdeutlichung bringe ich zwei längere Zitate aus den Einführungsvorträgen zur Ulmer Tagung.
Das erste stammt von einem Architekten, Professor Fecker, Leiter der baden-württembergischen Staatshochbauverwaltung:

"Nun wollen wir uns heute über die (Energie-) Versorgung unterhalten, und - da ich nach der übereinstimmenden Meinung meiner eigenen Fachleute bereits inkompetent bin, also eigentlich über das Thema nur reden lassen kann - lassen Sie mich im Anschluß an das, was Herr Pfeiffer - der Vorredner - gesagt hat, trotzdem ein paar drastische und vielleicht sogar provokatorische Bemerkungen machen:

... es wird immer deutlicher, daß die Energie-ressourcen nicht vermehrbar sind, so daß man Ausweichenergien braucht ...

... in jedem Falle lautet die Parole: Energie sparen ...

... der Fortschritt wird sozusagen zu einem Perpetuum mobile, zu einem Selbstläufer, der oftmals die Frage nach der Notwendigkeit von Dingen nicht mehr stellen läßt ...

... die Frage nach dem Maßstab eines ganzheitlichen Konzeptes stellt sich durchaus ...

... was folgt aus all meinen Äußerungen?
Ich meine:

1.

Wir sollten für auftretende Problemstellungen und Fragen nicht nur - und vor allem nicht nur in erster Linie - die technische Lösung suchen, sondern wir sollten vor den Überlegungen dazu und vor dem Einsatz technischer Mittel noch einmal die Ziele definieren.
Wir sollten analysieren, was die Anforderungen, was Ressourcen, wo die Grenzen sind.

Wir sollten

2.

- und ich glaube, das ist vor allem ein Problem der Medizin - die Risikoschwellen nur so hoch ansetzen, daß sie vernünftig in ein Gesamtsystem eingebunden werden können. ..."

Soweit der Architekt.

Voraussetzung für ein solches Vorgehen ist jedoch, daß die Betriebsplanung, die Raumprogrammierung, die Bauplanung und die Ingenieurplanung in der Diskussion mit den Nutzern aller Hierarchiestufen und Berufsgruppen entsteht; letzteres besonders, um die Gefahr von und die Angst vor technokratischer Normierung abzubauen, indem man miteinander angesichts der Wirklichkeit redet.

Positiv gesehen lassen sich nur auf diesem kooperativ-kreativen Wege energiesparende Technologien erfinden und einführen, wie z. B. die Reinfeld-Operationstechnik, bei der sich durch die Trennung des Luftsystems für die hygienischen Bedingungen am Operationsfeld vom Luftsystem für die physiologischen Bedingungen für das Personal der Energiebedarf im Operationssaal halbieren läßt.

Ich komme - leider noch knapper - zur Betrachtung im großen und behaupte:

These 2

Der Energieverzehr ist eine Folge

2.1

zu hoher baulicher Dichte

2.2

zu großer Betriebseinheiten

2.3

zu differenzierter Anforderungen

2.4

zu komplizierter Energiedistribution

Will man dem auch in großen Krankenhäusern entgegenwirken, muß man Anlagen wie das Klinikum Aachen oder Wien zerlegen, doch: Nach welchen Kriterien?

Ungezielte Fragmentierung ergäbe keinen Gewinn für die Leistungsfähigkeit. Versucht man z. B. die Forderung nach Einheit eines Krankenhauses - egal welcher Größe - sehr eng auszulegen, dann heißt dies zwangsläufig doch wieder bauliche Zentralisierung vieler Dienste und Einrichtungen.

Will man andererseits den Baum vor dem Krankenzimmer und Außenluft und Sonnenlicht in jedem Untersuchungsraum, ergeben sich ausgedehnte Anlagen, wie wir sie zur Zeit an vielen Stellen entstehen sehen, in denen alles baulich zusammenhängt, verbunden durch Hallen und Flure, je getrennt nach ambulanten und stationären Patienten, Besuchern, sauberen Gütern und gebrauchten Materialien.

Also muß man auch hier genauer hinsehen, um das Gesamtsystem von Energiewirtschaft, Organisation und Sicherheit zur leichteren Steuerung in eine Systemhierarchie umzuwandeln:

In übergeordnete (Mutter-) Systeme, Teilsysteme und Subsysteme, deren kybernetische Mechanismen fast selbststeuernd sein müssen, d. h. für die Systembenutzer überschaubar.

Die jeweiligen Übergangspunkte für die Austauschfunktion mit dem jeweils übergeordneten Muttersystem müssen gleichermaßen überschaubar gestaltet sein.

Wie kann das geschehen?

Nehmen wir z. B. die Güterversorgung: So wichtig die integrierte Bereitstellung der Güter vor Ort ist, um die dort Tätigen von Beschaffung, Transport, Qualitätskontrolle und - meist unsachgemäß und übersetzter - Lagerung freizuhalten, so wichtig ist für die Verteilung, daß sie leistungsfähig, anpassungsfähig, überschaubar ist, die Mitarbeiter motiviert sind.

Ebenso wichtig aber ist auch die wirtschaftliche Produktion bzw. Beschaffung der Güter.

Wie sähe ein entsprechendes System aus?

Leistungsfähige interne und/oder externe Produktionsstätten liefern direkt in dezentrale Verteilerstellen, von denen aus die Güter abnehmerorientiert geordnet - und das heißt integriert - verteilt werden.

Die Größe dieser Verteilersysteme wird sich nach den bestehenden, meist überschaubaren Betriebseinheiten richten - als Erfahrungswert wird diese Größe ca. 200 - 500 güterverbrauchende Mitarbeiter sein können - wenn Überschaubarkeit in beiden Richtungen - von den Subeinheiten (z. B. einer Pflegeabteilung) zum dezentralen Verteilerzentrum und umgekehrt - gewährleistet sein soll.

In dieser Weise versuchen wir zur Zeit auch die medizinisch-pflegerischen Bereiche zu strukturieren durch exakte Analyse der tatsächlichen Affinitäten der Teile untereinander.

Daraus scheint sich eine Struktur zu entwickeln, die Ähnlichkeit mit einer gegliederten Stadt hat - mit Straßen, Wegen, Plätzen - statt Hallen, Fluren, AWT-Kanälen usw..

Und mit der Energiebereitstellung wird es - hoffen wir - ähnlich; mit dem Energieverbrauch gewiß günstiger dann, wenn die so entstehenden kleineren Häuser energiefreundlich konzipiert werden:

Je größer und neuer ein Krankenhaus, je anspruchsvoller die Forderung nach Integration und Flexibilität des Ganzen ist, desto höher der Verbrauch an Energie zur Herstellung notwendiger klimatischer und perfekter lufthygienischer Bedingungen.

Der Energiebedarf pro Bett eines 400-Betten-Krankenhauses ist - grob gesehen - halb so groß wie der eines 1000-Betten-Krankenhauses.

Die neuesten, zur Zeit im Bau befindlichen Krankenhäuser der Hochleistungsmedizin wie Aachen, Wien, Marburg, Regensburg, Augsburg, Lübeck usw. lassen noch krassere Unterschiede erwarten.

Ich will versuchen, die Stufe 3 unter zwei Aspekten zu betrachten, erst im kleinen, dann im großen.

Beiden Aspekten gemeinsam ist, daß ich - nach der technischen Betrachtung in Stufe 1 und der baulich-gestalterischen in Stufe 2 - nunmehr die betriebliche Seite einbeziehe, womit ich meine Kompetenz als Architekt um des Gesamtthemas willen zwangsläufig überschreiten muß. Ich bitte mir das nachzusehen, aber mir dennoch ein wenig zu folgen.

Zur Betrachtung im kleinen kann ich aus meiner praktischen Erfahrung folgendes behaupten:

These 1

Energieverzehr im Krankenhaus ist die Folge der medizinischen, pflegerischen und sozialen Leistungen am Patienten. Er rührt her

1.1

aus den für die Leistungen notwendigen Räumen und ihrem Bedarf an Licht, Luft, Wärme, Kälte in der jeweils von hoher Sicherheit geprägten Bereitstellungsform und aus den für die Leistungserbringung notwendigen Gütern, Medien und hygienischen Umraumbedingungen und all den Energieaufwendungen für die notwendigen sekundären Räume für Personal, Versorgung, Verwaltung.

1.2

Die Zahl der Räume ist eine Folge der Nutzungsdauer und diese wiederum des Spezialisierungsgrades ihrer Nutzung.

Je multifunktionaler, desto vielstündiger die Nutzungsdauer, je monofunktionaler, desto geringer sind sie auszulasten.

1.3

Medizinisch notwendige monofunktionale Räume sind dann weniger schädlich, wenn das technische System auf den intermittierenden Betrieb zu reagieren vermag...

Aus diesen Thesen folgt zum Beispiel:

- Jede Krankenhausleistung ist auf ihre Notwendigkeit zu überprüfen.
- Das Vorhalten besonderer Räume und das Übertreiben von Größen und nur kurzzeitiger Nutzung muß ersetzt werden durch Verdichtung der Nutzung sowohl räumlich wie zeitlich.

Und schließlich:

- Passagere Nutzungen dürfen nur insoweit mit Energie versorgt werden, wie sie benötigt wird. Dies gilt für Einzelräume wie für ganze Bereiche, was zu entsprechenden territorialen Dispositionen führen muß (Schließung ganzer Pflegebereiche während der Urlaubs- und Weihnachtszeit).

Das klingt einfach, es ist aber recht kompliziert, daraus betriebliche Maßnahmen abzuleiten und durchzusetzen, da sich alsbald zeigt, wie sehr Betrieb und Bau verknüpft sind. Daß solche "Integration von Bau und Betrieb" möglich ist, zeigen Analysen bestehender Krankenhäuser:

Hier werden in der Regel auf der vorhandenen Nutzfläche Leistungen erbracht, für die in Neubauprogrammen das doppelte notwendig erscheint.

Bitte jetzt keine falschen Schlüsse:

Der Witz ist, bei der Neuordnung von räumlichen und betrieblichen Bedingungen die einzelnen Funktionen genauer zu studieren, um eben diese räumliche und betriebliche Verdichtung zu erzeugen.

Ein wesentliches Ergebnis unserer Studien ist z. B., daß die Art der Organisation des Betriebes nicht nur Funktionen und Wege betrachten muß, sondern ebenso die höhere Ausnutzung von Räumen durch dispositive Freiheiten der Mitarbeiter aller Hierarchiestufen in der Gestaltung ihrer Arbeit, denn je weniger Freiheit, desto mehr Raum, je mehr Verantwortung, desto weniger Verschwendung.

Ich muß mich hiermit leider begnügen.

Dichtere Nutzung, mehr natürliche Energieaustauschsysteme zwischen innen und außen, direktere Verbrauchskontrolle, mehr dispositive Freiheiten für die Mitarbeiter, weniger Räume, weniger Volumen. Die Erleichterungen für den Brandschutz, die Hygiene, die Energieverteilung ist ebenso offensichtlich wie die neuen Freiheiten für eine menschliche und ökologisch sinnvolle Architektur.

Ob das tatsächliche Resultat eines derart vernetzten Systemgefüges durch die Zusammenarbeit der Fachleute aus Betriebs-, Stadt-, Ingenieur- und Bauplanung, medizinischer Praxis, Forschung und Pflege besser sein wird, bleibt abzuwarten.

Jeder, der etwas Neues versucht, lebt von der Hoffnung. So auch wir.

Gestützt wird diese Hoffnung durch mindestens einige Beiträge aus der Praxis und erste eigene Untersuchungen über Kosten und Nutzen kleiner Systemelemente, in diesem Falle kleiner Krankenhäuser. Sie scheinen die acht Grundregeln, die Frederic Vester in "Neuland des Denkens" für überlebensfähige Systeme auflistet, besser zu erfüllen als große.

Der Zugewinn an energiesparender baulich-umgesetzter Verhaltensqualität in der Stufe drei läßt sich in unserer Analogie mit dem Auto damit vielleicht folgendermaßen charakterisieren:

- Ein der Verkehrslage angemessenes, langsames Fahren
- Höhere Platzauslastung, z. B. durch Fahrgemeinschaften
- Vermeidung unnötigen Fahrens
- Ersatz eines Großwagens durch zwei zweckentsprechende kleinere Wagen.

Stufe 4

Das Entscheidende aber ist noch nicht geschehen, was in unserer Analogie zum "Auto in der Energiekrise" zwei Säulen hat:

Ein neues physisches und ein neues geistiges Verhalten.

4.1

Ein neues physisches Verhalten im Fall des PKW wäre z. B.:

- Umsteigen auf das Nahverkehrsmittel
- Umziehen in die Stadt (zur Vermeidung des Zweitwagens für Hausfrau oder Hausmann)
- Umziehen zur Arbeitsstätte (zur Vermeidung der Berufsfahrt) und damit
- das Umsteigen vom Auto auf das Fahrrad, die Rollschuhe oder schlicht die Schuhe.

4.2

Ein neues geistiges Verhalten z. B.:

- Die Mobilisierung von Erfindungsgaben, wie sie in den von Lehrlingen und Studenten konstruierten Vehikeln Ausdruck finden, die mit einem Liter Benzin 700 Kilometer fahren.
- Das Erwachen des Interesses an Innovationen in Verkehrsfragen allgemein, wie es z. B. in erfolgreichen Bürgerinitiativen gegen den Ausbau des Berliner Autobahnnetzes zum Ausdruck kommt.
- Die Verlagerung des persönlichen Imagewertes von der schnellen und großen Limousine zum humorigen Cabriolet oder
 - . von der Karosse zur Kunst
 - . vom Chrom zum Gold
 - . vom Motocross zum Drachenfliegenoder - noch weitergehender - von Autoreisen zur Orchideenzucht auf dem Balkon.

Was heißt das für unser Thema?

Noch immer unter der Voraussetzung, daß alle Leute den Wunsch haben, 120 Jahre alt zu werden, dem die Medizin zu willfahren habe, aber auch unter der Annahme, daß bestenfalls der derzeitige Zustand, im Mittel 75 Jahre zu leben, gehalten wird, bleibt uns die Stufe 4 nicht erspart, wenn's um die Energie geht:

Wenn Energieverzehr im Krankenhaus gebunden ist an die medizinische und pflegerische Leistung und damit an Raum, Gerät und Güter und es uns nun wirklich energiemäßig gesehen - an den Kragen geht, muß die Frage nach der Notwendigkeit dessen, was im Krankenhaus geschieht, strenger und unnachgiebiger gestellt werden, als dies bei Zielplangesprächen zwischen Landräten, Trägern, Krankenkassen und Ministerien geschieht.

Wir müssen differenzieren und dann dort, wo es irgendetwas geht, physisch umsteigen:

Vom Krankenhaus zurück in die Wohnung mit Hausarzt und Hauskrankenpflege oder

in die Krankenwohnung, wenn es daheim für den Alleinstehenden oder die berufstätige Familie nicht geht;

umsteigen vom Pflegeheim in die Rehabilitations-
Tageskliniken,
von der chirurgischen Klinik zur ambulanten Operation,
vielleicht sogar vom Entbindungsheim zur Tages-
entbindung,
vom psychiatrischen Landeskrankenhaus zur therapeutischen
Wohngemeinschaft,
von der Behinderten-Anstalt zum geschützten Wohnen
und Arbeiten.

Der physische Umstieg kann sicherlich nicht dadurch
geschehen, daß wir kurzerhand die Bettenzahl in unseren
teuren Krankenhäusern kürzen, wie in den letzten
Jahren z. B. in Ontario, bevor die entlastenden Maßnahmen
als Modelle konzipiert, getestet und im größeren Stil
eingerrichtet, eingeübt und akzeptiert sind.
Das Umsteigen muß sanft geschehen.

Der zunächst scheinbare wirtschaftliche Nachteil der
notwendigen zusätzlichen Investitionen vor Abbau
kostentreibender und energieverzehrender Groß-
einrichtungen ist unabwendbar.

Langfristig hat dieser Umstieg neben dem Zugewinn an
Lebenswert auch seinen Nutzen für den Energieverzehr.
Der Patient in seiner Wohnung braucht eben nur 1/4
bis 1/6 der Wärmeenergie, die er im Krankenhaus
benötigt und gar nur 1/10 bis 1/20 des elektrischen
Stromes.

Ein ganz und gar unzulässiger Vergleich?

Zwei Schwierigkeiten stehen diesem Umbau unseres
Krankenhaus- und Gesundheitssystems gegenüber:

Die eine ist, den Nutzen des Umsteigens nachzuweisen,
denn jeder ahnt schon die Nachteile, die eben auch
Neues mit sich bringt. Dies läßt sich nur durch
Experimente klären. Experimente, die nicht das einzelne
Teil zum Gegenstand haben, sondern auch das Zusammen-
wirken der Systemelemente in einer vernetzten Struktur.

Die andere Schwierigkeit ist viel größer: Die neue, für
den Umstieg notwendige Einstellung der Leute - unsere
eigene Haltung.

Es ist die Frage nach unserer, der menschlichen Energie,
mit der wir zum Gleichgewicht des Gesamtsystems unseres
Raumschiffes Erde etwas beitragen können. Es geht um ein
neues geistiges Verhalten. Die Frage danach stellt sich
im Gesundheitswesen ebenso wie im Verkehrswesen, der
Landwirtschaft, der Landesverteidigung usw.

Wir hatten es heute nur mit dem Krankenhaus zu tun, und es ist Ihnen ja längst klar, worauf ich hinauswill:

Nicht vom Sprit, sondern von Spirit wollte ich reden, nicht von elektrischem Strom, sondern von geistiger Strömung.

Meine Erwartung für die Zukunft allerdings ist zwiegespalten.

Ich verhehle einen traurigen Unterton nicht:

Stufe 1 schaffen wir, und die Beiträge auf dieser Fachtagung sind erneut ein Beweis dafür: die technische Lösung!

Die Stufe 2 schaffen wir auch. Das Zusammenspiel zwischen Architekten, Ingenieuren und Anthropologen wird zu neuen Krankenhaus-Konzepten führen.

Stufe 3, das heißt die kluge Verknüpfung von Betriebs- und Bauplanung aus Liebe zum Detail und zur Realität und die Änderung des Verhaltens der gutwilligen Nutzer der Krankenhäuser, wird folgen - allein aus finanzieller Not.

Doch folgt auch Stufe 4, das physische und geistige Umsteigen?

Praktische Erfahrung von Nord bis Süd sind, aus der Erinnerung zitiert, diese:

- "Bitte keine Experimente - lieber schnell das Gewohnte finanziert bekommen als auf das Neue länger warten, kostet es auch mehr" (aus einer Gemeinderatsvorlage)
- "Jetzt haben wir endlich einen stabilisierten Krankenhaus-Bedarfsplan, verbreiten Sie bitte nicht schon wieder Unruhe durch neues Denken"
- "Wenn wir im Jahre 1981 unseren Bedarfsplan in der zweiten Zielplanungsrunde mit allen Kreisen abgesprochen haben, haben wir das Krankenhausproblem für die Zukunft gelöst"
- "Forschung über krankenhausesentlastende Maßnahmen gern - aber bitte nur in Verbindung mit einem Projekt über mögliche Strategien zum Abbau des sich dann noch einmal vergrößernden Bettenberges"
- "Der Abbau von Arbeitsplätzen in Krankenhäusern kann nicht um den Preis der Umschulung auf die Tätigkeit in anderen Diensten des Gesundheitswesens erfolgen"

Dagegen stehen gute, wenn auch unscheinbare Erfahrungen aus Gesprächen mit Praktikern wie Ärzten, Schwestern, Sozialarbeitern, Therapeuten.

Dagegen stehen die ernstesten aber richtungsweisenden Aussagen von Wissenschaftlern wie Hans Schäfer, von Uexküll, von Ferber, Siegrist und vielen anderen - von Illich ganz zu schweigen; Initiativen, die versuchen, neue Wege in der Bewertung und Heilung von Krankheit zu gehen im Sinne des oben beschriebenen physischen Umsteigens.

Nur, gegen welchen Widerstand!

Es ist beschämend zu sehen, wie schwer es Initiativen haben, wenn sie von bestehenden Gewohnheiten im Gesundheitswesen abweichen!

Denken Sie an Tageskliniken: In England heute 300, in Deutschland praktisch keine.

Denken Sie an psychiatrische Wohngemeinschaften, an eine Familienpflege à la Boston, an die Initiativen meiner Kollegen am IFK zur Erforschung der Versorgung Kranker im Wohnungsumfeld, z. B. durch die Krankenwohnung, an die unreflektierte Art, in der kleine Krankenhäuser abgetötet werden.

Ich suche nach denen, die die Verantwortung hätten, gute Initiativen - die doch so selten sind - wie Sämlinge zu hegen und zu pflegen.

Nein - mit riesigem Energieaufwand walzen wir in Deutschland jenes neue Denken nieder, das doch zu schwach ist, außer selbst zu gedeihen auch noch Widerstand zu ertragen.

Bemerkung:

Es gibt noch caritative Phantasie, die sich an der Realität entzündet, die damit wie von allein wieder zur Tugend wird. Daß ich dies häufig bei Menschen finde, die gleichzeitig daran denken, das Licht aus- und die Heizung kleinzuschalten, wenn sie in einen Vortrag gehen, hängt vielleicht damit zusammen, daß caritative Phantasie in der Nachbarschaft anderer Tugenden lebt.

Und dies ist nicht nur, wie mich meine Erfahrung lehrt, ein Vorrecht der Erwachsenen alter Schule.

Offenbar vermag neues Denken sich auch aus seiner
Zeit heraus selbst zu entfalten.

So sehe ich doch - trotz des riesigen Energie-
aufwandes, mit dem wir uns selbst betrügen -
Zeichen jener neuen Energie, die uns auch aus der
Krise des Krankenhauses (und nicht nur des Kranken-
hauses in der Energiekrise) herausführt.

Vielleicht entdecken Sie solche Ansätze auch in sich.
Schauen Sie einmal genau hin.

Im übrigen wünsche ich Ihnen einen Ihre Energie
wieder auftankenden heiteren Abend!

Fachtagung Krankenhaustechnik "Heizungs-, Kälte- und Sanitärtechnik im Krankenhaus"
Medizinische Hochschule Hannover

		Donnerstag, den 25.03.1982		Freitag, den 26.03.1982	
		Hörsaal F	Hörsaal R	Hörsaal F	Hörsaal R
Industrie-Ausstellung Für Firmen und Planungsbüros mit einschlägigen Erfahrungen auf den Gebieten - Projektierung - Bau und Betrieb - Instandhaltung der technischen Anlagen in der Heizungs-, Kälte- und Sanitärtechnik in Krankenhäusern	Hörsaal N "Die Aussteller stellen sich vor"	10.00-10.30 h	10.00-10.30 h	09.00-10.30 h	09.00-10.30 h
		Eröffnung	Eröffnung	Physikalische Therapie	Finanzierung, Vorschriften, Praxis
		10.30-11.00 h Pause		10.30-11.00 h Pause	
		1.00-12.30 h	11.00-12.30 h	11.00-12.30 h	11.00-12.30 h
		Sanitärtechnik im Krankenhaus	Wärmeversorgung im Krankenhaus	Betriebliche Aspekte - Sanitärtechnik	Kälteerzeugung im Krankenhaus
Mittwoch, den 24.03.1982		12.30-14.00 h Mittag		12.30-14.00 h Mittag	
Konferenzraum im Bettenhaus 16.00-17.30 h Jahreshauptversammlung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Krankenhaustechnik e.V. (WGKT)	Hörsaal N "Die Aussteller stellen sich vor"	14.00-15.30 h	14.00-15.30 h	14.00-15.30 h	14.00-15.30 h
		Behinderte und Sanitärtechnik	Energieeinsparung	Wasseraufbereitung	Betriebliche Aspekte der Kälteversorgung
		15.30-16.00 h Pause		15.30-16.00 h Pause	
		16.00-17.30 h	16.00-17.30 h	16.00-17.30 h	16.00-17.30 h
		Hygiene	Betriebliche Probleme - Heizungstechnik	Abwasserentsorgung	Kältetechnik und Vorschriften

PROGRAMM UND INHALT

Mittwoch, 24. März 1982

16.00 Uhr bis 17.30 Uhr
Jahreshauptversammlung der Wissenschaftlichen
Gesellschaft für Krankenhaustechnik e.V.
im Konferenzraum des Bettenhauses der MHH

Donnerstag, 25. März 1982

HÖRSAAL F

10.00 Uhr Eröffnung
O. Anna, Hannover

10.30 Uhr Pause —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

»Sanitärtechnik im Krankenhaus«

Vorsitz: C. Hartung, Hannover; H. Feurich, Berlin

11.00 Uhr Grundsätzliches zu sanitärtechnischen Einrichtun-
gen im Krankenhaus
Ch. Schinlauer, Stuttgart 1

11.30 Uhr Systemelemente der sanitärtechnischen Ausrü-
stung im Krankenhaus
H. J. Knoblauch, Berlin 15

12.00 Uhr Diskussion

12.30 Uhr Mittag —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

Donnerstag, 25. März 1982

HÖRSAAL F

»Behinderte und Sanitärtechnik«

Vorsitz: O. Anna, Hannover; H. Rüden, Berlin

- | | | |
|-----------|--|----|
| 14.00 Uhr | Behinderte und Sanitärtechnik — Erfahrungen aus einem Heim
G. Tschochner, Hannover | 21 |
| 14.20 Uhr | Sanitärtechnik für Behinderte — Entwicklungen und Ausstattungsempfehlungen
D. P. Philippen, Traben-Trarbach | 26 |
| 14.40 Uhr | Sanitäre Anlagen für Alte und Behinderte — Architektonische Perspektiven, dargestellt an drei Beispielen
J. Fissler, Berlin | 37 |
| 15.00 Uhr | Diskussion | |
| 15.30 Uhr | Pause —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung | |

»Hygiene«

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

- | | | |
|-----------|--|----|
| 16.00 Uhr | Hygienische Anforderungen an sanitärtechnische Einrichtungen
H. Rüden, Berlin | 62 |
| 16.30 Uhr | Reinigung und Desinfektion von Sanitäreinrichtungen
G. Schneider, Bonn | 72 |
| 17.00 Uhr | Diskussion | |
| 17.30 Uhr | Ende | |

Freitag, 26. März 1982

HÖRSAAL F

»Physikalische Therapie«

- Vorsitz: W. Wawra, Hannover; E. Zysno; Hannover
- 9.00 Uhr Therapeutische Funktionen und Sanitärtechnik aus
der Sicht des Arztes
E. Zysno und Ch. Mucha, Hannover 80
- 9.30 Uhr Sanitärtechnik in der physikalischen Therapie
H. Feurich, Berlin 88
- 10.00 Uhr Diskussion
- 10.30 Uhr Pause —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

»Betriebliche Aspekte — Sanitärtechnik«

- Vorsitz: E. Zysno, Hannover; W. Wawra, Hannover
- 11.00 Uhr Korrosion in der Trinkwasser-Installation
W. Stichel, Berlin 109
- 11.30 Uhr Instandhaltung von Sanitärinstallationen —
aus dem Alltag eines Technischen Betriebsleiters
W. Wawra, Hannover 117
- 12.00 Uhr Diskussion
- 12.30 Uhr Mittag —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

Freitag, 26. März 1982

HÖRSAAL F

»Wasseraufbereitung«

- Vorsitz: C. Hartung, Hannover; J. Sander, Osnabrück
- 14.00 Uhr Anforderungen an die Wassereigenschaften und Verfahren der Wasseraufbereitung im Krankenhaus K. Bartholmess, Friedrichshafen 122
- 14.20 Uhr Entscheidungshilfen für die Auswahl von Enthärtungs- und Entsalzungsanlagen sowie Wasserkonditionierung H. Scharmann, Freiberg 135
- 14.40 Uhr Erfahrungen mit dem Betrieb einer Osmoseanlage für Dialysezwecke R.-D. Böckmann, Köln 142
- 15.00 Uhr Diskussion
- 15.30 Uhr Pause —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

»Abwasserentsorgung«

- Vorsitz: J. Sander, Osnabrück; C. Hartung, Hannover
- 16.00 Uhr Desinfektion und Neutralisation von Abwasser C.-D. Clodius, Berlin 150
- 16.20 Uhr Behandlung von radioaktivem Klinikabwasser D. Junker, Hannover 157
- 16.40 Uhr Einleiten von Krankenhausabwässern in die öffentliche Kanalisation — hygienische Parameter E. Seeber, Berlin 167
- 17.00 Uhr Diskussion
- 17.30 Uhr Schlußwort
C. Hartung, Hannover
- 17.45 Uhr Ende

Donnerstag, 25. März 1982

HÖRSAAL R

10.00 Uhr Eröffnung
C. Hartung, Hannover

»Wärmeversorgung im Krankenhaus«

Vorsitz: N. Göbl, München; H. L. v. Cube, Worms

- | | | |
|-----------|---|-----|
| 11.00 Uhr | Auslegung und Betrieb von Wärmeversorgungsanlagen
H. Börner, Hannover | 176 |
| 11.20 Uhr | Kohle als Primärenergie-Basis?
H.-S. Greulich, Essen | 185 |
| 11.40 Uhr | Konventionelle Heizungssysteme — Umstellung heute oder erst morgen?
H. L. v. Cube, Worms | 198 |
| 12.00 Uhr | Diskussion | |

Donnerstag, 25. März 1982

HÖRSAAL R

»Energie-Einsparung«

Vorsitz: H. L. v. Cube, Worms; H. Börner, Hannover

14.00 Uhr DIN 1946, Teil 4 — Anpassung an die veränderte
Energie- und Finanzsituation wünschenswert?
H. Esdorn, Berlin 210

14.20 Uhr Wärmerückgewinnung aus Prozeßwärme, Abluft,
Abfall und Müll im Krankenhaus
N. Gößl, München 224

14.40 Uhr Der wirtschaftliche Betrieb von Heizungsanlagen
durch Regelung und Schaltung
H. Bitter, Fellbach 232

15.00 Uhr Diskussion

15.30 Uhr Pause —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

»Betriebliche Probleme — Heizungstechnik«

Vorsitz: K. Weber, Hannover; W. Stichel, Berlin

16.00 Uhr Innen- und Außenkorrosion
in Heizungsinstallationen
W. Stichel, Berlin 245

16.20 Uhr Schadensfälle bei Öl- und Gasfeuerungsanlagen
und deren Verhütung
R. Brinke, München 251

16.40 Uhr Bauakustische Maßnahmen zur Vorbeugung und
Verminderung von Geräuschen in der Heizungs-
und Sanitärtechnik
H. Kreienfeld, Hannover 273

17.00 Uhr Diskussion

17.30 Uhr Ende

Freitag, 26. März 1982

HÖRSAAL R

»Finanzierung, Vorschriften, Praxis«

Vorsitz: H. Heyer, Hannover; L. Siebert, Düsseldorf

- 9.00 Uhr Wie kann das Krankenhaus-Management die Erneuerung haustechnischer Anlagen finanzieren?
H. Glünder, Hannover 280
- 9.20 Uhr Vorschriften für den Betrieb und die Überwachung von Heizungsanlagen im Krankenhaus
H.-J. Hardt, Hannover 287
- 9.40 Uhr Anleitungen zum Betrieb und zur Instandhaltung von Heizungsanlagen
H. Schmitz, Braunfels 294
- 10.00 Uhr Diskussion
- 10.30 Uhr Pause —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

»Kälteerzeugung im Krankenhaus«

Vorsitz: H. Kruse, Hannover; O. Anna, Hannover

- 11.00 Uhr Kälte im Krankenhaus — Verfahren, Anforderungen, Einsatz
H. Wadzinski, Schönau 302
- 11.30 Uhr Möglichkeiten der Abwärmenutzung aus Kälteanlagen
G. Back, Offenbach 319
- 12.00 Uhr Diskussion
- 12.30 Uhr Mittag —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

Freitag, 26. März 1982

HÖRSAAL R

»Betriebliche Aspekte der Kälteversorgung«

Vorsitz: O. Anna, Hannover; H. Loewer, Karlsruhe

- 14.00 Uhr Abwärmenutzung aus Kälte am Beispiel eines Krankenhauses
M. Stein, Hannover 326
- 14.20 Uhr Wirtschaftlichkeitsfragen zur Kälteversorgung —
Möglichkeiten der Absorptions-Kälteanlagen
H. Loewer, Karlsruhe 333
- 14.40 Uhr Schäden in Kälteanlagen — Auftreten und Abwen-
dung
K.-H. Gäfgen, Hannover 342
- 15.00 Uhr Diskussion
- 15.30 Uhr Pause —
Gelegenheit zum Besuch der Industrie-Ausstellung

»Kältetechnik und Vorschriften«

Vorsitz: H. Loewer, Karlsruhe; H.-J. Schindel, Hannover

- 16.00 Uhr Hygiene und Kälte in Sonderbereichen des Kran-
kenhauses
H.-J. Schindel, Hannover 348
- 16.30 Uhr Vorschriften und Normen für den Betrieb von
Kälteanlagen
H. Kern, Mannheim 354
- 17.00 Uhr Diskussion
- 17.30 Uhr Schlußwort
O. Anna, Hannover
- 17.45 Uhr Ende

Verzeichnis der Redner und Vorsitzenden 372

Grundsätzliches zu sanitärtechnischen Einrichtungen im Krankenhaus

Dipl.-Ing. Ch. Schinlauer, Stuttgart

1. Planungsgrundlagen

1.1 Allgemein

Das Ziel einer Krankenhausplanung besteht darin, den Anforderungen an die Krankenversorgung gerecht zu werden, den Patienten eine Atmosphäre der Geborgenheit zu vermitteln und dem Personal gute Bedingungen zur Erfüllung seiner Aufgaben zu schaffen. Darüber hinaus ist Wirtschaftlichkeit in der Herstellung des Gebäudes und im späteren Betrieb zu berücksichtigen, und ebenso muss die Anpassungsfähigkeit an zukünftige Entwicklungen ohne wesentliche strukturelle Änderungen mit eingeplant werden.

Die heute übliche Programmierung eines Krankenhauses ist in vier große Nutzungsbereiche gegliedert:

- 1. in den Bereich der gemeinsamen Einrichtungen. Dieser Bereich hat "Öffentlichkeits"-Charakter durch seinen Bezug zum nahen und fernen Umraum des Krankenhauses.
- 2. in den Untersuchungs- und Behandlungsbereich. Er dient sowohl den stationären als auch den ambulanten Patienten und steht somit im "halböffentlichen" Bezug zu seiner Umwelt.
- Der Pflegebereich als dritter Nutzungsbereich hat vor allem "privaten" Charakter, da er vorwiegend dem Aufenthalt der Patienten dient, wobei das Krankenzimmer den "intimen" Bezug darstellt.
- Der Versorgungsbereich als vierter Nutzungsbereich soll hier der Vollständigkeit halber erwähnt, im folgenden jedoch nicht weiter dargestellt werden.

1.2 Sanitärinstallation allgemein

Nutzungen verschiedener Art innerhalb eines Gebäudes, die sich aus der Forderung organisatorischer Strukturen ergeben, bedingen eine

entsprechende Führung der sanitären Installationsleitungen. Daher werden in Untersuchungs- und Behandlungsbereichen, wo die Räume mit ihren verschiedenartigen Anforderungen an die sanitäre Einrichtung in den einzelnen Geschossen nicht übereinander angeordnet werden können und ausserdem die Raumanordnung veränderbar sein muss, die Leitungen innerhalb der einzelnen Geschosse horizontal im Deckenhohlraum geführt. In Abhängigkeit von den Trägerlagen des tragenden Systems werden sie in Haupt- und Nebentrassen angeordnet und zusammengefasst in senkrechten Schächten zu- und abgeleitet. Von Vorteil ist es, wenn die Rohbaudecke Öffnungen an beliebiger Stelle zulässt, die nachträglich für die Rohrdurchgänge gebohrt werden können.

Im Pflegebereich, wo Krankenzimmer mit der gleichen sanitären Ausstattung übereinander liegen, werden die Zu- und Ableitungen der sanitären Installation vertikal in separaten Schächten geführt, wobei zwei Krankenzimmer, spiegelbildlich angeordnet, einen Installationssschacht bedingen.

Diesem Referat bleibt es vorbehalten, die Wahl der sanitären Gegenstände und ihre Montagemöglichkeiten im Bau zu betrachten. Letztere sind in Abhängigkeit vom raumbildenden Ausbau zu sehen.

1.3 Normen und Vorschriften

Sanitäräume neuerer Projekte weisen in Flächenbedarf und Einrichtung sehr erhebliche Unterschiede auf, die sich sowohl aus den funktionalen Forderungen, als auch aus den verschiedenen hohen Ansprüchen an den Komfort ergeben.

Folgende Normen dienen als Grundlage:

- DIN 18 022 Küche Bad WC Hausarbeitsraum
 Planungsgrundlagen für den Wohnungsbau
- DIN 18 024 Bauliche Maßnahmen für Behinderte und alte
 Menschen im öffentlichen Bereich
 Teil 2 Planungsgrundlagen öffentlich zugängige
 Gebäude

- DIN 18 025 Wohnungen für Schwerbehinderte
 Teil 1 Planungsgrundlagen Wohnungen für Rollstuhl-
 benutzer
- DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
 Teil 5.1.2 Schallschutz bei Armaturen (Entwurf
 Februar 1979)

Vorschriften sind den Verordnungen und Richtlinien des Bundes und der zuständigen Länder zu entnehmen.

2. Der raumbildende Ausbau

2.1 Allgemein

Unter dem raumbildenden Ausbau verstehen wir im engeren Sinn die Kombination von abgehängter Montagedecke und nichttragenden Innenwänden, im erweiterten Sinn auch die Fassade. Ein weiteres Element stellt der Fussboden dar. Die Wahl der konstruktiven Ausführung für den raumbildenden Ausbau, d.h. seiner Komponenten Fussboden, Wand und Decke, wird durch die Anforderungen aus der Nutzung bestimmt.

Da die heutigen organisatorischen Strukturen für ein Krankenhaus auch die Anpassung an zukünftige Entwicklungen einschliesst, ergibt sich für viele Bereiche die Forderung nach Variabilität, d.h. Veränderbarkeit der Raumanordnung im Inneren des Gebäudes sowohl während der Planung als auch während der späteren Nutzung.

Sie wird für folgende Raumzonen gefordert:

- innerhalb der gemeinsamen Einrichtungen für die Verwaltung und die Schulungsräume
- für den gesamten Untersuchungs- und Behandlungsbereich einschl. Labors
- im Pflegebereich für Dienst- und Untersuchungsräume

2.2 Abgehängte Montagedecken

Abgehängte Montagedecken, die einer variablen Nutzungen gerecht werden sollen, sollten nach unserer Erfahrung unbedingt als integriertes

Deckensystem geplant werden. In einem solchen Deckensystem vereinigt sich eine Reihe von Funktionen wie Akustik, Klimatisierung, Beleuchtung und Anschlussmöglichkeit für Trennwände.

Der Deckenhohlraum dient als Installationsraum für Elektro-, Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärinstallationen, für die medizinischen Gasversorgung und für die Anschlüsse medizinischer Einrichtungen. Für Wartungs-, Regulierungs- und Änderungsarbeiten, auch für Reparaturarbeiten, die z.B. bei undichten Leitungen erforderlich werden, sollte er leicht zugänglich sein. Die Zugänglichkeit im Deckenhohlraum ist gewährleistet, wenn die Trennwände an Bandrasterschienen befestigt sind und die eingelegten Deckenplatten in ganzer Feldbreite leicht abgenommen werden können.

2.3 Nichttragende Innenwände

Beim Krankenhausbau werden heute umsetzbare und bedingt umsetzbare Innenwände wie Gipskartonwände bevorzugt.

Umsetzbare Innenwände lassen eine variable Nutzung des Raumes zu. Sie bestehen aus industriell hergestellten Wandelementen, die in ihren Abmessungen einem Raster folgen, können ohne wesentliche Nacharbeiten montiert werden, haben geringes Gewicht, lassen Kombinationsmöglichkeiten untereinander zu und genügen den Anforderungen an Brand- und Schallschutz. Eine Installation von Elektroleitungen ist bedingt möglich. Die transparente Ausführung der Elemente, die voll verglast oder mit Oberlicht ausgestattet sind, schafft eine optische Verbindung zwischen den Räumen und vermindert bei innenliegenden Fluren das Gefühl der Orientierungslosigkeit. Die Wandstärken sind produktgebunden und variieren zwischen 60 und 100 mm. Als Material eignen sich Stahlblech mit einbrennlackierter Oberfläche oder Holzwerkstoffe mit einer beschichteten Oberfläche aus DD-Lack.

Die Installationen für die sanitären Einrichtungsgegenstände müssen vor der Wand als sogenannte Installationselemente raumhoch oder halbhoch - je nachdem, wie es die Installationen erfordern - montiert werden. Sie dienen der Befestigung der sanitären Gegenstände

und ihrer Rohrleitungen und erlauben wandeingebaute Behälter, z.B. für Seife und Handtücher. An ihrer Vorderseite erhalten sie eine Abdeckung, die dem Material der Trennwand angepasst sein kann.

Gipskartonwände sind an sich nicht dazu bestimmt, umgesetzt zu werden, doch lässt ihre Konstruktion eine bedingte Umsetzung zu. Unter "nicht umsetzbar" versteht man, daß der Baukörper bei der Demontage nicht beschädigt werden darf, und daß wesentliche Teile der abgebauten Wand wieder verwendbar sein müssen. Gipskartonwände bestehen aus einem tragenden Ständerwerk aus Stahlblechprofilen, das beidseitig mit Gipskartonplatten beplankt ist. Ihre Wandstärken ergeben sich aus den Anforderungen an Schall- und Brandschutz und können von 100 bis 150 mm betragen. Im Gegensatz zur umsetzbaren Wand lassen jedoch Gipskartonwände eine Verlegung der Sanitärleitungen in der Wand zu. An sogenannten Sanitär-Tragständern, die serienmässig vorgefertigt sind und die in die Wand eingestellt werden, können die für die verschiedenen Sanitärfunktionen erforderlichen Bestückungsteile befestigt werden.

3. Sanitäre Einrichtungsgegenstände

3.1 Hygienische Anforderungen

Sanitärtechnische Einrichtungen stellen für die Hygiene einen kritischen Bereich dar. Wo Wasserreste stehenbleiben oder sich feuchte Stellen bilden, siedeln und vermehren sich Erreger in kurzer Zeit. Daher besteht die Forderung nach glatten, rissefreien Oberflächen und nach gerundeten, kontrollierbaren Kanten, um zu vermeiden, daß sich pathogene Keime festsetzen können. Mechanische Einwirkungen durch Reinigungs- und Desinfektionsmittel dürfen nicht zu einer Beschädigung der Oberfläche führen.

3.2 Material

Als Werkstoff für Sanitärgegenstände im Krankenhaus eignet sich generell Porzellanmaterial, als Sanitärporzellan bekannt, weil es eine porenfreie und glasierte Oberfläche hat.

Gegenstände entscheidend. So sind Schmutzecken generell zu vermeiden und gerundete Formungen, sowohl konkav als auch konvex angezeigt. Verschraubungen, die zur Befestigung erforderlich sind, dürfen nicht im Spritzbereich liegen. Hutmuttern müssen korrosionsgeschützt und verchromt ausgeführt sein oder aus Chromnickelstahl bestehen.

3.3.2 Waschtisch und Zubehör

Waschtische und Handwaschbecken im Krankenhaus bestehen in der Regel aus weißem Sanitärporzellan.

Wandanschluß

Waschtische sind mit direktem Wandanschluss einzubauen, wobei die Anschlußfuge besonderer Sorgfalt bedarf. Sie muß mit hochwertiger, dauerelastischer Fugenmasse abgedichtet werden.

Für geflieste Wandoberflächen im Krankenhausbereich gibt es spezielle Waschtische, die in die Wand eingefliet werden können. Sie haben einen eingeformten Wandeinbauteil, der auf das Fliesenmaß abgestimmt ist und über eine umlaufende Hohlkehle an den Waschtisch anschließt.

Montagehöhen

Montagehöhen von Waschtischen sind abhängig vom Alter der Benutzer und auch davon, ob der Patient sich im Stehen waschen kann oder ob ihm dies nur im Sitzen möglich ist.

Form

Um den Anforderungen der Hygiene zu entsprechen, sind gerundete, leicht zu reinigende Formungen zu bevorzugen. Das Innenbecken sollte an der Vorderseite offen sein, eine Verjüngung des Beckens nach hinten gibt seitlich Ablageflächen frei. Die Oberfläche ist von den Rändern zur Beckenmulde hin leicht geneigt, um stehendes Wasser zu vermeiden.

Einbau-Waschtisch

Bei Waschbecken für Tisch- und Schrankeinbau ist darauf zu achten, daß der Einbau-Waschtisch von unten fugenlos mit der Schichtstoffplatte der Tischplatte verbunden ist. Nur so ist ein homogener

Übergang der beiden Oberflächenmaterialien gewährleistet und die Möglichkeit ausgeschaltet, daß sich Feuchtigkeit in der Anschlußfuge festsetzt.

Überlauf

Waschtische im Krankenhaus sollten generell ohne Überlaufkanal eingebaut werden. Dazu sagt ein Gutachten von Prof. Dr. Grün, Institut für Hygiene der Medizinischen Akademie Düsseldorf, aus, daß im Überlaufkanal innerhalb kurzer Zeit Bakterienherde aller Art entstehen. Da der Überlaufkanal schwer zugänglich ist, haben Reinigung und Desinfektion wenig Wirkung auf die Beseitigung der Nährböden für Bakterien. Sollte es erforderlich sein, das Becken mit Wasser zu füllen, so geschieht dies zweckmäßigerweise mit einem Standrohr.

Geruchverschluß

Weitere Aufmerksamkeit kommt dem Geruchverschluß zu. Auch hier besteht die Forderung nach leichter Reinigungsmöglichkeit und Desinfizierbarkeit. Waschtische mit einem angeformten Geruchverschluß aus keramischem Material, der als Röhrensiphon ausgebildet ist, sind leicht zugänglich. Außerdem begünstigt diese Konstruktion das Unterfahren des Waschtisches für Rollstuhlpatienten.

Eine weniger kostenintensive Konstruktion stellt der Wandeinbau-Geruchverschluß dar. Ein Röhrensiphon, der bei einfacheren Ausführungen unter dem Waschtisch angebracht ist und von außen vermehrter Reinigung bedarf, ist hier in die Wand verlegt. Er ist über eine Montageplatte zugänglich, die wandbündig abschließt.

Armaturen

Armaturen für Waschtische und Handwaschbecken sind spezifisch nach den Anforderungen der Hygiene auszuwählen. Generell gilt, daß im Krankenhaus nur Wandarmaturen verwendet werden sollen, weil sie im Gegensatz zur Standarmatur nicht im Spritzbereich liegen und sich daher keine Wasserrückstände bilden können. Außerdem wird die Reinigung des Waschtisches begünstigt.

Für Waschtische mit allgemeiner Benutzung, z.B. durch Patienten, Personal und Besucher, gibt es die Einhebel-Mischbatterie als Wandaufbau-Ausführung und die Einhebel-Mischbatterie für Wandeinbau mit getrenntem Wandauslauf.

Für Ärzte und Schwestern im Untersuchungs- und Behandlungsbereich wird seit Jahren eine sogenannte Armhebel-Ärzte-Thermostatbatterie eingebaut, bei der die Wassertemperatur durch Thermostat vorgewählt wird. Da jedoch bei der Bedienung mit Armhebel der Handkontakt nicht ausgeschlossen werden kann (Übertragung von Keimen), ist eine Armatur mit Fußbetätigung oder Kniehebel vorzuziehen.

Der OP-Waschtisch sollte eine elektronisch gesteuerte Armatur für Wandeinbau erhalten. Die Armatur wird durch Annäherung berührungslos ausgelöst, die Wassertemperatur ist vorgesteuert.

Seifenspender

Für die Reinigung der Hände sollte im Krankenhaus flüssige Seife verwendet werden. Behälter für Aufputz-Montagen gibt es in verschiedenen Ausführungen und Materialien. Sie können aus Glas, pulverbeschichtetem Stahlblech, schlagfestem Kunststoff oder Chromnickelstahl bestehen. Der Seifenspender beim Ärzte-Waschtisch muß mit Armhebel-Bedienung ausgestattet sein.

Unterputz-Behälter mit Abdeckplatten aus Chromnickelstahl haben den Vorzug, daß keine Ablageflächen entstehen.

Desinfektionsmittelspender

Desinfektionsmittelspender für Ärzte- und Schwestern-Waschtische gibt es in ähnlichen Ausführungen wie Seifenspender, wobei die Betätigung über Armhebel erfolgt.

Handtuchver- und -entsorgung

Im Krankenhaus sollten ausschließlich Einweg-Handtücher zur Verfügung stehen.

Es gibt folgende Möglichkeiten:

- Handtuchspender für Falt- oder Rollenpapier
Hier stehen Behälter in Aufputz- oder Unterputz-Montage zur Wahl. Aufputz-Modelle können aus Kunststoff, pulverbeschichtetem Stahlblech oder Chromnickelstahl bestehen, Unterputz-Modelle meist nur aus Chromnickelstahl. Ihr Fassungsvermögen ist je

nach Grösse des Behälters verschieden. Bei Verwendung von Papierhandtüchern liegt das Problem in dem beachtlichen Abfall, der durch den Verbrauch entsteht. Da Abfallbehälter in Form von Drahtkörben mit eingelegten Beuteln aus Kunststoff, auch wenn sie groß genug dimensioniert sind, einen wenig schönen Anblick bieten, sind Unterputz-Ausführungen aus Chromnickelstahl vorzuziehen. Auch hierbei müssen die Handtücher in einem eingelegten Plastikbeutel gesammelt werden, der nur zugeschweißt beseitigt werden sollte.

- Stoffhandtuch als Handtuchrolle
Das textile Handtuch bietet eine hautfreundliche Möglichkeit, die Hände abzutrocknen. Stoffhandtuchspender geben abschnittsweise Stoff als Einmal-Handtuch frei und haben eine Vorrichtung, die das gebrauchte Handtuchstück einzieht. Voraussetzung für die Verwendung der Stoffhandtuchrolle im Krankenhaus ist jedoch, daß sauberes und gebrauchtes Tuch an allen Stellen unbedingt getrennt geführt wird, so daß Keimübertragungen auf das saubere Tuch ausgeschlossen sind. Ausserdem muß einwandfreies Waschen und Desinfizieren der gebrauchten Stoffhandtuchrolle gewährleistet sein. Elektronisch gesteuerte Handtuchspender geben das frische Handtuch bei Abruf aus und ziehen es nach Gebrauch automatisch ein.
- Textile Kleinhandtücher können in entsprechenden Behältern für Ärzte- und Schwestern-Waschtische vorgehalten werden. Sie werden nach Reinigung und Desinfektion wieder verwendet.

3.3.3 Spülklosett und Zubehör

Klosetts im Krankenhaus bestehen in der Regel aus weißem Sanitärporzellan. Sie sollten in wandhängender Ausführung eingebaut werden, damit Bodenfreiheit besteht, durch die eine gründliche Reinigung des Fußbodens möglich ist.

Montagehöhen

Montagehöhen für Klosetts sind abhängig vom Alter und physischer Behinderung der Benutzer. So sind für ältere Menschen höhere Sitzhöhen erforderlich, ebenso auch für Rollstuhlfahrer.

Tiefspülklosett

Die Ausführung als Tiefspülklosett läßt die Fäkalien sofort im Wasser des Geruchverschlusses versinken. Dabei wird der Beckeninnenraum nicht oder nur gering verschmutzt und die Geruchsbelastigung weitgehend reduziert. Tiefspülklosetts haben eine hydraulisch gute Wasserführung und gewährleisten richtige Durchspülung und damit Reinigung. Im Krankenhaus gehören sie heute zur Standardausstattung.

Absaugeklosett

Das Absaugeklosett zählt zu den Tiefspülern, die am geräuschärmsten spülen. Allerdings ist der Abfluß mit seiner Einschnürung und seiner Umlenkung gegen Verstopfung leichter anfällig. Dies gilt es im Krankenhaus besonders zu bedenken, weil sich den Patienten kaum eine andere Gelegenheit bietet, sich intimer Dinge zu entledigen.

Flachspülklosett

Flachspülklosetts haben eine flache Schüssel mit geringem Wasserstand, in der die Fäkalien liegenbleiben. Die Geruchsbelastigung ist erheblich, auch läßt sich eine Beckenschmutzung nicht immer restlos durch die Wasserspülung beseitigen. Ist jedoch medizinisch eine Kontrolle des Stuhls erforderlich, dann sind die Nachteile von geringerer Bedeutung. Beim Flachspülklosett ist die Gefahr der Tröpfcheninfektion durch nachspritzendes Wasser, wie es beim Tiefspülklosett der Fall sein kann, vermindert.

Spülkästen

Die Spülung der Klosettbecken erfolgt in der Regel über Spülkästen. Zur Vermeidung von unkontrollierten Ablageflächen empfiehlt sich eine wandeingebaute Ausführung. Bei Toiletten, deren Benutzer ständig wechseln, sollte die Spülung über "Fernbetätigung" ausgelöst werden. Hier stehen Boden- und Wand-Fußdrücker zur Wahl, wobei dem Wand-Fußdrücker wegen einer ungehinderten Fußbodenreinigung der Vorzug zu geben ist.

Druckspüler

Die früher oft als geräuschbelastigend empfundenen Druckspüler sind inzwischen durch geräuscharme Ausführungen abgelöst. Der Einbau von

Druckspülern ist jedoch vom Leistungsdruck im Rohrnetz abhängig.

Klosettsitz

Der Klosettsitz sollte in Vollplastik ausgeführt sein und in Räumen, in denen ein Waschplatz vorhanden ist, einen Deckel erhalten. Die Scharniere aus verchromtem Metall oder Kunststoff sollen verdeckt angebracht sein.

Papierhalter

Toilettenpapierhalter sind in Edelstahl oder aus Kunststoff auf dem Markt. Dringend erforderlich ist bei viel benutzten Toiletten ein Reservepapierhalter, dessen Rolle jedoch meist nur aufgerissen wird und dann auf dem Boden liegen bleibt (hygienische Gefahrenquelle!). Neuartige Papierspender sind so gebaut, daß sie zwei Papierrollen aufnehmen. Die Reserverolle kann erst benutzt werden, wenn die laufende Rolle verbraucht ist.

Haltegriffe

Bei Toiletten im Patientenbereich sollte ein Haltegriff vorhanden sein, da Kranke schon sehr bald nach Eingriffen aufstehen und oft noch behindert sind.

Automatische Klosettanlagen

Automatische Klosettanlagen stellen eine Kombination aus WC, Bidet und Warmlufttrocknung dar. Das "CLOS O MAT" z.B. ist ein Tiefspülklosett, das auch für wandhängende Montage auf dem Markt ist. Es ist mit einer Warmluftdusche und mit oder ohne Warmluftgebläse ausgestattet. Verwendung findet dieses Klosett speziell bei Körperbehinderten und dort, wo besondere Ansprüche an die Hygiene durch Ausschaltung jeglichen Handkontaktes erfüllt werden müssen. Der Oberschenkelkontakt wird durch eine Papierauflage vermieden.

Steckenbeckenspülung am Klosett

Optimal ist es, wenn die Spülung des Steckbeckens im Sanitärbereich des Krankenzimmers erledigt werden kann. Eine kombinierte Anlage von Wandklosett und Steckbeckenspülapparat erlaubt die Reinigung und Desinfektion von Bettpfannen und Urinflaschen, doch handelt es sich dabei um eine sehr kostenintensive Lösung.

Durch die Vorreinigung der Bettpfanne mit einer Sprühlanze am Klosett des Krankenzimmers ist es möglich, die Bettpfanne, in einem Plastikbeutel verpackt, ohne Geruchsabgabe zu deponieren und erst im Routinegang zur gründlichen Reinigung abzuholen.

3.3.4 Nasszelle

Besondere Beachtung möchte ich in diesem Referat der vorgefertigten Nasszelle widmen. Sie stellt eine autonome Raumeinheit dar und wird so als "Haus im Haus"-System dem allgemeinen raumbildenden Ausbau zugeordnet, der mit seinen Innenwänden in Material und Konstruktion keine wasserdichten Oberflächen hat. Außerdem läßt sich durch den Einbau vorgefertigter Zellen der Gesamtaufwand reduzieren, der sich auf die Entflechtung des Bauvorgangs, also auf eine Verminderung der Bauzeit und damit insgesamt auf eine Senkung der Baukosten bezieht. Beim Aufbau einer Nasszelle konventioneller Bauweise sind immerhin bis zu 10 verschiedene Leistungsbereiche beteiligt.

Der Grad der Präfabrikation muß die bauliche Stabilität erreichen, die den statischen und bauphysikalischen Anforderungen entspricht, und sämtliche Installationen für Sanitär, Lüftung und Elektro einschließlich Zuleitungen müssen eingebaut sein, so daß das Produkt "vorabgenommen" an der Baustelle angeliefert werden kann. Auf der Baustelle sind außer den Versetzungsarbeiten nur noch die Anschlußarbeiten von seiten der Installationsfirma erforderlich.

Die hier vorgestellte Nasszelle besteht aus Fußboden-, Wand- und Deckenelementen, die aus einem tragenden Wandkern aus "WIST", einem feinporösen, duromeren chemischen Werkstoff, bestehen und eine Innenoberfläche aus Polyester-Feinschicht mit Polyester-Laminat haben. Die Elementfugen sind im Winkel von 45 Grad abgeschrägt und mit Polyester in der Farbe der Zellen porenlos vergossen. Der homogene Materialverbund und die runde Fugenbasis erlauben eine gute Desinfizierung und ein unproblematisches Reinigen. Die Wandelemente sind zur Aufnahme handelsüblicher Sanitär-, Elektro- und Lüftungsausrüstung vorbereitet, die in unterschiedlichen Produkt- und Funk-

tionsstandards ausgeführt werden können. Die verschiedenen Elemente sind mit funktionsbezogenen Einformungen ausgestattet. In das einteilige Fußbodenelement ist ein Duschschwelle integriert. Für den Gehbereich wird handelsüblicher Fußbodenbelag verwendet. Im Deckenelement sind für Lüftung und Beleuchtung Einformungen und Deckendurchbrüche vorhanden. Die Zelle ist mit einer Abluftleuchte ausgestattet.

Krankenhausspezifische Merkmale sind:

- Haltegriffe beim WC und im Duschbereich
- eine Notklingel
- ein angeformter Sitz in der Dusche zum Abstützen und für die Intimhygiene
- eine bewegliche Dusche für die Intimhygiene
- von innen nicht verschließbare Tür.

Nasszellen, die zu den Krankenzimmern gehören, sind oftmals nur mit Spülklosett und Dusche ausgestattet, während sich der Waschtisch im Vorraum befindet und auch von Arzt und Schwester benutzt wird. Diese Lösung entspricht jedoch nach heutiger Sicht nicht mehr ganz den Forderungen der Hygiene, wonach jedem Klosett im Krankenhaus ein Handwaschbecken in seinem Raum zuzuordnen ist. Daher sollten Nasszellen im Krankenzimmer mit Spülklosett, Waschtisch und Dusche eingerichtet werden. Der Schwesternarbeitsplatz in der Krankenzimmervorzone muß ein zusätzliches Waschbecken erhalten, was aus der andersartigen Zweckbestimmung ohnehin angezeigt ist.

4. Schlussbetrachtung

Die Auswahl sanitärtechnischer Einrichtungen im Krankenhaus wird von hygienischen und funktionalen Anforderungen bestimmt. Im Bereich der gemeinsamen Einrichtungen entsprechen sie den bei öffentlichen Gebäuden geltenden Normen und sind so als normale hygienische Anforderungen zu bezeichnen. Im Pflegebereich gilt es mittlere hygienische Anforderungen zu erfüllen. Dabei ist daran zu denken, den Standard im Bereich des Krankenzimmers so auszulegen, daß dem Patienten die Vertrautheit erhalten bleibt, d.h. daß er eine Umgebung möglichst "wie zu Hause" vorfindet, während die Ausstattung für die pflegeri-

schen und medizinischen Arbeiten höheren hygienischen Anforderungen zu genügen hat. Im Untersuchungs- und Behandlungsbereich ist hohen hygienischen Anforderungen nachzukommen, ebenso in Intensivpflegestationen. Die höchsten hygienischen Anforderungen sind im OP-Bereich einzuhalten.

Die Montage der sanitärtechnischen Gegenstände ist in bezug zum raumbildenden Ausbau zu sehen. Konstruktion und Oberfläche der Wand bestimmen die Art der Montage. Generell sind wandbündige Ausführungen anzustreben, um unkontrollierbare Ablagefläche zu vermeiden.

5. Literatur

- Canzler, B.: Sanitäre Technik im Krankenhaus aus der Sicht der Hygiene und Funktion
Gesundheits-Ingenieur 5/1977
- Feurich/Bösch: Sanitärtechnik
- Grandjean, E.: Wohnphysiologie
- Heinle, Wischer und Partner
Medizinische Fakultät der Universität Göttingen
Systementwurf Januar 1969
Pflegestellen in Einbett- und Zweibettzimmern
Verf.: Dr. Ing. H. Rau, September 1981
- Krumlinde, H.: Kriterien für die Waschtischauswahl im klinischen Bereich
Sanitär- und Heizungstechnik 10/1978
- Thummernicht, W.: Sanitärtechnisch bedingte Hygiene in Krankenanstalten
Krankenhaus-Umschau 12/1977

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Charlotte Schinlauer
c/o Heinle, Wischer und Partner
Rotenbergstraße 8
7000 Stuttgart 1

Systemelemente der sanitärtechnischen Ausrüstung im Krankenhaus von H.-J. Knoblauch, Berlin

Eine schematische Übersicht mag einleitend einen Eindruck von der Vielfalt der sanitärtechnischen Funktionsbereiche und Leitungssysteme im Allgemeinen Krankenhaus vermitteln. Spezialkrankenhäuser, z.B. orthopädische Krankenhäuser, Kinderkliniken, Dauerkrankenhäuser usw. stellen zusätzliche Anforderungen an sanitärtechnische Anlagen.

Sanitärgegenstände

Die Entwicklung des Sanitärgegenstandes für die Funktionsbereiche läßt eine wissenschaftlich ausgerichtete Zielsetzung vermissen. Die ständigen Bemühungen um Vereinfachung der Form bis hin zur betont geraden Linienführung und nazu unterwürfigen Verherrlichung des Rechtecks darf nicht als funktionell bestimmte Entwicklung gewertet werden, sofern menschliche Bewegungsfunktionen während der Benutzung überhaupt als richtungsweisend gelten sollen. Wo in der Vergangenheit bei großen Krankenhausbauten Planer die Entstehung neuer Modelle von Sanitärgegenständen, abweichend vom Industrieangebot, beeinflussen durften, war die stilistische Anpassung an den Raum, den Vorstellungen des Architekten entsprechend, stärker ausgeprägt als das Bemühen, den Bewegungsabläufen bei der Benutzung und Erfordernissen der Reinigung besser zu entsprechen als Vorhandenes. Zum Teil wurden sogar im Zuge solcher stilistischen Anpassungen alte, aber sinnvolle konstruktive Regeln mißachtet. Erinnerung sei an den ersten Grundsatz, den Sanitärgegenstand nicht zu verkleiden, um Ablagerungen von Schmutz weitgehend zu vermeiden. So wurden in der klassischen Krankenhaustechnik Standbatterien mit Untertischanschlüssen und Überlaufkanäle strikt abgelehnt. Während des großen Booms im Krankenhausbau wurde dem stilistischen Starrsinn so manches hygienisches Opfer gebracht.

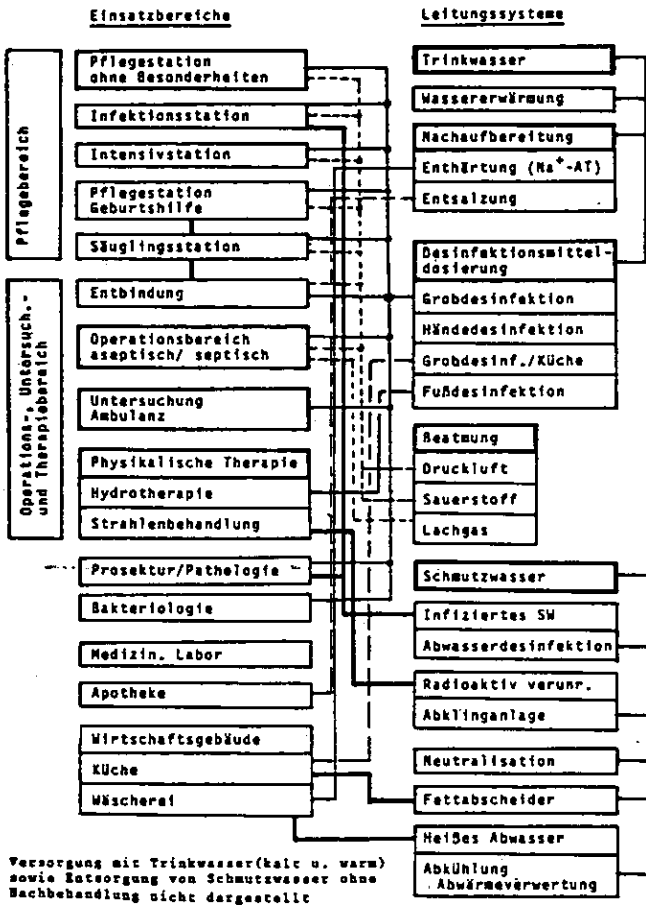


Bild 1. Schema Sanitärtechnik im Krankenhaus. Einsatzbereiche und Leitungssysteme.

Der Patient, der Tage und Wochen im Krankenhaus zubringen muß, hat sich mit dem gebotenen Sanitärkomfort abzufinden. So muß der auf körperliche Sauberkeit bedachte Patient, da ihm Bad und Dusche nur nach Voranmeldung zur Verfügung stehen, am Waschtisch Körperverrenkungen vollziehen, um seine Hautoberfläche oberhalb der Gürtellinie mit Wasser zu besprenkeln. Die Größe der Waschmulde einerseits sowie die Anordnung des Mischwasserauslaufs und der Bedienungsgriffe andererseits widersprechen im Vergleich zu anderen technischen Gebrauchsgegenständen hochgradig natürlichen Körperbewegungen.

Für den Klosettbereich gibt es für den Krankenhausbau keine Konzeption, die z.B. den "besonderen hygienischen Anforderungen" entspricht. Irgendwo dürfte die Grenze zwischen Gut und Böse liegen. Das gelegentlich von Medizинern geäußerte Mißfallen über die Abkehr der Technik von dem (auch nur in unserem Lande hochverehrten) Flachspülklosett scheint den diesbezüglich größten Kummer auszudrücken.

Bei Berücksichtigung der bestehenden Regeln der Technik muß der Krankenhausplaner davon ausgehen, daß die Keimübertragung unter den Patienten einer Pflegeeinheit bei gemeinsamer Benutzung von Sanitärgegenständen nicht zu verhindern ist. Es bleibt der individuellen Einschätzung überlassen, wie weit die "Herausforderung zum Keimaustausch" durch technische Maßnahmen verringert wird.

Im Pflegearbeitsraum der Station gibt der Steckbeckenspülapparat offensichtlich Anlaß zu hygienischen Bedenken. Einerseits scheint bereits die vollkommene Oberflächenreinigung von Bettpfannen, Nachtstuhlleimern, Nierenschalen usw. ein Problem darzustellen. Andererseits soll in diesen Geräten auch eine Desinfektion gewährleistet sein, was kaum zu erreichen ist, wenn die Oberfläche nicht einmal sauber gespült wird. Der unter Krankenhausbauern seitens der Industrie gehegte "Glaube", in Steckbeckenspülapparaten mit Niederdruckdampf eine Desinfektion

erreicht zu haben, ist noch in peinlicher Erinnerung. Dem planenden und ausführenden Techniker steht kein Urteil zu, ob bei möglicherweise unvollkommener Oberflächenreinigung die aufeinanderfolgende Spülung von Bettpfannen und Urinflaschen in demselben Gerät hygienisch korrekt ist. Aus logischen Überlegungen resultierende Bedenken sind aber gewiß berechtigt.

Leitungssysteme und zentrale Anlagen

Zur wirtschaftlich optimalen Dimensionierung von sanitär-technischen Leitungssystemen in Krankenhäusern fehlen verbindliche Rechnungswerte. Wichtige DIN-Normen, wie DIN 1986 und der vorbereitete Entwurf DIN 1988, Teil 3 (ehemals DVGW-Arbeitsblatt W 308), enthalten zwar Ansätze; ihr Ursprung ist jedoch fragwürdig. Die Normung überläßt es dem Planer weitgehend, mit zweifelhaften "Erfahrungswerten" zu Projektlösungen zu kommen. In Anbetracht weit verbreiteter Angst, Anlagen zu klein zu bemessen und für Funktionsmängel haftbar gemacht zu werden, sind zu groß dimensionierte Leitungen wahrscheinlicher als zu kleine Durchmesser.

Die Verwendung wassersparender Armaturen und der Ansatz realer Gleichzeitigkeitswerte in Anlagenberechnungen hätte kleinere Rohrdurchmesser zur Folge als in der bisherigen Planungspraxis üblich. Der Verzicht auf den nahezu verherrlichten, aber schalltechnisch unsinnigen oberen Grenzwert für die Fließgeschwindigkeit beim Spitzendurchfluß von 1,0 m/s würde das ernsthafte Bemühen um wirtschaftliche Rohrdurchmesser wesentlich fördern. Reale Gleichzeitigkeitswerte sind allerdings nur aus Messungen an vorhandenen Anlagen zu erfahren. Hierzu bieten schließlich zahllose kleinere, mittlere und große Krankenhäuser Gelegenheit. Zuständig für die Initiative zur Erforschung der hydraulischen Geschehnisse sind nicht Planer oder Ausführende, sondern jene Stellen, die mit beachtlichen öffentlichen Mitteln Krankenhäuser bauen und betreiben.

Für die Berechnung von Trinkwassererwärmungsanlagen in Krankenhäusern gibt es keine Norm. Die produktorientierte Abhängigkeit von Herstellerempfehlungen ist kein Ersatz für allgemein verbindliche Regeln der Technik. Die zentrale Trinkwassererwärmung und die Verteilung des erwärmten Trinkwassers mit dem Ziel einer Energieeinsparung erfordert klare Planungsgrundsätze, die sich von Planungsgepflogenheiten des großen Baubooms wesentlich unterscheiden:

- Verzicht auf Warmwasser- und Zirkulationsverteiler, wo irgend möglich, Vermeidung unsinniger Parallelführung von Verteilungsleitungen über weite Strecken, wenn dezentrale Absperrventile zugänglich angeordnet werden können,
- Verzicht auf die Versorgung mit erwärmtem Trinkwasser aus "Energiezentralen", die meist sehr lange Leitungen zu einzelnen Gebäuden oder Gebäudeteilen erfordern,
- Verzicht auf den Anschluß abgelegener Warmwasserentnahmestellen an die zentrale Anlage; dafür Einsatz lokaler Trinkwassererwärmer,
- Begrenzung der oberen Betriebstemperatur auf die Erfordernisse an der hydraulisch ungünstigsten Entnahmestelle,
- Unterbrechnung der Zirkulation in den Betriebspausen,
- Nutzung der Vorteile des Ringverteilungssystems, wo während der Betriebszeiten auf Zirkulation verzichtet werden kann,
- Genaue Durchflußermittlung für die Warmwasserleitungen, um kleinste Rohrdurchmesser für Warmwasser- und Zirkulationsleitungen zu erhalten,
- Sorgfältige Systemwahl bei ausgewogenem Verhältnis von Speicherkapazität und Heizleistung, Vermeidung von Totraum und nicht nutzbaren Übergangszonen.

Als "Reserven für spätere Erweiterungen" kaschierte Überdimensionierungen zeugen von Unkorrektheit. Reserven sind in Berechnungsunterlagen für jedes Systemelement konkret

als "freie Kapazität" (Durchfluß, Heizleistung, Speichervolumen usw.) auszuweisen.

Zentrale Dosieranlagen für Desinfektionsmittellösungen sollten zum Stand der Technik gehören. Dennoch wird die zur Raumdesinfektion benötigte Lösung noch vielfach nach vorangegangener Prozentrechnung in Scheuereimern angesetzt.

Abwasserdesinfektionsanlagen und Abklinganlagen für radioaktives Abwasser erfordern Sammelbehälter, deren Nutzvolumen vom spezifischen Abwasseranfall je Bett und Tag abhängig ist. Hierin steckt ein großer Teil Klosettspülwasser. Eine spürbare Verringerung der täglich zu speichernden Abwassermenge wäre möglich, wenn die für eine Klosettspülung erforderliche Spülwassermenge von derzeit 10 l verringert würde. Nach dem Stand der Technik ist mit 6 l, unter bestimmten Voraussetzungen sogar mit 4 l, durchaus eine zufriedenstellende Spülwirkung erreichbar.

Zusammenfassung

Die Entwicklung des Sanitärgegenstandes für Krankenhäuser muß klar umrissene hygienische Regeln wahren und Bewegungsfunktionen sowie sanitäre Bedürfnisse des Patienten, als Mensch, vordergründig berücksichtigen. Es ist unglaublich, daß in dieser Hinsicht vor fünfzig Jahren ein technischer Entwicklungsprozeß abgeschlossen wurde. Eine weitere Aufgabe liegt in der Erforschung hydraulischer Vorgänge in sanitärtechnischen Leitungssystemen mit dem Ziel größter Wirtschaftlichkeit in der Verwendung von Werkstoffen und Energie.

Anschrift des Verfassers: Prof. Hans- Joachim Knoblauch,
Technische Fachhochschule Berlin, Labor für Sanitärtechnik,
Luxemburger Str. 10, 1000 Berlin 65.

Behinderte und Sanitärtechnik — Erfahrungen aus einem Heim
von G. Tschochner und M. Bienwald, Hannover

Wenn sog. Praktiker der Behindertenarbeit über die hier zur Diskussion gestellte Thematik nachdenken und sprechen, so stehen Fragen der eigentlichen Technik eher im Hintergrund. Erwarten Sie daher auch keine nähere Beschäftigung mit technische Einrichtungen eines — zum Beispiel unseres Heimes. Uns interessieren vielmehr soziale Aspekte und — davon ausgehend — jene Möglichkeiten der Hilfe, die technische Lösungen behinderten Menschen und — in diesem Zusammenhang nicht zu vergessen — ihren Pflege- und Betreuungspersonen bieten sollen.

In unserem Kulturkreis ist unbestritten, daß die Funktionen der Körperreinigung und der Ausscheidungen zur Intimsphäre gehören. Daraufhin sind unsere sanitären Einrichtungen baulich gestaltet; daraufhin ist unser Verhalten orientiert. Ausnahmen hiervon — z.B. unter jüngeren Menschen — werden als peinlich empfunden. Oft wird ein so von der üblichen Norm abweichendes Verhalten als Protest verstanden oder zumindestens dargestellt. Fragen des Verhältnisses zum — insbesondere nackten — Körper und psychoanalytisch orientierte Deutungen der menschlichen Ausscheidungsfunktionen spielen in diesem Bereich eine Rolle, die hier nicht weiter in die Überlegungen einbezogen werden soll. Schließlich sei noch angeführt, daß wir mit dem Begriff der Sauberkeitserziehung des Kindes ein für uns wesentliches pädagogisches Ziel definieren. Es geht uns dabei einmal darum, das Kind entsprechend dem Verlauf seiner psychischen und physischen Entwicklung zur eigenständigen Körperreinigung und zur Kontrolle seiner Ausscheidungsfunktionen zu erziehen; zum anderen aber auch darum, durch entsprechende Anforderungen und eigenes Verhalten die Bildung einer Intimsphäre zu fördern und somit Persönlichkeit zu entwickeln.

Beim behinderten Menschen müssen wir nun entscheidende Defizite feststellen — sei es in der Entwicklung vom Kindesalter an, sei es im weiteren Lebensverlauf nach einer später erworbenen Behinderung. Die körperliche oder geistige Behinderung schränkt vielfach die aus unserer Sicht normale Art der Körperreinigung und der Ausscheidungen ein oder macht diese unmöglich.

Ein in seiner Bewegungsfähigkeit behinderter Mensch kann Sanitarräume häufig nicht oder nur schwierig erreichen, kann sich ganz oder teilweise nicht ohne Hilfe waschen, rasieren, die Zähne putzen; ein solcher Mensch kann häufig Toiletten in ihrer üblichen Bausweise nicht benutzen. Menschen mit Blasen- oder Darmstörungen oder Lähmungen in diesem Bereich müssen ihre Ausscheidungen vielfach in anderer Form durchführen.

Stehen Körperbehinderte primär vor Problemen, die sich aus der jeweiligen Behinderungssituation und baulich-technischen Gegebenheiten ergeben, so ist für den Personenkreis der Geistigbehinderten generell häufig mangelnde Einsichts- und Lernfähigkeit festzustellen.

Wir stehen also vor dem Problem einer Abhängigkeit behinderter Menschen von fremder Hilfe in mehr oder weniger großem Umfange in einem Bereich, den wir im Normalfalle eindeutig als Teil unserer Intimsphäre reklamieren. Es dürfte unschwer einzusehen sein, daß sich hier die Voraussetzungen für Störungen der Persönlichkeit und des Verhaltens auftun: So bleiben dem behinderten Kind wesentliche Phasen der Reifung zur eigenständigen Persönlichkeit ganz oder teilweise verschlossen; der Jugendliche oder Erwachsene mit einer später erworbenen Behinderung erlebt sich häufig auf einen in der Entwicklung eigentlich schon überwundenen Zustand der Abhängigkeit zurückgeworfen.

Ganz konkret aus der Erfahrung auch des Heimes erleben wir von diesem Bereich ausgehend teilweise massive Persönlichkeits- und Verhaltensstörungen wie Minderung des Selbst-

gefühls, resigniertes Hinnehmen der Abhängigkeit oder permanente Auflehnung, Distanzlosigkeit, ein Überbewerten des Körpers, seiner Reinhaltung und der Ausscheidungsfunktionen oder Ablehnung des Körpers, übertriebenen Ekel vor den Ausscheidungen oder kleinkindhaften Umgang mit ihnen. Erwähnt werden muß, daß die Notwendigkeiten der Körperreinigung und der Ausscheidungsfunktionen eingesetzt werden, um Zuwendung zu erreichen. Umgekehrt aber darf nicht verschwiegen werden, daß sich hier für nichtbehinderte Bezugspersonen weite Felder der Machtausübung auftun.

Wenn wir nun in den Sie primär interessierenden Bereich hinübergehen, so ergeben sich für uns zunächst im Vorfeld technischer Fragestellungen rehabilitationspädagogische Aufgaben — soweit dies die im Einzelfall gegebenen Möglichkeiten zulassen. Einen wesentlichen Anteil an der praktischen Umsetzung pädagogischer und sonstiger rehabilitativer Bemühungen kann ohne Zweifel die moderne Sanitärtechnik erbringen. Wir müssen uns dem Problembereich der behinderungsbedingt im landläufigen Sinne anormalen Methoden bei der Körperreinigung und den Ausscheidungsfunktionen, der Abhängigkeit von fremder Hilfe bis hin zur Fremdbestimmung sowie der mangelnden oder völlig aufgelösten Intimsphäre in diesem Bereich stellen und versuchen, von hier aus die Aufgabenstellung der Sanitärtechnik zu umschreiben.

Es ist völlig unbestritten, daß auch im Heim besondere sanitärtechnische Anlagen und sonstige diesem Bereich zuzuordnende Hilfsmittel notwendig sind. Sie sind erforderlich, um die Befriedigung der bereits mehrfach erwähnten menschlichen Grundbedürfnisse zu gewährleisten. Sie sind aber auch notwendig, um die Arbeit des Pflege- und Betreuungspersonals zu erleichtern. Im letzterwähnten Zusammenhang haben wir bekanntlich auch zwingende rechtliche Vorschriften über Arbeitserleichterung und Arbeitssicherheit zu beachten. Besonders aber im Heim erleben wir einen ständigen Zwiespalt: Bedürfnis nach menschlicher Nähe, Zuwendung bei gleichzeitig

größtmöglicher Selbständigkeit des lebenslang Hospitalisier-
ten einerseits; die Forderung nach größtmöglicher Arbeits-
erleichterung seitens der Mitarbeiter im Pflegedienst sowie
die Notwendigkeit effektiver, vor allem hinsichtlich des
Personalaufwandes und der dafür entstehenden Kosten wirt-
schaftlicher Betriebsabläufe andererseits.

Von der modernen Sanitärtechnik erwarten wir demnach, daß
sie Konzepte darstellt und realisiert, die - soweit mit
technischen Mitteln möglich - die oben erwähnten Aspekte
berücksichtigt und in praktische Lösungen umsetzt.

Ein aufgrund seiner Lebenssituation einer Behinderung
ohnehin in permanenten Abhängigkeiten lebender Mensch steht
den Angeboten der Technik verständlicherweise skeptisch
gegenüber - wenn er deren Möglichkeiten nicht erfassen kann,
auch verständnislos. Neben den Aufgaben der Hilfe zur Ver-
selbständigung einerseits und der Arbeitshilfe anderer-
seits ist daher auch viel Detailüberlegung, Anwenderfreund-
lichkeit und nicht zuletzt menschliches Design zu fordern.
Aus der Sicht des Heimes liegen die Probleme vor allem in
diesem Bereich.

Sanitärtechnische Hilfen nützen nichts, wenn sie nicht ange-
nommen werden. Die Annahme von sanitärtechnischen Lösungen
und Hilfen ist nach unserer Erfahrung jedoch - auch auf die
Gefahr der ständigen Wiederholung hin - abhängig von dem Maß
an Verselbständigung im Intimbereich, das sie dem einzelnen
Behinderten bieten. Dabei wesentlich ist natürlich Aufklärung
und Schulung von Behinderten und Mitarbeitern im Gebrauch
und der optimalen Nutzung von sanitärtechnischen Einrich-
tungen sowie sonstiger Hilfsmittel in diesem Bereich. Neben
der Beratung durch die Planer und Techniker ist dies in den
Einrichtungen vor allem Aufgabe der Ergotherapeutinnen.

Im Leben behinderter Menschen mit ihren Problemen bei der
Körperreinigung und den Ausscheidungen nimmt die Sanitärtech-
nik zwangsläufig einen bedeutenden Platz ein. Nichtbehinderte,
für die diese Funktionen im Alltag untergehende Dinge sind

und die hierfür keine besonderen Hilfsmittel oder Techniken benötigen, sollten sich dies immer wieder bewußt machen. Sanitärtechnik kann uns im rehabilitativen Bereich ohne Zweifel große Hilfen bieten. Wenn sie den Anwender und seine über den engeren sanitären Bereich hinausgehenden Bedürfnisse und - was den Alltag wesentlich prägt - das Detail im Blick behält, kann gerade Sanitärtechnik zum Modell einer "menschlichen Technik" werden.

Anschriften der Verfasser:

G. Tschochner

- Heimleiter -

M. Bienwald

- Ltd. Ergotherapeutin -

Haus Roderbruch

Postfach 610 172

3000 Hannover 61

Sanitärtechnik für Behinderte
Entwicklungen und Ausstattungsempfehlungen

von Dieter P. Philippen, M.S., B.S.

Institut technische Lebensraumplanung für behinderte und
ältere Menschen, Traben-Trarbach

Im Südural wurde eine Kuh Opfer eines Milzbrandvirus.

Die Ursache lag in Ausgrabungen einer Siedlung aus dem 8. Jahrhundert. Die Siedlung war offenbar von einer Seuche befallen gewesen und dann niedergebrannt und zugeschüttet worden. Die Milzbrandviren hatten 1300 Jahre in der Asche überlebt und waren, wie das Beispiel beweist, selbst nach so vielen Jahren noch ebenso gefährlich, wie zum Zeitpunkt der Seuche.

Diese Geschichte ist der erste von 3 Themenpunkten meines Referates. Gleichzeitig breche ich eine Lanze für die schwierigen Aufgaben der Krankenhaus-Hygieniker, deren Bedeutung bei vielen Beteiligten noch all zu oft aus Unbequemlichkeit bespöttelt und zu wenig ernst genommen wird.

Dies gilt auch, und im besonderen Maße, für viele Standard-Erzeugnisse der sanitärtechnischen Industrie, deren hygienische Reinigungsfähigkeit oft nur das Prädikat mangelhaft verdient.

Vor nicht all zu langer Zeit war ich zur Baubegehung einer Klinik eingeladen, die als Unfall-Aufnahme- und Behandlungsklinik mit einer ziemlich umfangreichen Orthopädie eingerichtet wird. Die Patientenzimmer waren 2-Bettzimmer mit dazwischen liegendem, gemeinsam benutzten Naßraum. Die Zugangstüren waren gegenüber angeordnet.

Ich organisierte mir einen Rollstuhl und mimte steifes, 120° abstehendes Bein und gebrochenen, bis zum Schultergelenk vergipsten Arm. Der Versuch den Naßraum solchermaßen

zu benutzen, mißlang.

Kommentar meiner Begleiter: "Dies ist hier die chirurgische Station, die Patienten mit Querschnittlähmung liegen auf der anderen Station."

Mein zweiter Themenpunkt ist also die Bewegungsabstimmung der Sanitärplanung. Sie ist gleich zu setzen mit Selbständigkeit, Unabhängigkeit, Personalentlastung und besonders proportional gleich zu setzen mit Sicherheit.

Das Menschliche, die Funktionserfüllung und Bequemlichkeit, sowie Erkenntnisse aus unserer Therapieforschung, bilden die Elemente des dritten Themenknotens.

Lassen Sie mich beginnen mit dem Menschlichen und Funktionellen. Mit dem Begriff des Behinderten an sich, der im vergangenen Jahr zu Tode gequält wurde und den es ebenso wenig gibt, wie den Begriff der Sanitärtechnik für Behinderte.

Der "Horus Behinderte" ist keine Erkenntnis der Naturwissenschaft. Er ist eine Chimäre, die Produkt ist aus Feigheit und Gedankenlosigkeit der Gesellschaft. Den Behinderten haben wir erst gemacht.

Den Menschen, der sich technisch durch mehr oder weniger Funktions- und Bewegungsfähigkeit unterscheidet, den hat es schon immer gegeben und wird es immer geben. Nur ist der nichts absonderliches oder sogar als Mensch verschieden. Er geht möglicherweise mit Rädern oder Stöcken anstatt mit Füßen, oder er kann nicht greifen, nicht sehen oder nicht hören. Aber als Mensch ist er nicht anders.

Durch ihn jedoch werden die Funktionsfehler und Mängel unserer Umwelt und die nicht menschengerechte Gestaltung unserer technischen Ausstattung sichtbar. Sie sind dann für diesen Menschen die Einschränkung seiner Selbständigkeit.

Im Krankenhaus muß aber bei allen Patienten eine mehr oder weniger bestehende Verminderung der Funktions- und Bewegungsfähigkeit grundsätzlich vorausgesetzt werden. Fast jedem Patienten ist eine gewisse Bewegungsunsicherheit, Kraftlosigkeit und Schwäche zu eigen. Oft genug benutzt der Infarktpatient im Anfang seiner Remobilisierung ebenso einen Rollstuhl wie etwa der frisch Operierte oder, um im Krankenhausjargon zu reden, der Beinbruch.

Es ist einfach eine hirnrissige Unkenntnis die dazu führt, daß aus Kostengründen die Naßräume im Krankenhaus unterschiedlich angelegt werden für Menschen mit und für Menschen ohne Behinderung.

Zu kleine und unzulängliche Räume bedeuten extreme Belastung an das Pflegepersonal, weil alle sonst mögliche Selbständigkeit des Patienten zum Teufel geht. Bedeutet ein erhöhtes Sicherheitsrisiko, weil unsichere Bewegungen aufgrund zu enger Räumlichkeiten und ergonomisch nicht richtig angelegter Ausstattung verschlimmert wird und zu Unfällen führt. Bedeutet ferner ein erhöhtes Hygienierisiko, weil durch die gedrängte Anordnung zu vieler Elemente, die an sich schon hygienische Schwachstellen sind, die sachgerechte Reinigung und Pflege erschwert wird und zum Teil auch nur unwillig gehandhabt wird.

Wir haben in den vergangenen Jahren Bewegungsabläufe bei der Benutzung von Sanitärobjekten untersucht. Die daran beteiligten Probanden waren gehfähig und Menschen mit unterschiedlichen Rollstühlen, sowie Menschen mit Krücken, Stöcken oder anderen Gehhilfen.

Alle Durchläufe erfolgten über einen längeren Zeitraum und wurden vielfach wiederholt. Die Ergebnisse wurden abgestimmt mit umfangreichen anthropometrischen Untersuchungen.

Resultat dieser Arbeit ist eine Planungsempfehlung in

Form verschiedener Raster für den jeweils direkt abhängigen Raumbedarf, der zur Nutzung der verschiedenen Sanitärobjekte gesichert sein muß.

Ich betrachte dieser Rastergrundlage als Mindestforderung bei der Planung von Naßräumen in Krankenhäusern und auch für die Planung von Wohnungen für Menschen mit Behinderungen.

Ich kann in den 20 Minuten dieses Referates nicht alle Elemente und Schwachstellen der Sanitärtechnik, der besonderen Anwendung behandeln. Ich muß mich auf einige Stichworte und Schwerpunkte beschränken.

Dennoch erlaube ich mir einen Ausrutscher in die Klimatechnik, weil ich diese Information für besonders wichtig halte.

Wir haben im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit über neue Grundlagen und Voraussetzungen der Therapie festgestellt, wie enorm wichtig die Ionisierung der Luft, für die Bereitschaft zur Heilungsmobilisierung ist. Es besteht eine direkte Abhängigkeit zum Anteil der negativen Aeroionen in der Luft mit Sollwerten ab 1500 negativen Aeroionen pro Kubikzentimeter. Dabei muß der Einfluß positiver Aero-Ionen, der äußerst belastend wirkt, durch Ausschaltung verringert werden. Die Leistungsfähigkeit zur ATP-Produktion von den als Zellkraftwerken wichtigen Mitochondrien ist von besonderer Bedeutung für die Nervenzellen des ZNS und steht in direkter Abhängigkeit auch zur Zusammensetzung der Luft. Dies ist eine Aufgabenstellung für Heizungs- und Klimatechniker.

Die Anfangsgeschichte beweist, daß die Hygienanforderungen und die leichte Reinigungsfähigkeit bei allen Geräten und Objekten überhaupt nicht hoch genug angesetzt werden kann.

Lassen Sie mich als pragmatisches Beispiel unser Sorgenkind Nr. 1 der Sanitärtechnik, für Menschen mit Funktionsminderung, behandeln - das WC.

In diesem Sanitärteil haben sich alle negativen Elemente versammelt.

Die eigentliche Form ist mit der Anatomie des Menschen nicht vergleichbar und ist nicht angepaßt. Viele Elemente der Form- und Funktionsgebung sind ein Hygienerisiko, denken wir nur einmal an den inneren, offenen Strömungsrand, an den unteren Montage- und Bakterienbrutraum oder beim Stand-WC an das Dahinter, das meist so gestaltet ist, daß selbst ein voll bewegungsfähiger Mensch schon Schwierigkeiten hat, die Ecken sorgfältig zu reinigen. Ferner die nicht funktionsgerechte und nicht anatomisch abgestimmte Form des Sitzes, oder die Funktionsarchitektur des Beckens an sich. Flachspül-Klosett mit Hygiene- und Geruchsproblem, aber zur Kontrolle wichtig. Tiefspülklosett ohne Kontrollmöglichkeit mit Hochspritzautomatik. Hinzu kommen alle Probleme des schwierigen Umsetzens auf das WC mit Menschen mit Bewegungsproblemen.

Einige dieser Probleme sind mittlerweile gelöst, werden aber erst im Laufe dieses oder zum Anfang nächsten Jahres zur Verfügung stehen. Zum Beispiel ein WC, bei dem die Vorzüge des Tiefspülklosetts und die Vorteile des Flachspülers, unter Ausschaltung der negativen Elemente, kombiniert wurden. Dabei entfällt der innere offene Rand und der Wasserverbrauch wird bis auf eins für die Rohrleitungen notwendiges Minimum verringert.

Ein neuer WC-Sitz kommt auf den Markt der anatomisch abgestimmt, die Entleerung unterstützt, Sitzkomfort bietet, das Umsetzen erleichtert und seitliches Verschieben vermeidet.

Zur Montageproblematik kommt eine enorm kostensparende

Lösung auf den Markt, die gleichzeitig viele Probleme der Stabilität, der Hygiene und der Geräuschentwicklung löst. Dies ist eine Schraub- und Dübellose Befestigung, bei der der Montagehohlraum am WC entfällt.

Wegen der besseren Evakuierungsergebnisse und wegen des meist größeren Wandabstands befürworten wir gerne bevorzugt WC-Kombinationen. Dabei gehen wir von Mindestmaßen des Tiefenabstandes von 650 mm Wand bis Vorderkante aus und haben uns auf eine Höhenmaßempfehlung von ca. 480 mm einschließlich Sitz festgelegt.

Diese Sitzhöhe ist ein über Jahre sorgfältig ermittelter Mittelwert, der dennoch im Krankenhaus für manche zu hoch und für manche Patienten zu niedrig sein wird. Die Unterschiede können bis zu 250 mm betragen und sind nur überwindbar durch zusätzliche Lösungen. Entweder durch einen erhöhenden Aufsatz (also ein loses Teil) oder eine wasserhydraulisch oder Motor betriebene Sitzerrhöhung, die leider ebenso aufwendig ist, wie die neue Entwicklung des stufenlos höhenverstellbaren WC's, das sicherlich viele besondere Probleme lösen kann.

Für die besonderen zur Diskussion des WC stehenden Fragen, gehört jedoch auch die Schwierigkeit zur eigenen Körperreinigung nach der Benutzung, die nicht nur das Problem für Ohnhänder ist. Dieses Detail ist noch weitgehend ungelöst, denn wir können die angebotenen Unterduschen-Systeme nicht ohne Einschränkung empfehlen. Auch die in Reichweite des WC angebrachte Handdusche ist, obwohl zur Zeit die beste Lösung, nicht ideal.

Wenn wir über die Schwierigkeiten von Menschen mit Behinderungen sprechen, kommt beim WC noch erschwerend hinzu, daß teilweise mit Sitzzeiten von 1 Stunde und mehr zu rechnen ist und daß dabei auch die besondere Wärmeisolierung des Fußaufstellbereiches vor dem WC eine Rolle spielt. Hinzu

kommen alle Elemente der grifftechnischen Hilfsmittelbestückung und der Platzierung für die Spülerbetätigung. Bei vielen Modellen ist der Spülergriff zu klein, zu schwer zu betätigen oder unerreichbar. Durch Installation von Fußtastern, die so platziert werden, daß sie entweder durch den Fuß oder durch das Überfahren mit dem Rollstuhl ausgelöst werden, oder mit anderen handelsüblichen Erzeugnissen, läßt sich dieses Problem jedoch lösen.

Das WC ist nur ein Projekt der Problematik von funktionsrichtigen und gebrauchsfähigen sanitärtechnischen Geräten. An diesem Beispiel wird deutlich, wie umfassend das Spezialgebiet ist und welche Schwierigkeiten zu überwinden sind.

Längst schon müßten die Unterrichtsprogramme an Berufsfach- und Hochschulen den Themenkomplex über die Grundlagenanforderungen von Menschen mit Behinderungen, als Regelfach enthalten. Die ersten Anfänge hierzu wurden gemacht. Sie fanden übergroßes Interesse aber starben zunächst an fehlenden Mitteln.

Für Studierende und für Lernende an sich, ist dieses Faktum nach meiner Meinung eine reine Unterlassung im Curriculum.

Die Wanne, Entscheidung Wanne oder Duschecke, das Waschbecken, die Handhabung und Reinigung von Urinflaschen und Steckbecken, die Armaturen und ihre Problematik extremer Greifschwierigkeiten usw. sind in ihrer Problemstellung ebenso umfangreich wie die Details am WC.

Im Rahmen dieses Referates fehlt die Zeit um auf diese wichtigen Details im Einzelnen einzugehen. Wir empfehlen nach wie vor die NaBräume mit einer 1400 x 1400 mm großen Duschecke, die stufenlos einfahrbar sein muß, zu bestücken und die ausgestattet ist mit umlaufenden Handläufen und übergroßen Klappsitzen, in Kombination zu einer voll mit

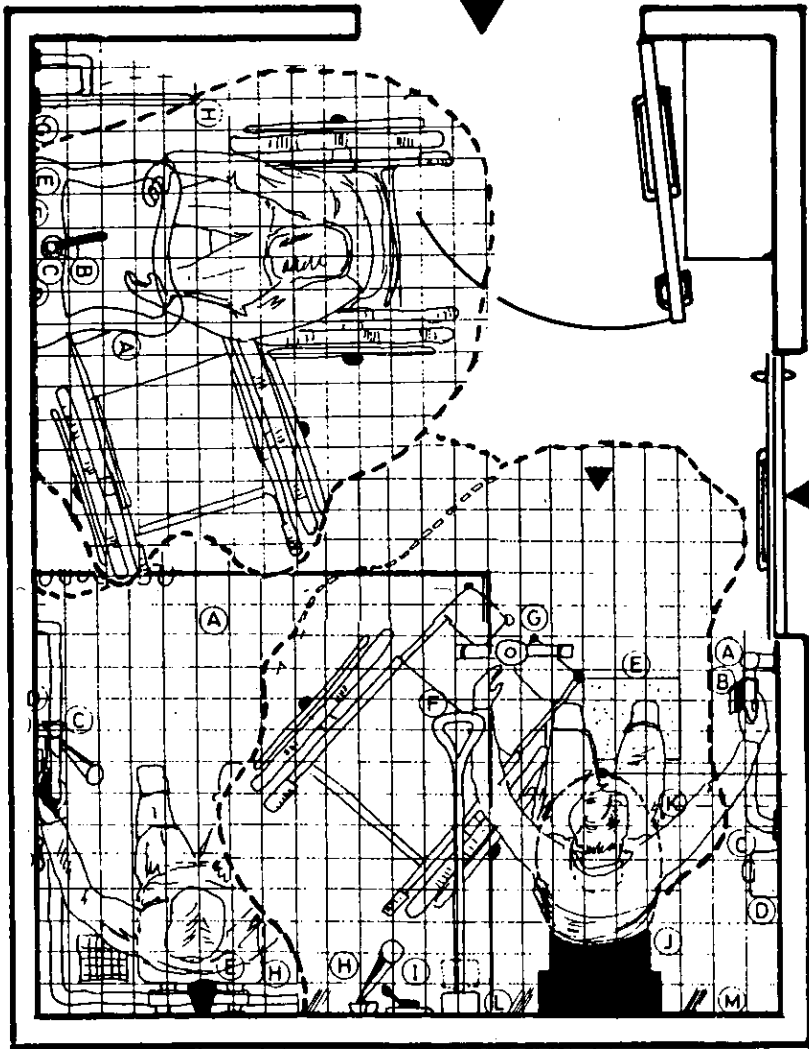
Hebeanlage bestückten Wanne im Stationsbad.

Erlauben Sie mir noch den kurzen Hinweis auf eine neue Wannentwicklung aus England, bei der die Längsseite als Zugangserleichterung zu öffnen ist, die sowohl in eine Liege- als auch Sitzposition für den Nutzer gebracht werden kann, die gekoppelt ist mit einer Höhenverstellung und die letztlich, und dies ist ein besonderer Punkt der zur Lösung anstand, dem Nutzer erlaubt, vor der völligen Entleerung, die Wanne zu verlassen. Diese Entwicklung ist ein großer Schritt in die richtige Richtung.

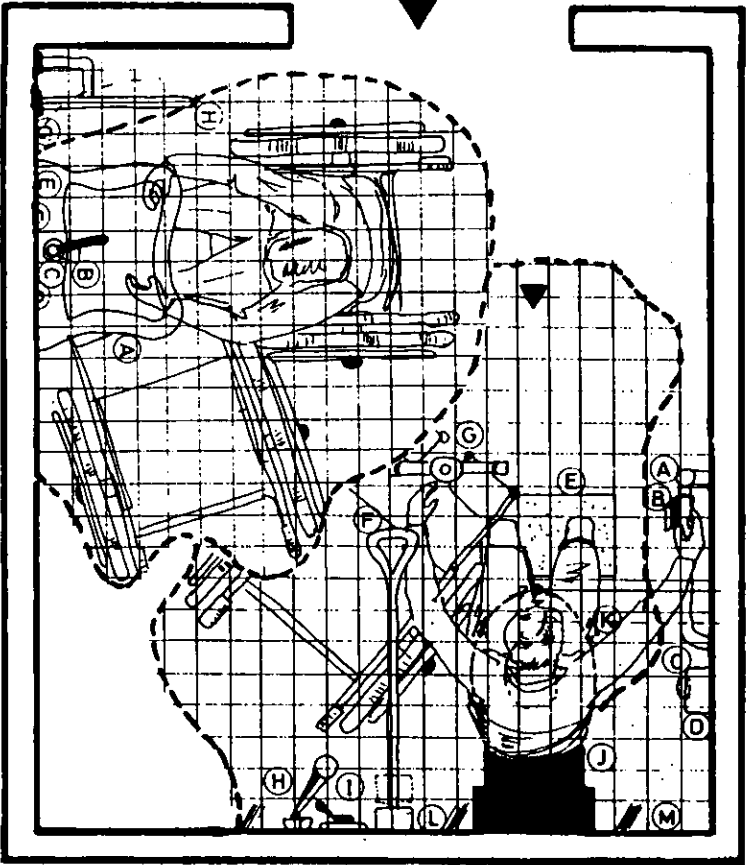
Ich kann zum Schluß nur noch auf unsere Bereitschaft hinweisen im Rahmen unseres Beratungsdienstes mit Informationen, mit Lösungsentwicklungen und Vorschlägen zur Verfügung zu stehen.

Mein Vater hat nie eine Frage, auch wenn sie noch so dumm erschien, gescholten; nur die Frage die nicht gestellt wurde, die führte zum Gesichtsverlust.

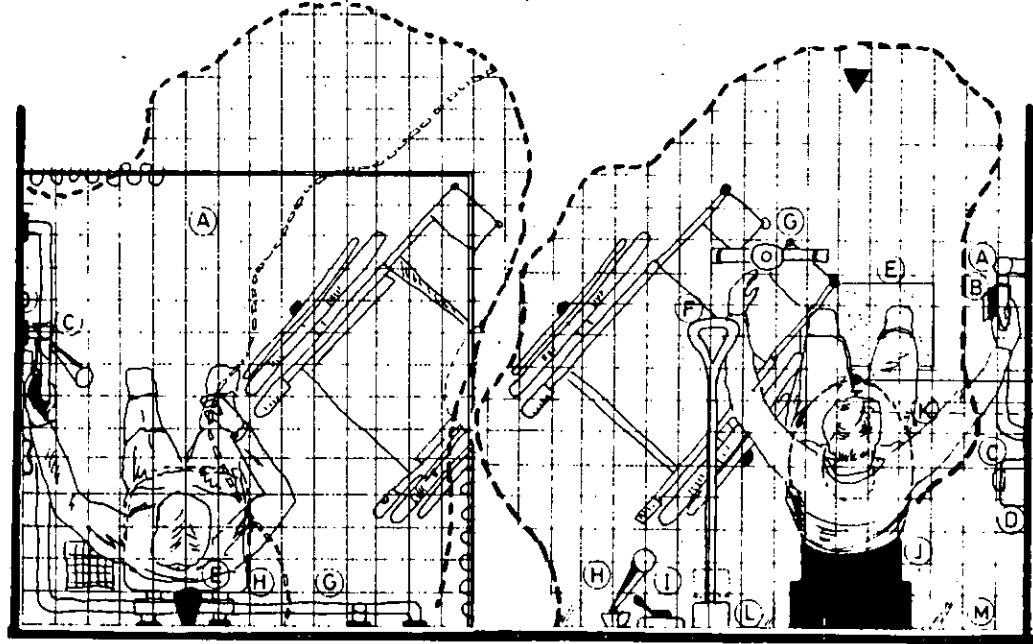
Dieter P. Philippen
Postfach 470
5580 Traben-Trarbach



Anwendungsbeispiel der Planungsraster



Anwendungsbeispiele der Planungs raster



Rasterbeispiele Dusche und WC

SANITÄRE ANLAGEN FÜR ALTE UND BEHINDERTE -
ARCHITEKTONISCHE PERSPEKTIVEN, DARGESTELLT AN 3 BEISPIELEN

von Jürgen Fissler, Berlin

VORWORT

Der Autor geht bei dieser Abhandlung davon aus, daß die Teilnehmer der Fachtagung die Grundlagen der Gesetzgebung und Normung kennen. Im Einzelnen sollten dies sein:

1. Krankenhausbauverordnung (1978)
2. Verordnung über bauliche Mindestanforderungen für Altenheime, Altenwohnheime und Pflegeheime für Volljährige (1978)
3. Bauordnungen der Länder in jeweils gültiger Fassung
4. DIN 18 024, Bauliche Maßnahmen für behinderte und alte Menschen im öffentlichen Bereich (T1: 1974/T2: 1976)
5. DIN 18 025; Wohnungen für Schwerbehinderte (1972/1974)

Dieser Beitrag möchte über die o.g. Vorgaben hinaus weitergehende Angaben für den Bereich von WC, Waschplatz, Dusche und Badewanne liefern. Dabei sind Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre ausgewertet worden, die den Normvorstellungen der DIN 18 024 und DIN 18 025 z.T. widersprechen. Eine solche Entwicklung ist nicht ungewöhnlich, da die Norm alt ist, die dort enthaltenen "Löcher" inzwischen bearbeitet worden sind und auch die technischen Möglichkeiten verbessert wurden.

Da eine Norm der Entwicklung immer nur folgt, liegt es an uns, gute funktionelle, ergonomische Lösungen zu realisieren. Die sanitären Anlagen gehören zu einem wichtigen Bereich des Lebens behinderter Menschen, da gerade dieser Personenkreis eine oftmals lange Zeit dort zubringt.

An 3 Beispielen aus Berlin wird der Bereich der sanitären Anlagen aus funktioneller, ergonomischer und baulicher Sicht dargestellt und in ein exemplarisch-architektonisches Umfeld gebettet. In der Kürze werden dabei die Quellen nur in ihrer Tendenz wiedergegeben. Dieser Textteil soll als begleitende Informationsschrift verstanden werden und gibt nicht den Wortlaut des Vortrags wieder.

EINLEITUNG

Aufgrund der Tatsache, daß wir heute im Durchschnitt älter werden, muß sich unsere Gesellschaft auf eine immer größer werdende Gruppe alter Mitbürger einstellen. Die Lösung kann und darf dabei nicht in einer Kasernierung der alten Menschen liegen, sondern es muß vielmehr eine städtebauliche Lösung angestrebt werden, die eine Mischung aus verschiedensten Wohnungstypen für alle Bevölkerungsgruppen mit speziellen, nutzerorientierten Ausbauten beinhaltet. Dazu forderte Hans Paul Bahrdt: "Wir brauchen eine Baustruktur, die durch konsequente Mischung von kleinen, mittleren und großen Wohnungen, mit einer Vielfalt von einzelnen und kombinierbaren Nutzungsmöglichkeiten alles anbietet, was in den unterschiedlichen, von niemandem vorhersehbaren Lebensläufen vieler verschiedener Menschen benötigt wird."

Neben dieser städtebaulichen Aufgabe muß unser Augenmerk auf die nutzerorientierten Ausbauten gerichtet werden. Es gilt, daß die sanitären Anlagen für alte und behinderte Menschen in einigen Punkten anders ausgebildet werden müssen als es uns die "Minimalflächenplaner" glauben machen wollen. Der größte Feind der Raumplanung für alte und behinderte Menschen steckt in der Flächenminimierung und in unfunktionaler Ausstattung und Montage.

Die eingangs genannten Vorschriften sind besonders in diesem Punkt zu überarbeiten, da sie z.Z. nur die notwendigsten Funktionsabläufe eines "Norm-Nutzers" berücksichtigen. Wichtige Zubehörteile, die den Bewegungsablauf beeinflussen, werden gar nicht zur Kenntnis genommen. Der Zusammenhang zwischen Sanitärobjekt (-apparat) und Griffhilfen oder anderen aufbauenden Teilen (z.B. Handtuchspender) werden außer Acht gelassen. Aber gerade die Beweglichkeit des Behinderten im Rollstuhl wird durch diese Teile oftmals abrupt gebremst, so daß Beschädigungen und Verletzungen die Folge sind.

An dieser Stelle möchte ich erneut den Versuch unternehmen, an die Architekten zu appellieren, mit Phantasie und ihrer Ausbildung zum dreidimensionalen Denken, Lösungen

zu entwerfen, die auch dem Nutzer von Vorteil sind und nicht nur dem Bauträger. Dazu gehört ein Mehr an fachlicher Vorbildung ebenso wie ein Mehr an Planungszeit.

Wohin diese Entwicklung gehen sollte, möchte ich an den folgenden Beispielen deutlich machen. Diese sanitären Anlagen sind z.T. noch in der Ausführungsplanung und daher in einigen Punkten die "Wunsch-Lösung" der Planer.

SOZIAL-THERAPEUTISCHES-ZENTRUM FÜR BEHINDERTE IN DER BLISSESTRASSE (Anlage 1)

Die Anlage der Fürst-Donnersmarck-Stiftung zu Berlin wurde Anfang 1981 eröffnet und zeigt schon nach kurzer Arbeit, daß die Integration Behinderter durch die Konzeption: Individuelle Betreuung und öffentliche Kommunikation, durch ein Cafe, sehr gut funktioniert. Der Gastraum und auch die anderen Räumlichkeiten sind behindertengerecht ausgebaut worden. Kernstück der Anlage ist ein Sanitärbereich mit zwei großen WC-Kabinen, die mit erheblichen Kosten erstellt wurden. Dies liegt vor allem daran, daß ein Teil der Ausstattung speziell für dieses Projekt entworfen und hergestellt worden ist.

Die 5,0 m² und 5,7 m² großen WC-Kabinen sind gut ausgestattet. Ein elektromotorisch-höhenverstellbares WC, das von beiden Seiten und von vorne mit dem Rollstuhl angefahren werden kann, wird über eine Schiebetür mit Elektroantrieb erreicht. Verschiedene Flächenschalter, die an der Deckenleiter befestigt worden sind, geben ihre Signale an die elektrischen Antriebe weiter. Dies ist eine große Hilfe für den behinderten WC-Benutzer.

Der Waschplatz ist dagegen konventionell bestückt, d.h. die Wandarmaturen mit Thermostat müssen manuell betätigt werden. Gleiches gilt für Seifen- und Papierspender. Ebenfalls mit manueller Geschicklichkeit muß am Ausgußbecken in der größeren WC-Kabine hantiert werden. Das Standard-Ausgußbecken dient als Urinflaschen-/Urinbeutel-ausguß und auch als Wischwasserausguß.

Ein rutschhemmender Gumminoppenboden, der durchgehend im gesamten Zentrum verlegt wurde, zeigt besonders im Bereich

der sanitären Anlagen deutliche Putzspuren. Dieses Material hat einige Nachteile. So ist es schwer zu reinigen und neigt aufgrund seiner starken rutschhemmenden Eigenschaft dazu, gehbehinderte Personen mit Gummipuffern an ihren Gehhilfen regelrecht "festzuhalten". Das Gehen gelingt nur bei gut funktionierender Motorik und mit erhöhtem Kraftaufwand. Trotzdem muß man der gesamten Anlage beispielhaften Charakter bescheinigen.

SENIOREN-FREIZEITSTÄTTE IN DER ADELHEIDALLEE (Anlage 2)

Der Bezirk Reinickendorf von Berlin baut z.Z. eine schöne alte Villa in B-Tegel zu einer Freizeitstätte für alte, behinderte Mitbürger aus. Dabei wird das Gebäude von Innen vollständig umgebaut. Jede Etage erhält nach dem Umbau jeweils zwei behindertengerechte WC-Kabinen, die im Durchschnitt $6,2 \text{ m}^2$ groß sind. Am Beispiel der beiden Kabinen im Souterrain soll der typische Ausbaustandard dargestellt werden.

Im Gegensatz zur Forderung der eingangs genannten Normen, sollen nach innen auflaufende Drehflügeltüren mit elektromotorischem Antrieb über Rutschkupplungen verwendet werden. Dies ist möglich, da die Kabinen über eine große Grundfläche verfügen und die innere Betätigung an der Deckenleiter des jeweiligen Raumes angebracht werden sollen - also weit genug entfernt von den Türen.

Die WC-Objekte werden generell in ihrer Position einer Wand mit fester Griffstange zugeordnet. Daher ist ein Umsteigen nur von einer Seite und von vorne möglich. Der Vorteil liegt darin, daß der Behinderte eine wesentlich größere Stabilität der Griffhilfen vorfindet. Ein schwenkbarer Klappgriff wird an der freien Zufahrtseite montiert, so daß nach dem Umsteigen eine Fixierung des Körpers auf dem Objekt gewährleistet werden kann.

Alle wichtigen Betätigungen: WC-Spülung, Tür-Auf/Zu, Türverriegelung und Notruf werden von einem Schaltpult an der Deckenleiter vorgenommen.

Die Raumplanung sieht für den Waschplatz eine bauliche Lösung vor, die auf den Bewegungsablauf des Rollstuhl-

benutzers ausgelegt ist. Die eingestellte Wand mit dem Waschtisch erspart kraftaufwendige Rangierarbeiten. Eine Fortschreibung der Behindertenwaschtischentwicklung ist an dem neuen Modell zu erkennen. Dieser Waschtisch mit Edelstahl-Griffkonsolen (Anlage 5.2) ist mit seinen Abmessungen ($b = 70 \text{ cm}$, $t = 67 \text{ cm}$) auf die Bedürfnisse des Rollstuhlbenutzers ausgelegt. Die Baustein-Konzeption des Systems ermöglicht den individuellen Einsatz nach Wunsch des Planers und Nutzers.

Die Armaturen für ein konstant warmes Wasser und für die Flüssigseife werden in die geflieste Wandfläche integriert und opto-elektronisch gesteuert. Ebenfalls berührungslos wird der Stoffrollen-Handtuchspender benutzt: ausfahren, Transport und einfahren des Handtuchs übernimmt ein Elektromotor. Alle ausgeschriebenen Teile mit elektrischem Antrieb sind langjährig in der Praxis erprobt und als funktionstüchtig bewährt.

Ein weiteres Sanitäröbjekt innerhalb dieser WC-Kabinen wird ein Urinflaschen-/Urinbeutelaußguß sein. Um eine optimale, individuelle Spülmöglichkeit zu schaffen wurde dieser Ausgußplatz entworfen. Ein leicht zu säuberndes Becken soll als Ausguß verwendet werden, und mit Hilfe einer druckfesten, flexiblen Schlauchbrause mit Einhandbedienung (nur Kaltwasser) kann individuell nachgespült werden. Das Mundstück der Brause ist ein preiswertes Wegwerfteil (DM 0,15/Stück), das einmal täglich durch das Reinigungspersonal ausgetauscht werden soll.

Als Boden- und Wandmaterial sollen keramische Fliesen zum Einsatz kommen, die im Bodenbereich eine besandete, glasierte Oberflächenstruktur aufweisen müssen. Damit ist eine ausreichende Rutschhemmung gewährleistet. Innerhalb der Wandflächenverfliesung soll ein umlaufender Fries als "Raumlinie" einen kontrastierenden Orientierungshorizont bilden. Für Sehbehinderte besonders wichtig sind auch die weiteren Maßnahmen wie die Farbunterscheidungen der Funktionsteile: Wand-Boden, Tüblatt-Türzarge, Objekte-Armaturen etc.

Die Beleuchtung der Anlagen wird ganztägig, zentralgeschaltet mit der Flurbeleuchtung, in Betrieb gehalten.

Dadurch werden die 36W-Leuchtstofflampen (ca. 7.000 Std. Betriebsdauer bei geringer Schaltfrequenz) in den Deckenleuchten wirtschaftlich genutzt.

Sämtliche Leitungen der Sanitärinstallationen sollen in einer Vorwandmontage ausgeführt werden, so daß - gerade bei der Altbaumodernisierung von Bedeutung - keine Bauteile belastet werden. Darüberhinaus verbessert sich auch der bauliche Schallschutz. Es bleibt zu hoffen, daß der Bezirk die begonnene Planung auch konsequent ausführt.

BEHINDERTEN-SELBSTHILFE-ZENTRUM IN DER TRENDELENBURGSTRASSE (Anlagen 3.1 - 3.3)

Diese Anlage der Selbsthilfe und Hilfe Behinderter Berlins e.V. befindet sich in der Ausführungsplanung und baut in ihrer entwurflichen Konzeption auf Erkenntnissen auf, die ich eingangs andeutete. Hier soll aufgrund einer Mischung von 50% behinderter Mieter und 50% nicht-behinderter Mieter und einer Reihe von Gemeinschaftsangeboten, ein selbständiges Wohnen aus eigener Kraft den alten und behinderten Menschen ermöglicht werden. Die Service-Angebote des Zentrums sollen nur im-Falle einer Krankheit oder bestimmter Pflegemaßnahmen in Anspruch genommen werden. Dabei kann der Mieter in der Regel in seiner Wohnung verbleiben.

Kommunikative Einrichtungen für die Freizeit sollen auch Nicht-Bewohnern der Anlage zur Verfügung stehen. So sollen die Nutzungen im Erdgeschoß: Cafe mit Vorgarten, Läden, eine Sozialstation und öffentliche Versammlungsräume den Kontakt herstellen.

Die Wohnungen sind in Größe und Ausstattungsstandard stark gemischt (von 1 1/2 ZI bis 8 ZI). Eine bauliche Besonderheit bildet ein zweiter Aufzug, der über einen großen, verrauchungsfreien Balkon erschlossen wird. Für die Rollstuhlbenutzer ist dieses Rettungsangebot im Notfall von besonderer Bedeutung.

Der Entwurf sieht im ganzen Haus behindertenfreundliche - d.h. mehr Fläche für alle Räume und breite Türen - Wohnungsgrundrisse vor. Nur die speziellen Rb-Wohnungen sind

behindertengerecht geplant. Auch in diesem Projekt sind die Vorgaben der DIN 18 025 wesentlich großzügiger ausgelegt worden.

Am Beispiel einer 3-Zimmerwohnung soll dargestellt werden, daß ein Badezimmer mit WC, Waschplatz, Badewanne und Dusche sehr funktionell gestaltet werden kann. Der Aufwand an sanitärer Installation liegt hier jedoch höher als bei einer technisch optimierten Anlage im normalen Wohnungsbau. In diesem Fall wurden alle Wandflächen durch Ver- und Entsorgungsleitungen belastet.

Für die Ausstattung hat man auch hier die neuesten ergonomisch-funktionell gestalteten Sanitärobjekte ausgewählt. Umlaufende Griffstangen sollen den alten und behinderten Bewohnern sicheren Halt geben und bilden darüberhinaus eine "Raumlinie", an der sich Sehbehinderte orientieren können. Die Türen zu den Bädern sind manuell zu bedienende Schiebetüren.

Der WC-Sitz soll durch eine Rückenstütze ergänzt werden, die die Sitzstabilität des Benutzers verbessert. Die Spülung erfolgt über eine Wandtaste, die griffgünstig angeordnet werden soll. Der Waschplatz wird mit einem Spiegelschrank und abklappbarem Spiegelteil ausgestattet. Grundbewegungsfläche des Raumes ist der fakultativ benutzbare Duschplatz mit Klappsitz. Die eingebaute Badewanne soll für einen Lifter unterfahrbar ausgebildet werden, was aus baulicher und hygienischer Sicht sicherlich Schwierigkeiten bereiten wird. Eine durchgezogene Sitzfläche über einer Abstellfläche erleichtert das selbständige Ein- und Aussteigen aus eigener Kraft. Als Armaturen sollen manuell zu betätigende Hebelmischer mit Thermostat ausgeschrieben werden.

Grundsätzlich gilt dieser Ausstattungsstandard auch für das Gemeinschaftsbad im 6. Obergeschoß - der Service-Station. Außer einer größeren Grundfläche ist hier eine Hubwanne in freistehender Bauart vorgesehen. Neben der von drei Seiten zugänglichen Wanne war zunächst auch ein Duschbereich geplant; in der Ausführungsplanung wurde darauf dann jedoch verzichtet um eine Trockenkabine zu erhalten.

Der Waschplatz wird aus zwei Einzelobjekten mit dazwischenliegender Ablagefläche gebildet. Die Griffkonsolen der Waschtischkombination führen die Haltemöglichkeiten der Wandgriffe fort, so daß Gehbehinderte sich sicher bewegen können. Wand- und Bodenflächen sind gefliest.

ARCHITEKTONISCH-FUNKTIONELLE LÖSUNGSVORSCHLÄGE

Im abschließenden Teil meiner Ausführungen möchte ich, mit Hilfe der Anlagen 4 bis 7, die Funktionsbereiche der sanitären Anlagen in Abmessungen und Montagemaßen aus der Sicht des Architekten aufzeigen. Die Vorschläge orientieren sich dabei an möglichen Behinderungen eines unbekannteten Nutzers; daher auch der z.T. hohe Installationsaufwand. Die Beispiele sollen sowohl behindertengerechte Planung als auch architektonische Phantasie aufzeigen.

WC-PLATZ (Anlage 4)

Das WC sollte mit der Sitzfläche eine Montagehöhe von 50-55 cm aufweisen. Eine Rückenstabilisierung ist wünschenswert. Um ein Anlehnen an eine Rückenstütze zu ermöglichen, sollten nur WC-Sitze ohne Deckel verwendet werden. Der Achsabstand des Objekts zur seitlichen Wand sollte 60 cm betragen, so daß ein Abstand zum Wandgriff von rd. 45 cm entsteht. Der Klappgriff auf der freien Zufahrtseite kann als Stabilisierungsgriff genutzt werden, wenn er im Abstand zum Objektachsmaß von 35 cm befestigt wird. Die Gesamtlänge des Klappgriffs sollte zwischen 80-100 cm liegen.

Als wichtige Umsteigehilfe ist eine Deckenleiter von großem Nutzen. Die erforderliche Deckenschiene muß parallel zur Objektwand verlaufen und in einem Abstand von 75-85 cm montiert werden. Ein wichtiges Bauteil ist dabei eine Rutschkupplung in der Deckenschiene, die bei Belastung arretiert und damit verhindert, daß der Benutzer mit der Leiter wegrutscht. Die Leitersprossen müssen einen Abstand von 15-25 cm aufweisen. An dieser Deckenleiter sollten ggf. elektrische Schaltanlagen befestigt werden. Die eingangs genannten Funktionstasten hängen dem Benutzer an dieser Stelle "vor Augen".

WASCHPLATZ UND URINAUSGUSS (Anlagen 5.1 + 5.2)

Der Waschplatz als Reinigungseinrichtung zum Waschen der Hände, des Gesichts und des Oberkörpers muß für den Rollstuhlbenutzer auf einer Höhe von 85-90 cm angebracht werden. Bei sehr kleinen Personen und bei Reinigungsvorgängen, die ein tiefes Einbeugen in das Becken vorsehen (z.B. Haare waschen), muß eine Montage auf ca. 80 cm erfolgen.

Die Armaturen und Zubehörteile müssen mit ausgestreckten Armen erreicht werden können. Wandmontierte Teile sollten daher in einer Höhe zwischen 95-105 cm über Fußboden angebracht werden.

Daß Architektur im Sanitärbereich nicht nur auf einer 90°-Geometrie aufbauen muß, will diese Arbeit im Ansatz zeigen. Organischere Zuordnung von Raumflächen ist am Beispiel der 135°-Ecklösung dargestellt. Durch diese Maßnahme wird der Griff zum Stoffrollen-Handtuchspender eine leichte Drehbewegung, ohne daß mit dem Rollstuhl aufwendig rangiert werden muß.

Die Verwendung eines Urinausgusses mit flexibler Schlauchbrause zur individuellen Reinigung der Urinflaschen oder der Urinbeutel ist eine Entscheidung, die in Konkurrenz zur Verwendung eines Wandurinals oder einer geschlossenen Reinigungsanlage steht. Alle diese Teile müssen so angebracht werden, daß der Rollstuhlfahrer sie anfahren und bedienen kann. Die Montagehöhe des Beckens sollte bei 60-70 cm über Fußboden liegen. Da die Benutzung seitlich von vorne erfolgt, darf der Achsabstand des Beckens zu einer Wandfläche nicht unter 40 cm betragen.

DUSCHBAD (Anlage 6)

Der Duschplatz in einem Bad sollte als Mehrfach-Nutzfläche ausgebildet werden (Naßkabine). Wenn eine Reinigung und Trocknung nach der Benutzung der Dusche gewährleistet werden kann, ist eine solche Anlage auch außerhalb einer privaten Wohnung realisierbar. In der Regel ist dies aber nicht der Fall. Daher sollte im Bereich öffentlich genutzter sanitärer Anlagen eine Kombination von Dusche und WC-Kabine vermieden werden. Wird dennoch eine Dusche

gewünscht, so sollte ein zusätzliches räumliches Angebot gemacht werden. In eine solche Duschanlage gehört immer ein WC und ein Waschplatz. Diese Naßkabinen müssen leicht zu pflegende Oberflächen und Objekte erhalten und regelmäßig gereinigt und desinfiziert werden, da in dem naßen Milieu fäkale Keime lange Zeit existieren können.

Ein Duschsitz, ob fest oder abklappbar montiert, muß vom Rollstuhl aus zugänglich sein. Es gelten die gleichen Kriterien, die schon beim WC genannt wurden: Montagehöhe des Sitzes auf 50-55 cm, Griffhilfen an der Wand auf ca. 80 cm über Fußboden. Bei Verwendung eines speziellen Duschrollstuhls kann auf die Sitzmontage verzichtet werden. Dadurch reduziert sich der Flächenbedarf für den reinen Duschbereich, denn das Umsteigen von Rollstuhl zu Rollstuhl erfolgt außerhalb und das Umsteigen vom Rollstuhl auf den Klappsitz entfällt ganz.

Alle Armaturen müssen unter Putz montiert werden! Neben einer festinstallierten Körperbrause über dem Hauptduschbereich, sollte auch eine flexible Schlauchbrause angeboten werden. Bei den Wasch- und Badearmaturen darf nicht gespart werden. Thermostatisch-gesteuerte Armaturen sind die Grundausstattung. Die Wahl der Betätigung; manuell oder elektronisch, beeinflußt die Gesamtkosten am deutlichsten. Einbauhöhe der Bedienelemente sollte bei 95-105 cm liegen. Der festinstallierte Brausekopf ist zwischen 175-200 cm richtig angebracht.

WANNENBAD (Anlage 7)

Falls ein Wannelifter zum Einsatz kommen soll, muß das Mittelteil der Wanne unterfahrbar ausgelegt werden. Zum Einstieg aus eigener Kraft ist eine breite Sitzfläche an den Seiten und am Kopfende der Wanne sehr sinnvoll. Leider liefert die Industrie keine derart optimalen Badewannen. Als bauliche Lösung bietet sich eine Randverbreiterung an, die eingefliest wird und somit als Sitzfläche dienen kann. Vom Kopfende der Wanne kann der Benutzer über die schräge Ebene in die Wannentiefe gleiten. Innerhalb der Wanne sind rutschhemmende Gumminoppen, die für eine ausreichende Standsicherheit sorgen, sinnvoll.

Eine Wannenoberkante von 50-55 cm, die der Sitzhöhe entspricht, stellt zwar optimale Ein- und Ausstiegsbedingungen dar, ist jedoch baukonstruktiv nur mit großem Aufwand realisierbar und macht gleichzeitig ein unterfahren mit einem Lifter unmöglich. Die Hubwanne ist als Badewanne nicht zu vergleichen, da sie nur mit Hilfspersonen sinnvoll genutzt werden kann und aus Kostengründen für den Wohnbereich ausscheiden dürfte. Ein üblicher Einbau einer Wanne mit einer Randhöhe von rd. 65 cm über Fußboden muß durch den Einsatz von Griff- und Steigehilfen unterstützt werden. In jedem Fall sollte eine umlaufende Griffstange und eine Aufstiehilfe in Form einer wand- oder deckenmontierten Leiter zur Verfügung stehen.

Für den gesamten Bereich der sanitären Anlagen gilt, daß eine ausreichende Grundbeleuchtung ohne starke Verschattung durch die Objekte zum Einsatz gebracht werden muß. Die Objekte, Armaturen, Grifffhilfen und Oberflächen von Wand und Boden müssen in ihrer Farbe, Helligkeit und Struktur kontrastierend eingesetzt werden.

Die Beheizung der sanitären Anlagen muß m.E. immer über Fußbodenheizsysteme erfolgen. Dafür sprechen physische, hygienische und optisch-ästhetische Gründe, ebenso wie die Tatsache, daß die Wandflächen für wichtigere Montagen (Funktionszubehör) freigehalten werden müssen. Eine kleine elektrisch-betriebene Heizmatte im Estrich stellt eine preiswerte Lösungsmöglichkeit dar. Falls Niedertemperaturwasserheizungen vorhanden sind, kann auch damit der Raum über die Fußbodenfläche beheizt werden.

SCHLUSSBEMERKUNG

Es bleibt zu hoffen, daß wir alle, die wir hier in Hannover zusammengelassen sind, dem Ziel unserer Arbeit näherkommen und den alten, kranken und behinderten Mitbürgern die baulichen Voraussetzungen schaffen, die sie für ihr Leben benötigen.

Für den Bereich der sanitären Anlagen in Wohnungen für alte und behinderte Mitbürger, hoffe ich, einige Planungsdaten benannt und sie anhand der Beispiele informiert zu haben.

QUELLEN

Grundlagen der Ausarbeitung und weitergehende Informationen

- 1) Brohm, J./ Juster, K. :
"Die Wohnsituation der Körperbehinderten in der Bundesrepublik Deutschland"
BM für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
Schriftenreihe Bau- und Wohnforschung 04.017, Bonn 1976
- 2) Feurich, H./ Bösch, K. :
"Sanitärtechnik" 4. Auflage
Krammer-Verlag, Düsseldorf 1979
- 3) Fissler, J. :
"Entwurf einer Rehabilitationseinrichtung für behinderte Kinder und Jugendliche"
Diplomarbeit an der TU Berlin, WS 1976/77
Architekturbibliothek der TUB, gebunden/268 Seiten
- 4) Ginger (Hrsg.):
"Lebensraumplanung und Haustechnik der Gemeinsamkeit"
Eigenverlag-München, Broschüre/167 Seiten
- 5) Goltz, G. v.d. :
"Planen und Bauen für Behinderte-Teil 1"
Seminar der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen
Düsseldorf 12.11.1980
- 6) Goldsmith, S. :
"Design for the Disabled" 3. Auflage
RIBA-Publikations Ltd.
London 1976
- 7) Holzapfel, W./ Zampich, J. :
"Hygienisches Verhalten von Baumaterialien und Fugen im leichten Innenausbau von Krankenhäusern"
Hygiene+Medizin 6-1981, Seiten 379-386
- 8) Kira, A. :
"The Bathroom" 2. Auflage
Center for Housing and Environmental Studies
New York 1977

- 9) Klee, E. :
"Behinderten-Report"
Fischer-Taschenbuch
Frankfurt 1974
- 10) Klee, E. :
"Behinderten-Report II"
Fischer-Taschenbuch
Frankfurt 1976
- 11) Krumlinde, H.H. :
"Behindertengerechtes Wohnen-Ausstattung von Küche
und Bad für alte und behinderte Menschen"
Verlagsgesellschaft Rudolf Müller
Köln-Braunsfeld 1979
- 12) Kuldschun, H./ Rossmann, E. :
"Planen und Bauen für Behinderte"
Deutsche Verlags-Anstalt GmbH
Stuttgart 1974
- 13) Loeschcke, G. :
"Planen und Bauen für Behinderte-Teil 2"
Seminar der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen
Düsseldorf 12.11.1980
- 14) Loeschcke, G./ Höfs, J. :
"Die rollstuhlgerechte Wohnung"
Verlagsanstalt Alexander Koch
Stuttgart 1981
- 15) Löwe, R. :
"Sanitärtechnik im Gesundheitswesen"
TAB - Technik am Bau 12-1978, Seiten 995-997
- 16) Philippen, D.P. :
"Bauen für Behinderte"
DBZ - Deutsche Bauzeitschrift 2-1976, Seiten 189-195
- 17) Philippen, D.P. :
"Haustechnik für Behinderte"
SHT - Sanitär- und Heizungstechnik 2 bis 11-1980

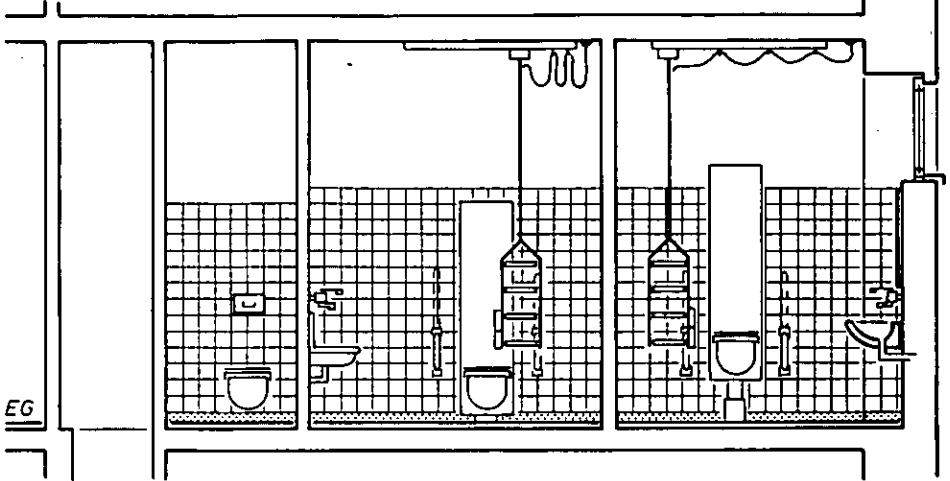
- 18) Proske, R. :
"Die Ratlosen, Teil 3 : Die Senioren"
Sendereihe der III. Programme (Nordkette) am 2.1.1982
- 19) Rose, E.A. :
"Housing for the Aged"
A Study for Hanover Housing Ass. - Final Report
The University of Aston
Birmingham 1977
- 20) Stemshorn, A. (Hrsg.) :
"Bauen für Behinderte und Betagte" 2. Auflage
Verlagsanstalt Alexander Koch
Stuttgart 1979
- 21) Wagner, H. (Hrsg.) :
"Behindertengerechtes Planen - Die Wohnung"
Verlag Kiepert KG
Berlin 1981.
- 22) Welter, R. :
"Sinneswahrnehmungen von alten Menschen"
Bauen+Wohnen 7+8-1975

Anschrift des Autors: Jürgen Fissler
Dipl.-Ing./Architekt
Stübbenstraße 8
1000 BERLIN 30

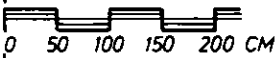
wiss. Ass. / TU Berlin
Institut für Ausbau- und
Innenraumplanung / Prof. H. Wagner

SOZIAL-THERAPEUTISCHES-ZENTRUM FÜR BEHINDERTE
BLISSESTRASSE 14 1000 BERLIN 31

1

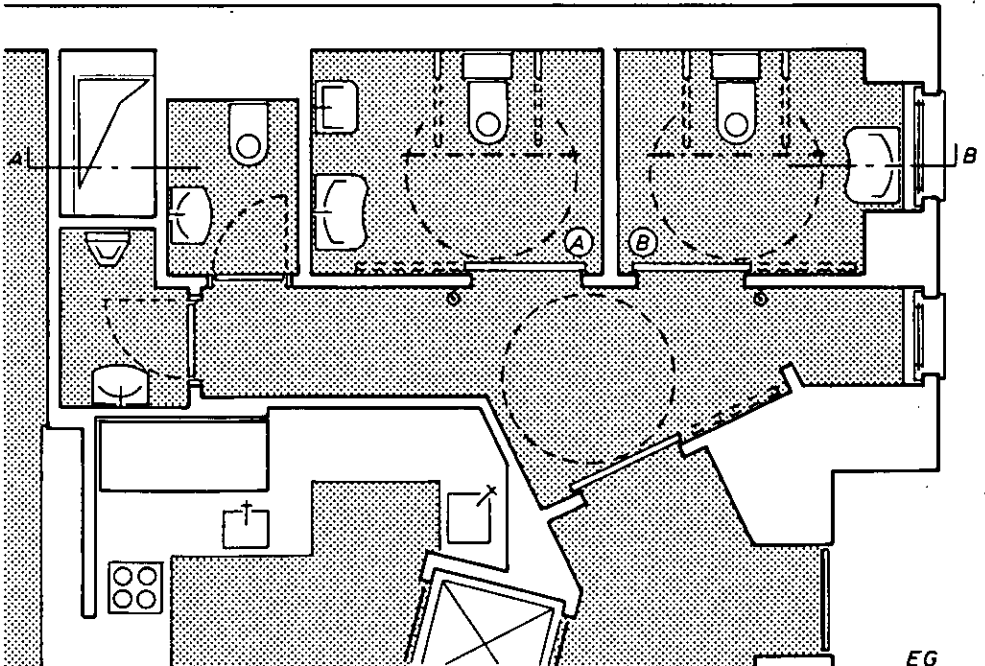


SCHNITT A-B



A: 2.70 m x 2.10 m
B: 2.30 m x 2.10 m

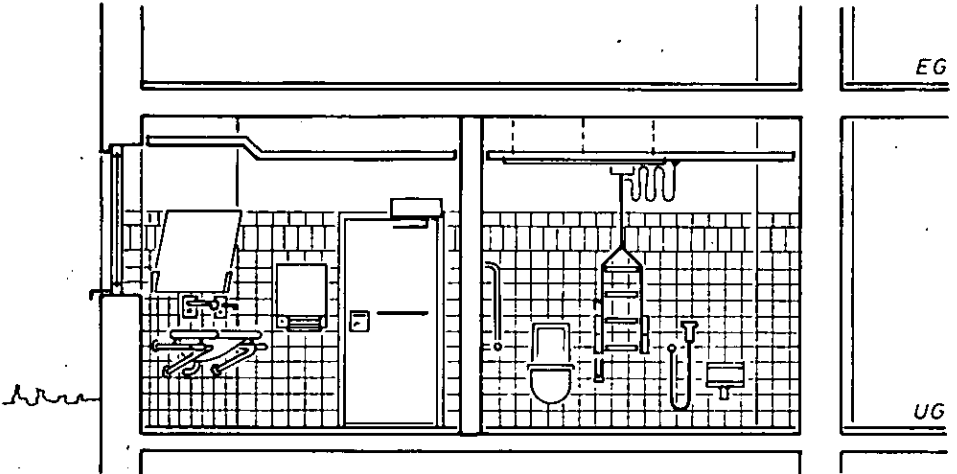
GRUNDRISS WC-BEREICH



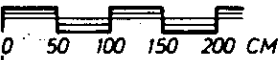
SENIORENFREIZEITSTÄTTE
ADELHEIDALLEE 5-7 1000 BERLIN 27

WC - KABINEN
ROLLSTUHLGERECHT

2

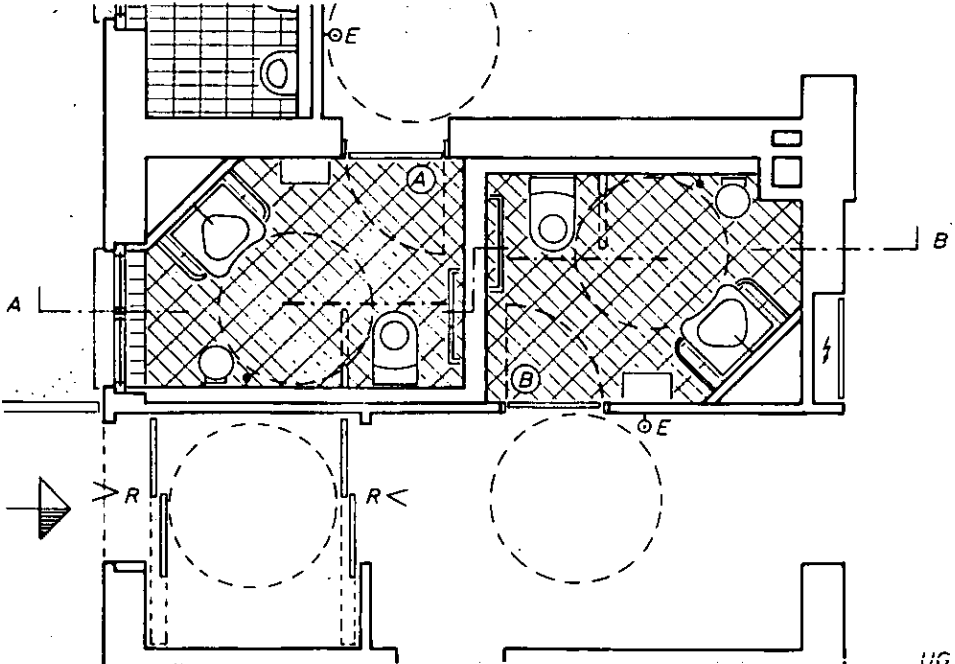


SCHNITT A-B



A: 2.90 m x 2.20 m
B: 2.90 m x 2.20 m

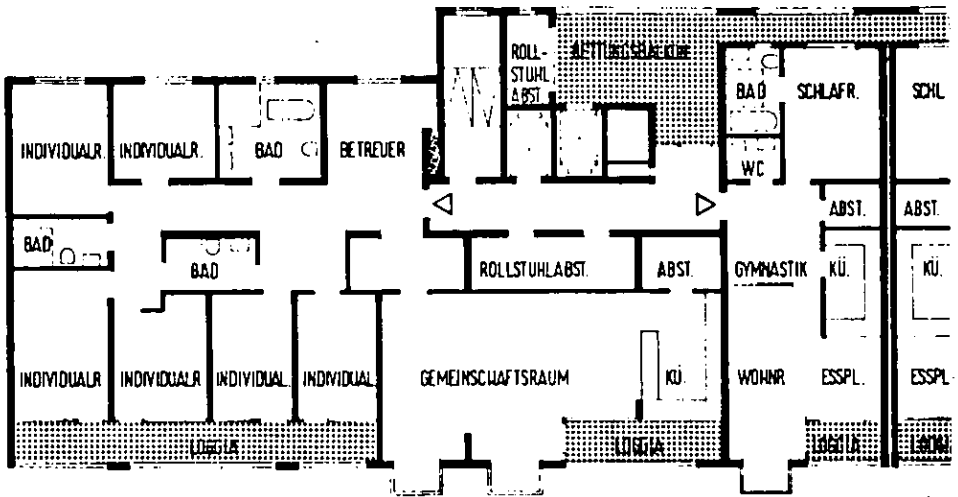
GRUNDRISS WC-KABINEN



UG

BEHINDERTEN - SELBSTHILFE - ZENTRUM
TRENDELENBURGSTRASSE 12-13 1000 BERLIN 19

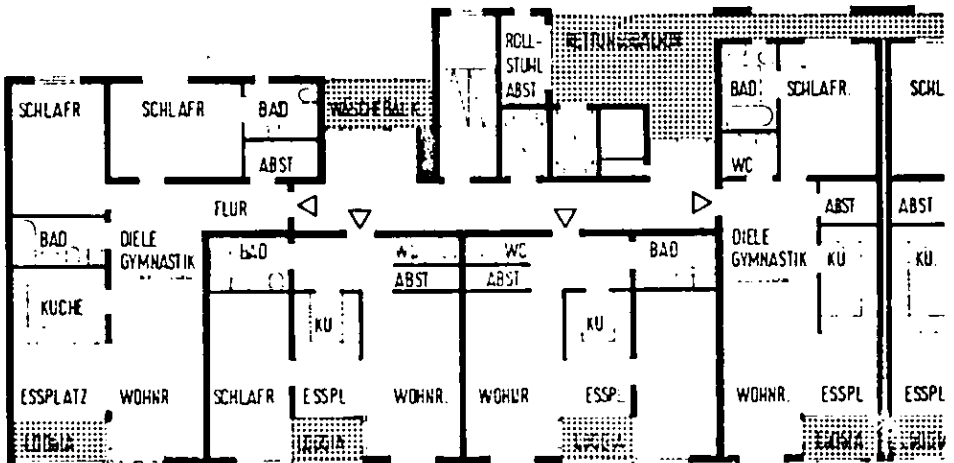
3,1



GRUNDRISS : 6. OG - GEMEINSCHAFTSBEREICH

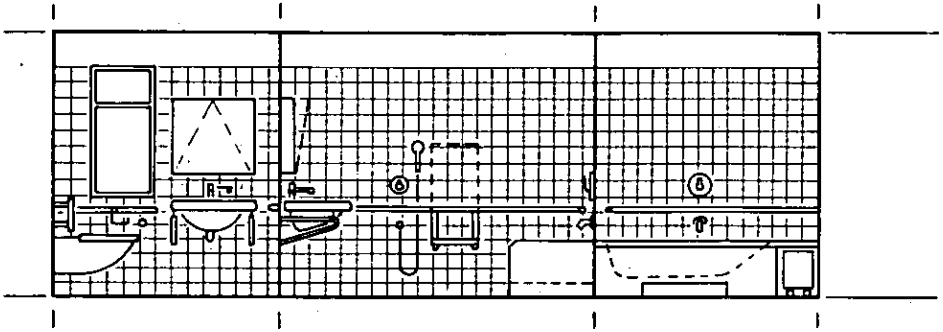


GRUNDRISS : 1.-5. OG - WOHNUNGEN

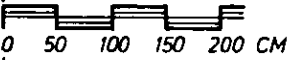


BEHINDERTEN - SELBSTHILFE - ZENTRUM
TRENDELENBURGSTRASSE 12-13 1000 BERLIN 19

3.2

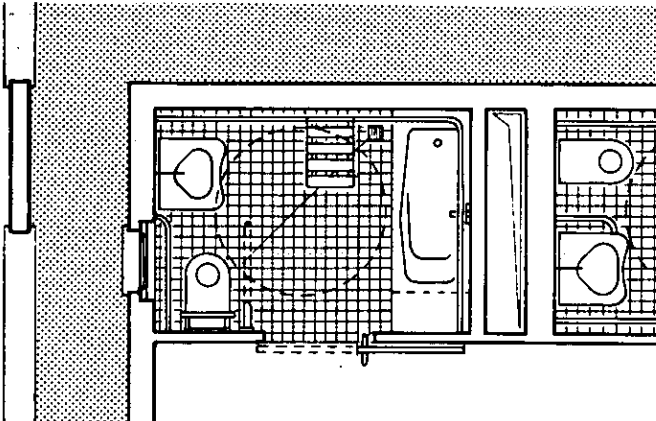


ANSICHTEN



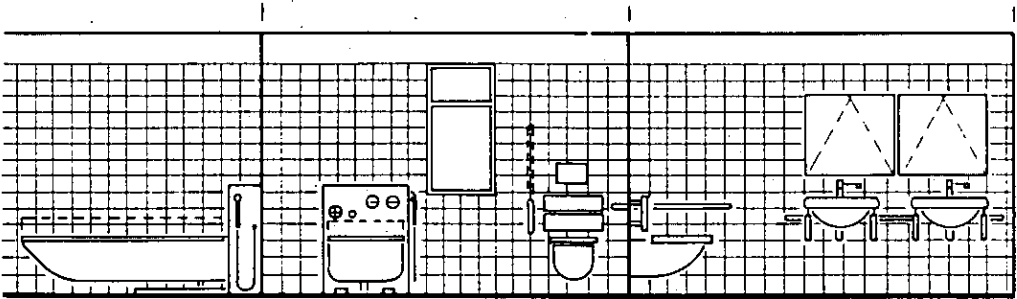
BAD: 2.90 m x 2.20 m

GRUNDRISS - BAD / WC : 2 ZI - Rb - WOHNUNG

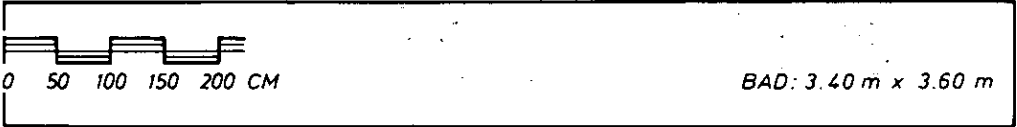


BEHINDERTEN - SELBSTHILFE - ZENTRUM
TRENDELENBURGSTRASSE 12-13 1000 BERLIN 19

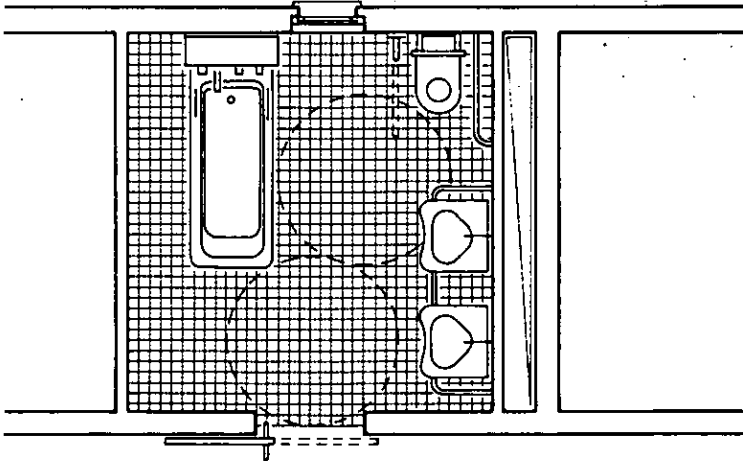
3.3



ANSICHTEN

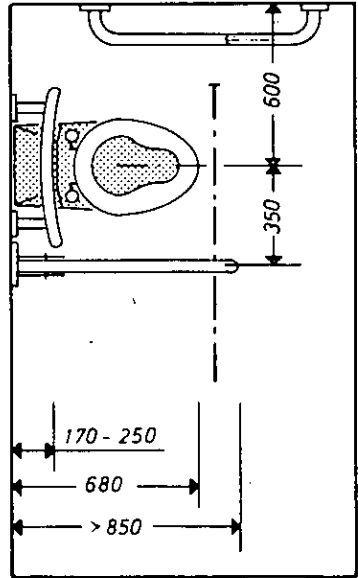
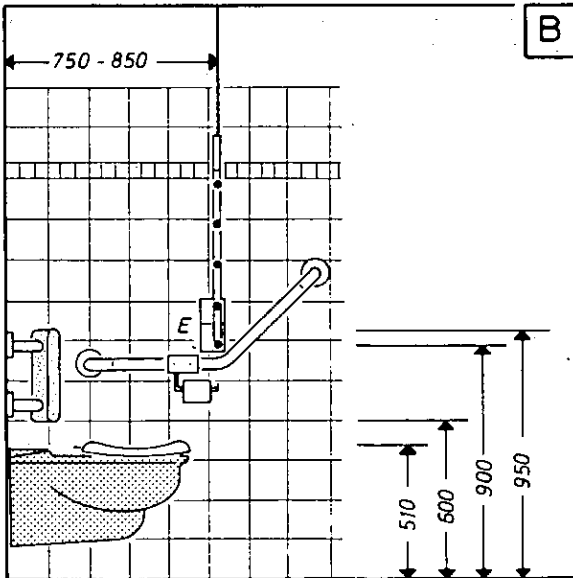
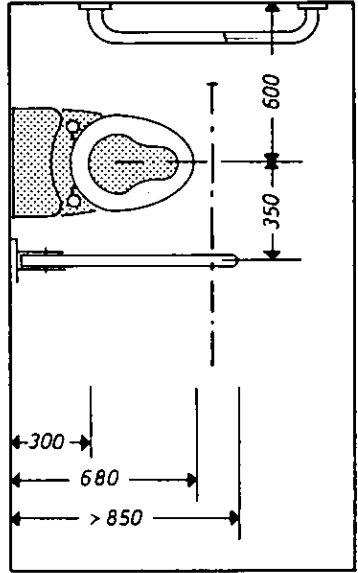
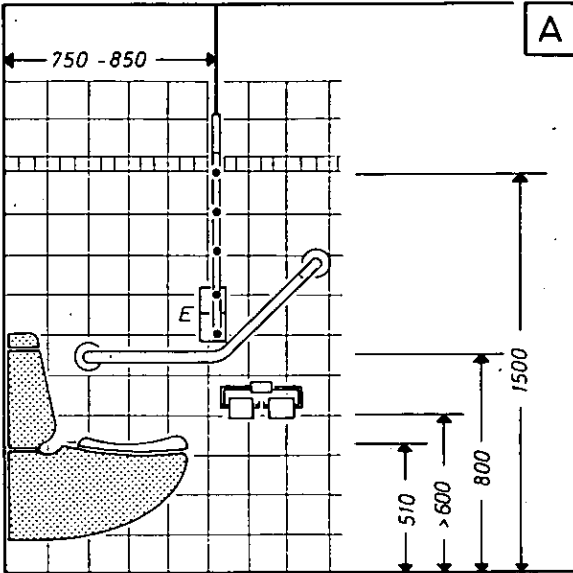


GRUNDRISS - GEMEINSCHAFTSBAD



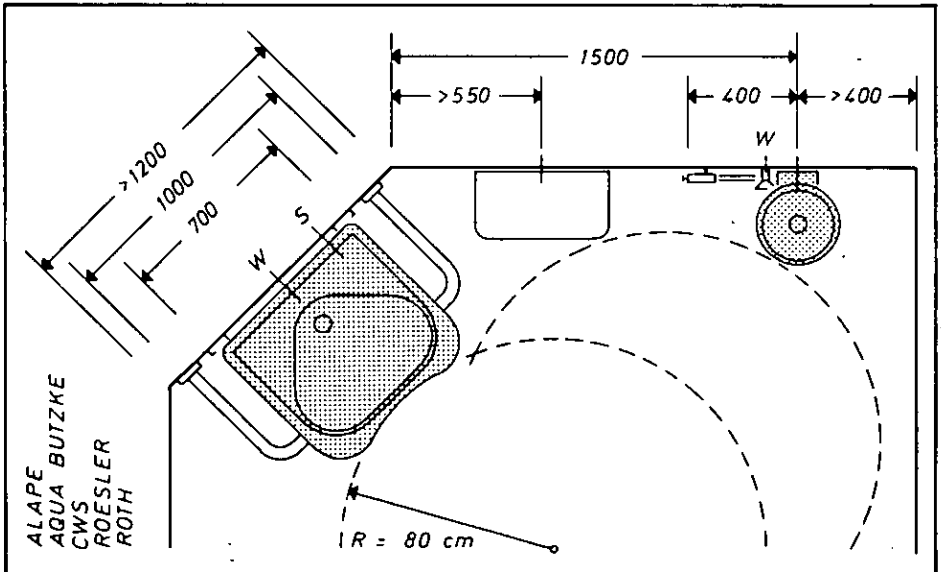
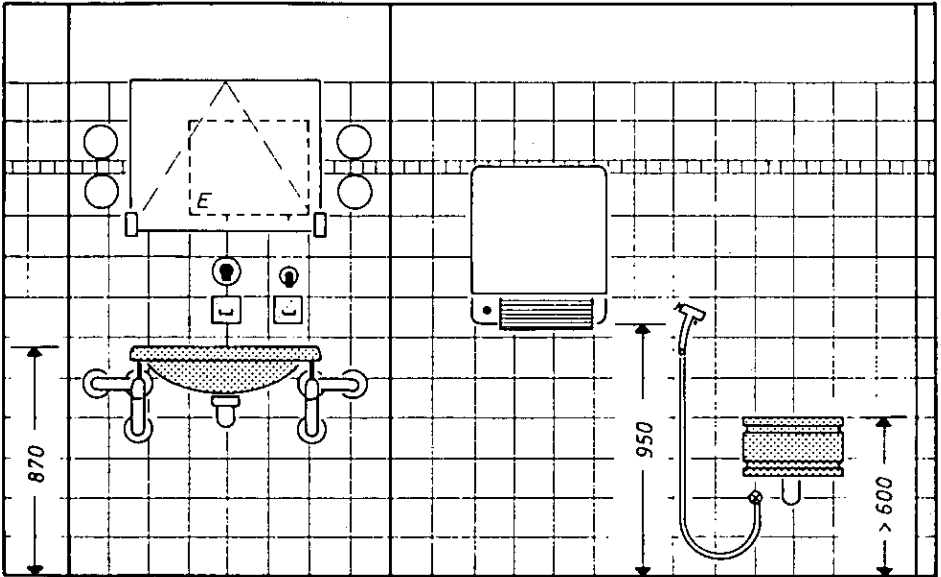
WC - PLATZ : AUSSTATTUNG + MONTAGEMASSE
A - VILLEROY + BOCH 'COLANI-COMBI' / B - KERAMAG 'ALPHA'

4



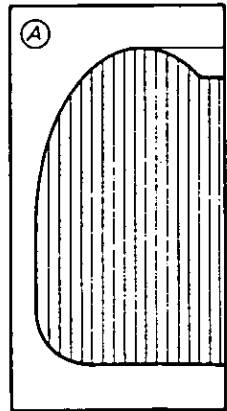
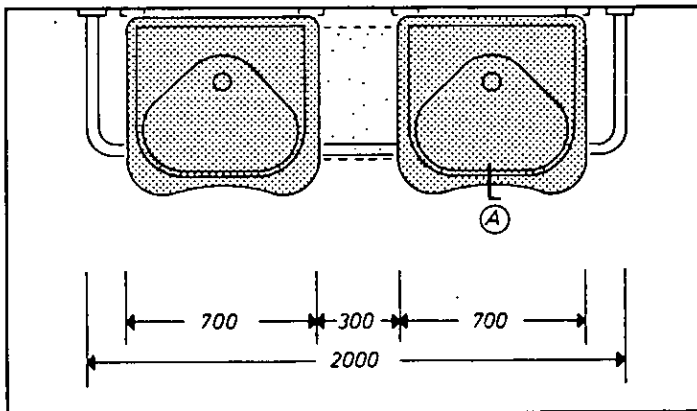
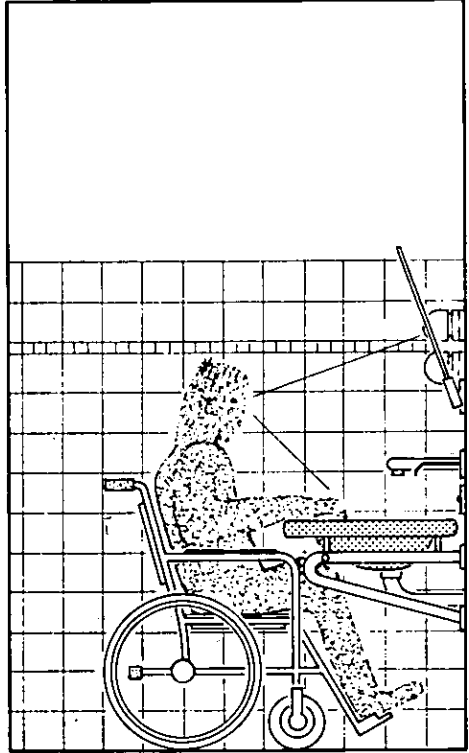
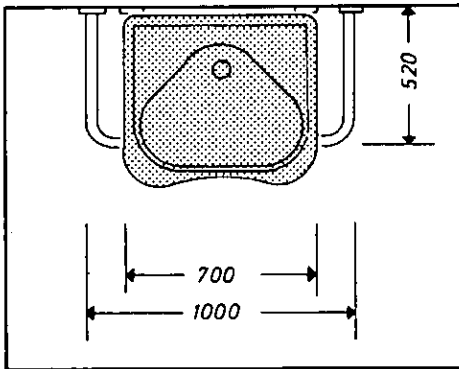
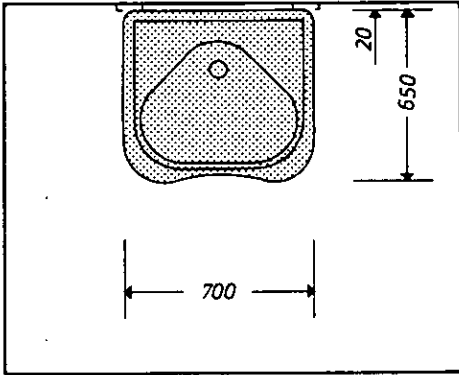
WASCHPLATZ * URINFLASCHEN - AUSGUSS :
AUSSTATTUNG * MONTAGEMASSE

5.1



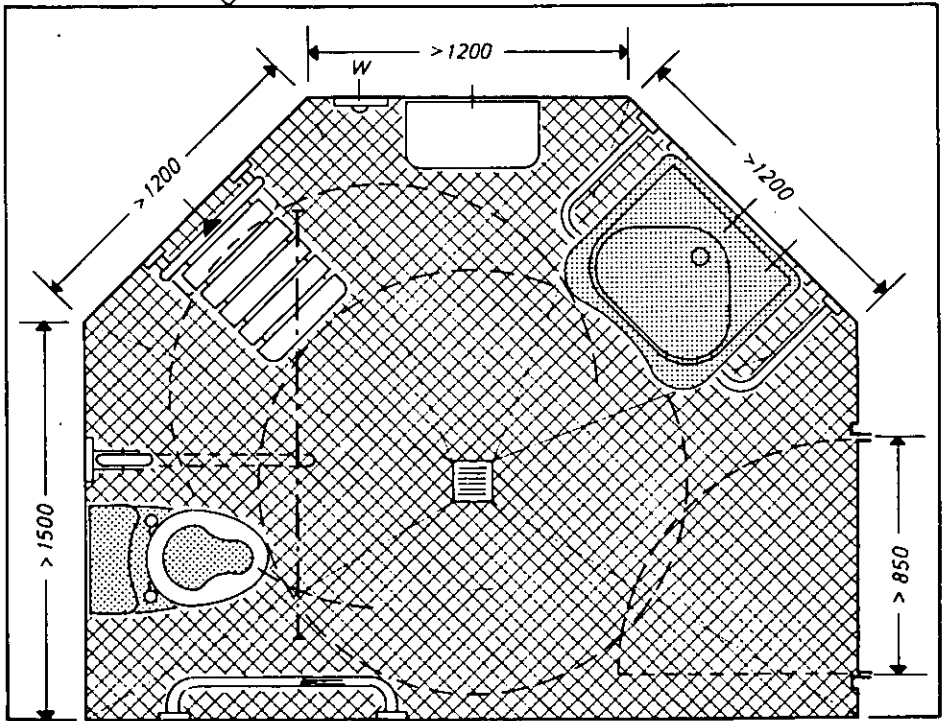
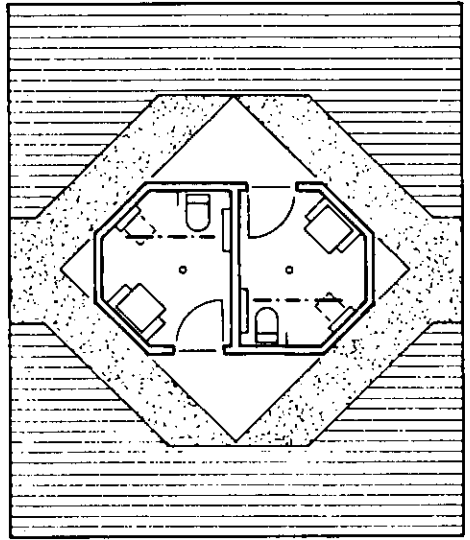
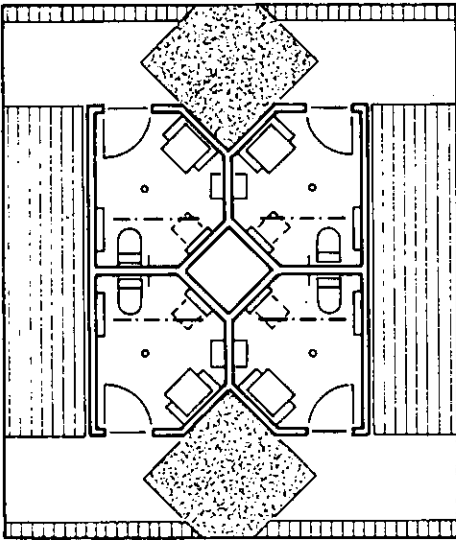
ALAPE : WASCHTISCH - 70 R 'BEHINDERTENWASCHTISCH'
WASCHTISCH-SYSTEM MIT EDELSTAHL - GRIFFKONSOLEN

5.2



DUSCHBAD - NASSKABINE
ENTWURFSBEISPIELE : 'PLATZ' + 'INSEL'

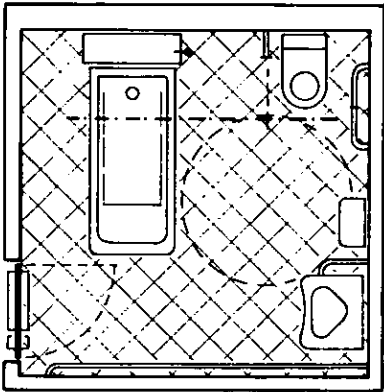
6



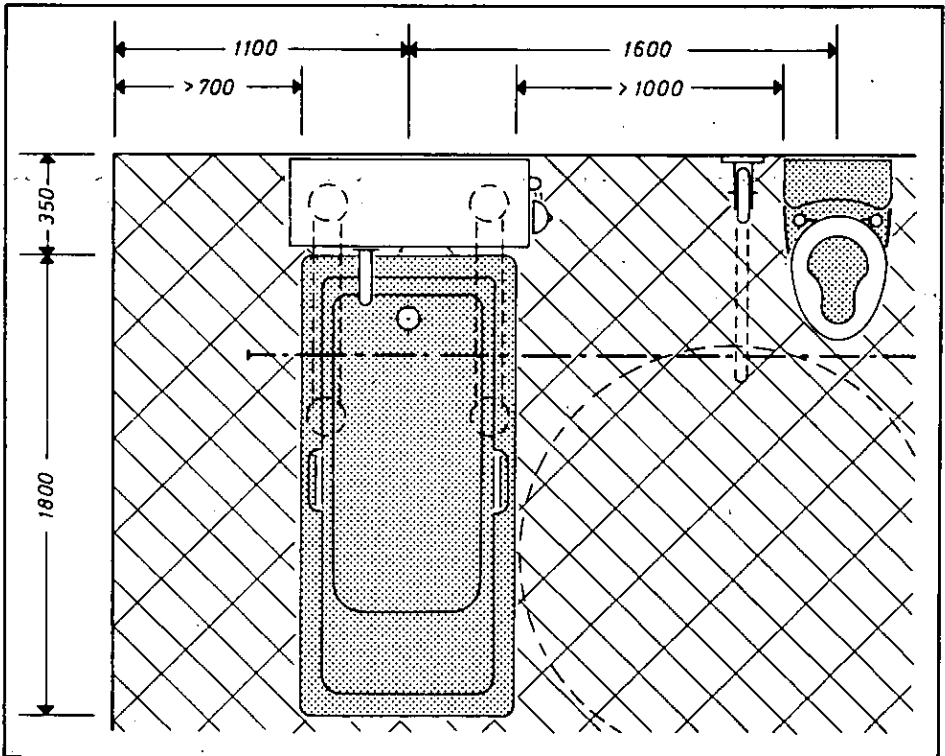
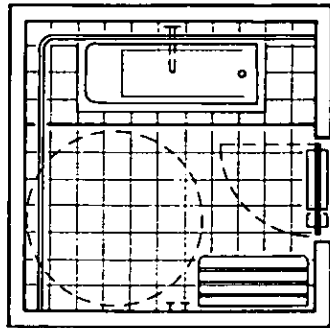
WANNENBAD - TROCKENKABINE
ENTWURFSBEISPIEL : 'QUADRAT' / FREI + EINBAU WANNE

7

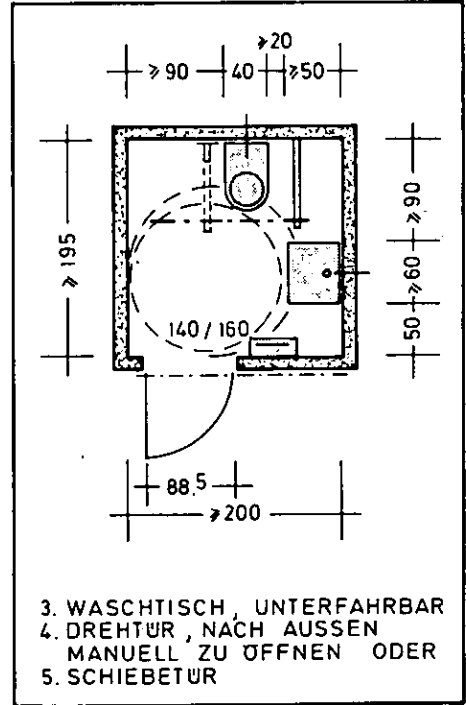
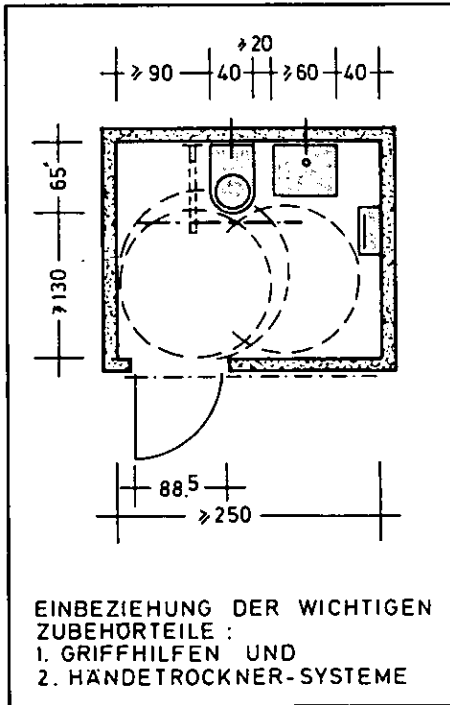
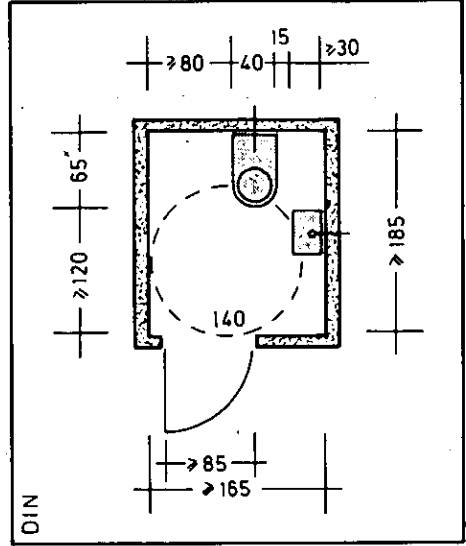
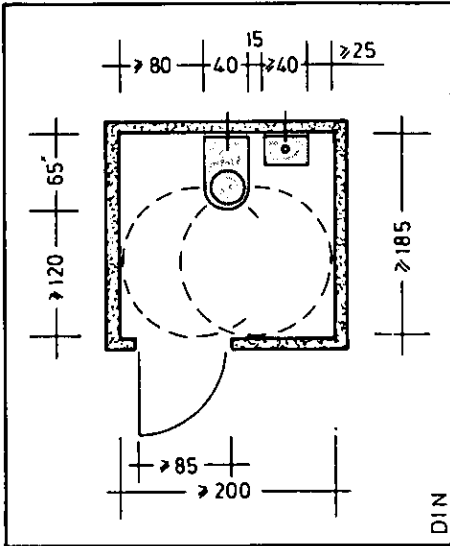
BAD : 3.30 m x 3.30 m



BAD : 2.60 m x 2.60 m



WC - KABINEN - VERGLEICH:
KABINEN NACH DIN 18 024 - 2 UND VORSCHLAG FISSLER



Hygienische Anforderungen an sanitärtechnische Einrichtungen

von Henning Rüden und Heike Martiny, Berlin

1. Infektionsrisiken und -quellen

Da sanitärtechnische Einrichtungen in öffentlich zugänglichen Bereichen in der Regel von einer großen Personenzahl frequentiert werden und sie nicht nur ein Reservoir für ein großes Keimspektrum darstellen, sondern auch ein Wachstum der sog. Naß- oder Pfützenkeime infolge ihrer Anspruchslosigkeit begünstigen, wird immer wieder die Frage einer Infektionsgefährdung diskutiert. Trotz der zweifellos anzunehmenden Infektionsrisiken infolge der potentiellen Ausscheidung von Infektionserregern bei der Defäkation und der dadurch bedingten mikrobiellen Kontamination der Umgebung wird über das Auftreten von Krankheiten nur vereinzelt berichtet. So konnte in zwei epidemiologischen Studien der Ausbruch einer bakteriellen Ruhr (*Shigella sonnei*) auf die Benutzung von sanitärtechnischen Einrichtungen wie Toiletten zurückgeführt werden (5, 10). Die Schwierigkeiten für den eindeutigen Beleg einer Infektionsquelle wie WC oder Urinal hat ihre Ursache u.a. in der großen Zahl der Übertragungsmöglichkeiten.

Zur Beurteilung des hygienischen Zustandes sanitärtechnischer Einrichtungen und zur Kennzeichnung möglicher Infektionsgefahren (wie z.B. Typhus, Enteritis oder Ruhr) wird infolge des erheblichen Untersuchungsaufwandes in der Regel nicht nach diesen Krankheitserregern gefahndet, sondern nach anderen fakultativ pathogenen Mikroorganismen, die wie *E.coli*,*Bakterien und D-Streptokokken mit Fäkal- oder Verunreinigungsindikatoren gleichgesetzt werden. Allerdings ist ihre pathogenetische Bedeutung in erster Linie auf abwegeschwächte Personengruppen wie Kleinkinder oder ältere Menschen beschränkt. Deshalb bedürfen sanitärtechnische Einrichtungen in Krankenhäusern, Kinderheimen, Kindertagesstätten, Altenpflegeheimen und Schulen der besonderen Aufmerksamkeit; daneben können aber auch hygienische Risiken infolge des großen Publikumsverkehrs in sanitärtechnischen Einrichtungen in (allgemeinen) öffentlichen Gebäuden wie Behörden oder auch Gaststätten bestehen.

*coliforme

2. Mikrobielle Kontamination von sanitären Anlagen

Verschiedene Untersuchungen (3, 4, 7-9) über den Grad der mikrobiellen Kontamination von sanitären Anlagen mit der Fäkal- bzw. "Naß"-Flora haben ergeben, daß in Krankenhäusern erwartungsgemäß die höchsten Nachweisraten auftraten. Anhand eigener Untersuchungen soll die mikrobielle Situation in sanitären Anlagen von Schulen und Gaststätten dargestellt werden.

Die Methodik, insbesondere die Probenentnahmeorte sind an anderer Stelle ausführlich dargestellt (6, 9). Wie aus Tab. 1 und 2 hervorgeht, sind die sanitären Anlagen des Gastbereiches in Gaststätten erheblich stärker bakteriell kontaminiert als die des Personalbereiches. Die Ursache hierfür liegt zum Teil in der größeren Benutzerzahl und den daraus resultierenden größeren Kontaminationsrisiken. Bezüglich der einzelnen isolierten Bakterienspezies ist festzustellen, daß *E.coli* als einziger obligater Fäkalkeim - im Gegensatz zu den übrigen auch in anderen Biotopen vorkommenden Spezies - relativ selten auftritt. Der Nachweis von *E.coli* in den WC-Kabinen sowie an den Waschplätzen sowie sein Fehlen in den Urinalen verweist auf die primäre Kontaminationsquelle in der WC-Kabine und infolge der Weiterverschleppung auf eine sekundäre Kontamination des Waschplatzes.

Häufigste Vertreter der "ubiquitären" Naßflora sind *E.agglomerans* und *E.cloacae*. Auch in Schulen konnten sie, wie aus Tab. 3 hervorgeht, am häufigsten - wenn auch anteilig geringer - nachgewiesen werden. Die höheren Nachweisraten in den Waschbeckenabläufen als Folge des Händewaschens weisen auf die Kontaminationsquelle Hand nach Defäkation bzw. WC-Benutzung hin. Daß jedoch zum Teil auch die Wasserzulaufe mikrobiell kontaminiert sind, charakterisiert weniger ein Infektionsrisiko als vielmehr ein sanitärtechnisches Problem des Wasserzulaufes ohne Handkontakt.

Im Rahmen einer solchen relativ aufwendigen und nicht routinemäßig durchzuführenden Studie erhebt sich die Frage, ob nicht durch andere, einfacher erfaßbare Parameter der hygienisch-mikrobiologische Zustand einer sanitären Anlagen ebensogut beschrieben werden kann, und

Entnahmegruppe	WC-Kabinen	Urinale	Waschplätze
Probenzahl	n = 68	n = 53	n = 65
<i>Escherichia coli</i>	3 %	-	5 %
<i>Citrobacter freundii</i>	2 %	-	2 %
<i>Enterobacter agglomerans cloacae</i>	13 % 22 %	4 % 13 %	3 % 12 %
<i>Klebsiella oxytoca pneumoniae</i>	- 2 %	- 4 %	2 % 3 %
<i>Proteus mirabilis</i>	-	2 %	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	6 %	2 %	3 %
<i>Serratia liquefaciens</i>	-	2 %	3 %

Tabelle 1: Nachweishäufigkeiten von gramnegativen fakultativ pathogenen Mikroorganismen in sanitären Anlagen des Gastbereichs von 11 Gaststätten (nach: 6)

Entnahmegruppe	WC-Kabinen	Urinale	Waschplätze	Duschen
Probenzahl	n = 33	n = 15	n = 35	n = 12
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-
<i>Citrobacter freundii</i>	-	-	-	8 %
<i>Enterobacter agglomerans cloacae</i>	- 18 %	7 % -	- 11 %	17 % -
<i>Klebsiella oxytoca pneumoniae</i>	- 3 %	- -	- 3 %	- -
<i>Proteus mirabilis</i>	-	-	-	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-	-	-	17 %
<i>Serratia liquefaciens</i>	-	-	-	-

Tabelle 2: Nachweishäufigkeiten von gramnegativen fakultativ pathogenen Mikroorganismen in sanitären Anlagen des Personalbereichs von 11 Gaststätten (nach: 6)

Entnahmeort	Waschbecken Wasserzulauf	Waschbecken Wasserablauf
	n = 228	n = 215
Escherichia coli	-	-
Citrobacter sp.	6,6 %	13,1%
Enterobacter sp.	7,5 %	22,3%
Klebsiella sp.	-	8,8%
Proteus sp.	2,2 %	7,0%
Providencia sp.	4,4 %	5,1%
Pseudomonas aeruginosa	0,4 %	2,3%

Tabelle 3: Nachweishäufigkeiten von gramnegativen fakultativ pathogenen Mikroorganismen in sanitären Anlagen und Klassenräumen von 20 Schulen (nach: 9)

zwar einerseits durch den optischen Eindruck unter Berücksichtigung baulich-funktioneller Gegebenheiten und andererseits durch einfache Bestimmung der Keimquantitäten von Objekten ohne weitere Differenzierung von Infektionserregern. Wie aus Tab. 4 ersichtlich - die höchsten Prozentanteile der jeweiligen drei Qualitätsstufen (I, II, III) sind unterstrichen - kennzeichnet ein optisch schlechter Eindruck nicht unbedingt einen hygienisch-mikrobiologisch ungünstigen Befund. Werden die Ergebnisse der beiden hygienischen Beurteilungsmerkmale (Keimkonzentrationen und Vorkommen von fakultativ pathogenen Mikroorganismen) miteinander verglichen, so ist auffallend, daß mehrheitlich trotz hoher Keimkonzentrationen der hygienisch-qualitative Befund der höchsten Qualitätsstufe I angehört, d.h. weder aus dem optischen Eindruck, der auf baulich-funktionellen Mängeln beruht, noch aus einfachen Keimkonzentrationsbestimmungen läßt sich auf das Vorkommen von fakultativ pathogenen Mikroorganismen schließen, die letztlich nur - wenn auch näherungsweise - ein Infektionsrisiko charakterisieren.

3. Hygienische Anforderungen

Zur Vermeidung des Infektionsrisikos werden daher hygienische Anforderungen an sanitärtechnische Einrichtungen gestellt, die nicht nur baulich-architektonisch-funktionelle Aspekte betreffen, sondern auch "hygienische" Verhaltensweisen des Benutzers einschließen und vor allem eine optimale Reinigung und ggf. Desinfektions ermöglichen.

3.1 Baulich-funktionelle Anforderungen

3.1.1 WC-Kabine

Der Grundriß einer WC-Kabine muß einerseits einen für den Benutzer ausreichend großen Bewegungsspielraum gestatten und andererseits eine für die Reinigung optimale Zugänglichkeit gewährleisten. Gerade der letzte Aspekt erfordert ein allseitig zugängliches WC, das wie der Toilettensitz aus reinigungsfreundlichen glatten Flächen bestehen soll. Um die Händereinigung direkt vor Ort zu ermöglichen, ist jede WC-Kabine grundsätzlich mit einem Waschplatz auszustatten, da dadurch eine Verschleppung von Infektionserregern weitgehend vermieden wird. Selbstverständliche Bestandteile bzw. Bauteile sind ferner Doppelt-Toilettenpapierhalter, ein Kleiderhaken, eine Toilettenbürste mit Gefäß sowie ein Gefäß für Damenbinden.

Qualitätsstufen	n	Beurteilungsmerkmale								
		A baulich-funktionell			B hygienisch-quantitativ			C hygienisch-qualitativ		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
GÄSTE										
WC-Kabinen	11	18 %	<u>46 %</u>	36 %	18 %	36 %	<u>46 %</u>	<u>36 %</u>	27 %	<u>36 %</u>
Urinale	11	<u>55 %</u>	9 %	36 %	18 %	9 %	<u>73 %</u>	<u>73 %</u>	9 %	18 %
Waschplätze	11	27 %	<u>46 %</u>	27 %	9 %	18 %	<u>73 %</u>	<u>55 %</u>	18 %	27 %
PERSONAL										
WC-Kabinen	6	17 %	-	<u>83 %</u>	17 %	<u>66 %</u>	17 %	<u>50 %</u>	33 %	17 %
Urinale	3	-	33 %	<u>67 %</u>	33 %	33 %	33 %	<u>100 %</u>	-	-
Waschplätze	6	17 %	17 %	<u>66 %</u>	17 %	33 %	<u>50 %</u>	<u>83 %</u>	-	17 %
Duschen	2	-	-	<u>100 %</u>	-	-	<u>100 %</u>	-	<u>100 %</u>	-

Tabelle 4: Gegenüberstellung der baulich-funktionellen, hygienisch-quantitativen (Koloniezahl: KBE/20 cm²) und hygienisch-qualitativen (Vorkommen von fakultativ pathogenen Mikroorganismen) Beurteilungen der sanitären Anlagen von 11 Gaststätten (nach: 6)

Qualitätsstufe	baulich-funktionell	hygienisch-quantitativ	hygienisch-qualitativ
I	< 25 % Mängel	< 100 KBE/20 cm ²	< 25 % positiv
II	25 - 50 % Mängel	100 - 200 KBE/20 cm ²	25 - 50 % positiv
III	> 50 % Mängel	> 200 KBE/20 cm ²	> 50 % positiv

Bezüglich der Wasserspülung existieren unterschiedliche Systeme. Aus hygienischer Sicht ist sicherzustellen, daß einerseits kein mikrobielles Aerosol außerhalb des WC-Beckens beim Spülvorgang auftritt (1) und andererseits das Wasserspülvolumen so ausreichend bemessen ist, daß die Benutzung der Toilettenbürste nicht erforderlich ist. Gerade wegen der Anonymität in einer WC-Kabine muß ein hygienisch-ästhetisch einwandfreier Zustand ermöglicht werden.

3.1.2 Urinal

Einer Urinalanlage sind Urinalbecken vorzuziehen, wobei der Spülvorgang nach Benutzung automatisch gesteuert wird. Das Urinalbecken muß über einen Geruchsverschluß verfügen und einen Austrag von Tröpfchen verhindern. Für die wandhängenden Schamwände sind glatte Materialien zu verwenden.

3.1.3 Waschplatz

Die Waschbecken sind mit selbstschließenden Auslaufarmaturen zu versehen. Ferner sind für jeden Waschplatz ein Seifenspender und ein Papierhandtuchspender (ggf. kombiniert) mit zugehörigem offenem Abfallbehälter erforderlich. Zusätzlich ist eine Ablagefläche für persönliche Gegenstände notwendig.

3.1.4 Installation und Ausstattung

Leitungen (z.B. Sanitärzu- und -abflüsse) sind unter Putz zu legen. Die Objekte sind in die Wand oder in den Fußboden so zu integrieren, daß eine einwandfreie lückenlose dichte Verfüzung gewährleistet wird. Die Dichtstoffe der Fugen müssen dauerhaft und reinigungsbeständig sein. Die Materialien der Sanitärobjekte müssen reinigungsbeständig und glatt, d.h. porenfrei sein. Die Fußbodenmaterialien müssen flüssigkeitsdicht und reinigungsbeständig sein. Die Wände im Bereich von Naßzonen sind zu fliesen.

Die Be- und Entlüftung der sanitären Anlagen muß eine einwandfreie Abfuhr der mit Geruchsstoffen kontaminierten Luft ermöglichen (z.B. Schachtlüftung) und ein Überströmen in andere Bereiche verhindern.

3.2 Reinigung und Desinfektion

Auf die Benutzungsfrequenz ist die Reinigungshäufigkeit auszurichten, d.h. sie muß mindestens einmal täglich erfolgen. Die Naßreinigung hat nicht nur den Fußboden, sondern auch die Sanitärobjekte einzuschließen. Die Reinigungsutensilien sind nach Gebrauch zu säubern und trocknen aufzubewahren. Zur Desinfektion sind anerkannte Verfahren (z.B. 2-Eimer-Methode) und geeignete Desinfektionsmittel zu verwenden. Es ist auf die für den Anwendungsbereich richtige Konzentration zu achten. Bei der Wahl der geeigneten Wirkstoffe sind zur Flächendesinfektion vorzugsweise Aldehyd-, Phenol- und Amphotensid-Präparate einzusetzen. Da gleichzeitig eine reinigende Wirkung erwartet wird, sind nur geprüfte Kombinationspräparate zu verwenden (vgl. V. Liste der DGHM), bei denen eine Desinfektionswirkstoffreduzierung durch den Reinigungszusatz ausgeschlossen ist.

Die Frage nach der Notwendigkeit einer Desinfektion von sanitären Anlagen läßt sich nicht global beantworten, da unter Berücksichtigung der Benutzergruppen, der Benutzerfrequenz und der baulich-funktionalen Situation sowie der Örtlichkeiten (Krankenhäuser etc.) eine Einzelfallprüfung erforderlich ist. Unerläßlich ist aber eine sorgfältige, umfassende und regelmäßige Reinigung.

4. Schlußbetrachtung

Außerhalb des Krankenhauses sind sanitäre Anlagen selten als Ausgangspunkt für Infektionskrankheiten beschrieben worden. Eine mögliche Infektionsgefährdung ist sorgfältig zu prüfen und möglichst auszuschließen. Darüber hinaus ist sicherzustellen, daß bei der baulich-architektonischen Gestaltung von sanitären Anlagen mehr als bislang funktionelle und ergonomische Aspekte (2) Berücksichtigung finden, da nur dann eine einwandfreie Reinigung und ggf. Desinfektion ermöglicht wird. Sie stellen die wichtigste Voraussetzung dar, um hygienisch und optisch einwandfreie Verhältnisse dauerhaft sicherzustellen.

5. Literatur

1. Bound, W.H. and R.I. Atkinson: Bacterial aerosol from water closets.
Lancet 1 (1966) 1369-1370
2. Fissler, J.: Sanitäre Anlagen in Gaststätten - Teil 2.
Techn.Bau 13 (1982) 49-57
3. Grossmann, G. und B. Liebetau: Ober den mikrobiologischen Status von Kindereinrichtungen des Bezirkes Suhl.
Z.ges.Hyg. 20 (1974) 233-237
4. Hambræus, A. and A.-S. Malmberg: Disinfection or cleaning of hospital toilets - an evaluation of different routines.
J.Hosp.Infect. 1 (1980) 159-163
5. Hutchinson, R.I.: Some observations on the method of spread of Sonne dysentery.
Monthly Bull.Min.Health Publ.Health Lab.Serv. 15 (1956) 110-118
6. Martiny, H., Fissler, J. und H. Rüden: Sanitäre Anlagen in Gaststätten aus hygienischer und architektonischer Sicht.
Öff.Gesundh.-Wesen (im Druck)
7. Mendes, M.F. and D.J.A. Lynch: A bacteriological survey of wash-rooms and toilets.
J.Hyg.(Camb.) 76 (1976) 183-190
8. Newsom, S.W.B.: Microbiology of hospital toilets.
Lancet 2 (1972) 700-703
9. Rüden, H., Thofern, E. und H.-J. Austermann: Zum Vorkommen von coliformen Bakterien und *Ps.aeruginosa* in Feuchtbereichen außerhalb des Krankenhauses.
Öff.Gesundh.-Wesen 39 (1977) 1-6
10. Thomas, M.E.M. and H.E. Tillet: Sonne dysentery in day schools and nurseries: an eighteen-year study in Edmonton.
J.Hyg.(Camb.) 71 (1973) 593-602

Anschrift der Verfasser:

Prof.Dr.med. Henning Rüden und Dr.rer.nat. Heike Martiny, Fachgebiet Hygiene der Technischen Universität Berlin, Amrumer Str. 32, 1000 Berlin 65

Reinigung und Desinfektion von Sanitäreinrichtungen

G. Schneider, Bonn

1. Einführung

Der Sanitärbereich zählt im Krankenhaus zum Bereich mit mittlerem Infektionsrisiko.

Deshalb ist nicht nur eine tägliche Reinigung sondern auch eine tägliche Desinfektion erforderlich.

Aufgrund der hohen Besucherfrequenz dieses Bereichs ist die Kontaminationsmöglichkeit und damit die Verbreitung von Krankheitserregern als nicht gering einzustufen.

2. Umfang und Art der Sanitäreinrichtungen

Zum Sanitärbereich im Krankenhaus gehören WC-Räume, Waschräume, Bäder, Duschräume, Badeabteilung, Schwimmbäder, unreine Arbeitsräume auf den Stationen, Umkleidekabinen und die jeweilig dazugehörigen Vorräume.

An Ausstattungselementen finden sich Waschbecken, Spiegel, Ablagen, Seifenspender, Handtuchhalter, Hygieneeimer, Toilettenbürsten und Ständer, Dusch- und Badematten, Roste, Wärmebänke, Badehocker, Toilettenbecken, Urinalbecken, Badewannen, Duschwannen und verschiedenste Armaturen.

3. Schmutzarten im Sanitärbereich

Dazu gehören: Ablagerungen von
Calcium- und Magnesiumsalzen,
Seifen, Kalkseifen,
Urinstein und Fäkalien,
fettige Verschmutzungen,
Haare,
normaler Schmutz.

4. Baumaterialien im Sanitärbereich

Da die Verschmutzungen im Sanitärbereich in der Regel mit sauren bzw. alkalischen Reinigern beseitigt werden, sind in diesem Bereich entsprechend säurefeste und alkalifeste, wasserbeständige Materialien anzutreffen, wie Porzellan, Stein, Keramik, Glas, Emaille, Edelstahl, Chromstahl, PVC, Kunststoff, diverses Fugenmaterial, Ölanstriche.

5. Reinigung im Sanitärbereich

5.1 Reinigungsmittel und -geräte

Zur Reinigung im Sanitärbereich werden spezielle Reinigungsmittel benötigt, deren Auswahl und Anwendungskonzentration vom jeweils zu reinigenden Material, dessen Verschmutzungsart und Verschmutzungsgrad abhängig ist.

Einige seien hier genannt:

Sanitärreiniger:

sind säurehaltige Reiniger, die Phosphorsäure oder ihre Ester, Sulfaminsäure oder Salzsäure enthalten und dadurch über einen niedrigen pH-Wert verfügen. Als waschaktive Substanzen sind Tenside beigelegt.

Sanitärreiniger eignen sich für alle säurebeständigen Materialien wie Fliesen, Kacheln, Steingut, Glas, Porzellan usw.

Für die Reinigung von Emaillegegenständen sind Reiniger auf Chlorbasis geeignet. Da salzsäurehaltige Reiniger Korrosionsschäden an Armaturen, Rohr- und Abwasserleitungen hervorrufen, ist im Armaturbereich mit Reinigern auf Phosphorsäurebasis zu arbeiten.

Ein gewisses Problem bei Einsatz eines sauren Reini-
gers stellen Fugen dar. In jedem Fall ist das Fugen-
material auf Säurebeständigkeit zu prüfen. In der
Regel genügt eine Vorwässerung der Fugen und limi-
tierte Einwirkungszeit, um Schäden zu vermeiden.

Sanitärreiniger beseitigen Kalkrückstände, Kalkseife,
Urin- und Wasserstein, Rostablagerungen etc.

Allzweckreiniger:

sind lösemittelfreie, konzentrierte Universalreiniger
mit Tensiden, die über ein hohes Schmutztragevermögen
verfügen. Zur Wasserenthärtung enthalten sie Phos-
phate und zur Unterstützung der fettlösenden Wirkung
ist Salmiak beigefügt. Der pH-Wert liegt - abhängig
vom Salmiakanteil - zwischen 8 und 12.

Anwendungsbereich: lackierte Flächen, Fensterrahmen,
Türen, Trennwände, Spülbecken, Bade-
wannen, Waschbecken, Kunststoffe.

WC-Reiniger (Toilettenreiniger):

sind ähnlich wie Sanitärreiniger aufgebaut, aber in
der Wirkung wesentlich aggressiver. Sie haben die
Aufgabe, rasch und gründlich Urin- und Kalkstein zu
entfernen.

Abflurereiniger:

enthalten Natriumhydroxid, das mit Wasser Natronlauge
entwickelt. Diese starke Base löst Eiweißstoffe (Haare)
und verseifte Fettablagerungen in Abflüssen.

Desinfektionsreiniger:

sind Desinfektionsmittel mit der erforderlichen Rei-
nigungswirkung. Sie sichern neben einer gründlichen
Reinigung eine effektive Desinfektion.

Es sollten aber nur in ihrer Wirksamkeit geprüfte

Mittel zum Einsatz kommen (z.B. DGHM-Liste).

Bei der Reinigung und Desinfektion im sanitären Bereich verwendet man die chemische Desinfektion.

Unter chemischer Desinfektion versteht man die Abtötung oder Inaktivierung von Krankheitserregern oder anderer unerwünschter Mikroorganismen mit Mitteln bestimmter chemischer Zusammensetzung.

Nicht alle chemischen Stoffe, die Krankheitserreger abtöten können, und mit denen daher eine Desinfektion erreichbar wäre, sind für die Praxis geeignet.

Gründe, die einer Verwendung als Desinfektionsmittel entgegenstehen, können beispielsweise hohe Kosten, unangenehm störende (Geruch) oder toxische Nebenwirkungen sein.

Anforderungen an einen Desinfektionsreiniger:

1. Der Reiniger muß über befriedigende Reinigungsleistung verfügen.
2. Er muß bestimmte Mikroorganismen abtöten oder irreversibel schädigen.
3. Er muß wirtschaftlich sein.
4. Er muß licht- und luftbeständig sein.
5. Er darf sich bei längerer Lagerung nicht zersetzen, in seiner Wirkung nachlassen oder unwirksam werden.
6. Er sollte wenig geruchsintensiv sein.

Sprühreiniger:

sind spezielle Desinfektionsreiniger für die Behandlung von WC-Sitzen, Waschbecken, Armaturen, Türgriffen etc.

Desinfizierende Scheuermittel:

bestehen aus hochwirksamen, reinigungsaktiven Sub-

stanzen mit feinen Polierkörpern für hartnäckige, verkrustete Verschmutzungen.

Reinigungsgeräte im Sanitärbereich:

Zur Anwendung kommen:

Baumwollwischer, Naßwischgeräte, Wasserschieber, synthetische Reinigungstücher, Schwämme, Handpads, WC-Bürste, Scheuermaschinen, Wasserauger, Hochdruckreinigungsgeräte.

5.2 Reinigungsmethode

Bei der täglichen Naßreinigung ist so zu verfahren, daß für jede Sanitärbereich-Bodenfläche zwei saubere, desinfizierte Baumwollwischer verwendet werden. Mit dem ersten Baumwollwischer wird die Bodenfläche naßgewischt und desinfiziert und mit dem zweiten, sauberen Baumwollwischer bis auf eine gewünschte Restfeuchte aufgetrocknet. Für die Reinigung eines jeden Bereiches ist die Verwendung einer sauberen Desinfektions- und Reinigungslösung zwingend.

Waschbecken:

werden täglich gereinigt und anschließend mit einem geeigneten Desinfektionsmittel besprüht. Besondere Aufmerksamkeit sollte hier der Waschbeckenseite und -unterseite gewidmet werden.

Armaturen:

werden täglich gereinigt und mit einem geeigneten Desinfektionsmittel besprüht. Anschließend sind sämtliche verchromten Teile zu polieren.

Toilettenschüssel:

Bei der Reinigung der Toilettenschüssel bedarf es besonderer Sorgfalt. Es ist insbesondere darauf zu

achten, daß man hier ein für diesen Zweck bestimmtes, besonders gekennzeichnetes Reinigungstuch verwendet. Ein geeignetes Reinigungsmittel wird auf die Innenseite der Toilettenschüssel gegeben. Anschließend wird mit der Toilettenbürste oder Handpad die Innenseite gründlich gereinigt.

Auch hier wird nach dem Reinigungsvorgang ein geeignetes Desinfektionsmittel gesprüht.

Die Außenseite der Toilettenschüssel und insbesondere der WC-Sitz sind sorgfältig zu reinigen und zu desinfizieren.

Wandfliesen:

sind im Spritzbereich täglich zu reinigen und zu desinfizieren und in zulässiger Arbeitshöhe einmal monatlich grundzureinigen.

Spiegelflächen, Ablagen und Wandlampen:

sind täglich feucht abzuwischen und die Spiegelflächen zu polieren.

Schwimmbadumgebung:

darunter sind Badeumläufe, die Böden von Duschen, Wärmebänke und Umkleidekabinen zu verstehen. Hier sind, bedingt durch optimales Wachstumsmilieu Feuchtigkeit und Wärme, die Kontaminationsmöglichkeiten höher einzuordnen. Von daher ist ein hohes Reinigungs- und Desinfektionsniveau erforderlich.

Für die laufende Reinigung genügt in der Regel der Einsatz eines Desinfektionsreinigers. Für die erforderlichen Grundreinigungsarbeiten sollten die speziellen Sanitärreiniger in Verbindung mit Scheuermaschinen oder, bei größeren Flächen bzw. hartnäckiger Verschmutzung, in Verbindung mit einem Hochdruckreiniger zur Anwendung kommen.

5.3 Desinfektionskontrolle

Um den Desinfektionserfolg und Reinigungserfolg prüfen zu können, sind regelmäßig Umgebungsuntersuchungen vorzunehmen, die im Anschluß an die Reinigung durchgeführt werden.

Mit Hilfe dieser Kontrolle kann die Sorgfalt bei der Reinigung, die Wirksamkeit des Desinfektionsmittels, die anwendungsgerechte Dosierung, geprüft werden. Der Schwerpunkt der Umgebungsuntersuchungen in diesem Bereich sollte auf den Berührungsstellen liegen: Toilettensitz, Armaturen, Türgriffe etc.

6. Serviceleistungen im Sanitärbereich

Neben der Reinigung und Desinfektion im Sanitärbereich sollten folgende Arbeiten durchgeführt werden:

Nachlegen von Papierhandtüchern, Toilettenpapier, Seife und Beckensteine, Auffüllen der Seifenspender, Austausch der Handtuchrollen.

Abschließend sei erwähnt, daß die Reinigung und Desinfektion im Sanitärbereich überwiegend 1 x täglich durchgeführt wird, es aber auch Krankenhäuser gibt, die die Sanitärbereiche bereits 2 x täglich desinfizieren lassen, um einer Keimverbreitung aus diesem Bereich vorzubeugen.

Günther Schneider
Präsident des Bundesinnungsverbandes
des Gebäudereinigerhandwerkes
Dottendorferstr.86

5300 Bonn 1

Quellennachweis

Dr. Bode & Co
Leitfaden für die Desinfektion

Henkel & Cie. GmbH
Die Desinfektion im Krankenhaus

Klinger, Max-Joachim
Grundlagen zur Flächendesinfektion
in Hygiene und Medizin 4/76

Lutz, Walter
Lehrbuch für die Reinigungs- und Hygienetechnik

Madel, Rolf
Sanitärraumreinigung
in clean, Febr. 1980

Steuer, W.-Lutz-Dettinger U.
Leitfaden der Desinfektion, Sterilisation
und Entwesung
3. Auflage
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

Therapeutische Funktionen und Sanitärtechnik
aus der Sicht des Arztes

von

E. A. Zysno u. Ch. Mucha

Eingangs sei die Definition der Physikalischen Therapie nach J. GROBER gegeben "Die Physikalische Therapie ist die Wissenschaft von der Anwendung physikalischer Energien auf die Behandlung von Krankheitszuständen". Sie ist wie Pharmakotherapie, operative Therapie und Psychotherapie ein gleichberechtigter Teil der Behandlungslehre überhaupt. So haben die physikalisch-medicinischen Methoden seit jeher im Rahmen der klinischen Behandlung eine wesentliche Rolle gespielt. Die ständige Weiterentwicklung erfolgte analog den Fortschritten auf physikalischem und chemischem sowie technischem Gebiet. So wurden auch die neuen Elektrotherapie-Verfahren durch moderne elektronische Technik und neue Hochfrequenzgeneratoren wesentlich bereichert. Im Bereich eines Großklinikums hat die Abteilung Physikalische Medizin und Rehabilitation naturgemäß an der Versorgung der Akut-Erkrankten teilzunehmen, wobei die schwereren Krankheitsbilder überwiegen. Funktionell gliedert sich eine Abteilung für Physikalische Medizin in zwei Ebenen:

Einmal in Behandlungsmethoden, die von ausgebildeten Krankengymnastinnen durchgeführt werden und die mit Ausnahme der Übungen im Unterwasserbewegungsbad "trockene" Räume benötigen. Man kann diese Räume weitgehend im Hauptschoß unterbringen, da lediglich elektrische Anschlüsse in ausreichender Zahl vorhanden sein müssen und Sanitärinstallationen, hauptsächlich für Reinigung, Toiletten und Desinfektion.

Es handelt sich hier entweder um unterteilte Großübungsräume oder um Übungsräume für kleinere und größere Gruppenbehandlungen. Die aktive Übungsbehandlung, mit und ohne Gerät, die Atemtherapie, bedürfen eines Raumaufwandes, wie sie aus dem einschlägigen Schrifttum bekannt sind. Verwiesen sei auf die benötigte Quadratmeterzahl, die bei zunehmender Bettenzahl für die Einzelbehandlung relativ abnimmt und im Durchschnitt bei etwa 2 m^2 liegt. Die Elektrotherapie kann nur in Trockenräumen durchgeführt werden und muß wegen der gegenseitigen Beeinflussung in den Niederfrequenz- und Hochfrequenztherapiebereich unterteilt werden. Hierbei ist der lineare Abstand das Wichtigste, um eine gegenseitige Beeinflussung hintanzuhalten. Bei der Niederfrequenzthera-

pie handelt es sich um stimulierende und analgesierende Verfahren, ähnlich auch im Mittelfrequenzbereich. Im Hochfrequenzbereich mit Kurz-, Dezimeter- und Mikrowellen haben wir einen Teil der Thermotherapie, zu dem auch noch die Ultraschalltherapie als mechanische Wärmetherapie gerechnet werden kann. Bei diesen Verfahren wird mit Hilfe elektrischer Hochfrequenzenergie Wärme im Organ bzw. im Körper selbst erzeugt und braucht nicht durch die deckende Hautoberfläche transportiert zu werden.

Die Bewegungsbäder weisen charakteristische Merkmale auf und bedürfen einer größeren und z.T. auch komplizierten technischen Ausstattung. Physiologisch ist davon auszugehen, daß wir bei Süßwasserbädern Trinkwasserqualität haben müssen, um den hygienischen Vorschriften zu genügen. Zum anderen muß das Wasser physiologischerweise im sog. thermoindifferenten Bereich liegen, d.h., daß weder ein Kältezittern noch eine Schweißabgabe notwendig werden, um die Kerntemperatur des Körpers auf gleichem Niveau zu halten. Das bedeutet für Süßwasserbäder ohne Mineralienzusatz eine Temperatur zwischen 32 und 34° C. Das gilt insbesondere für die Behandlung von Erkrankungen am Bewegungsapparat oder neurologischen Erkrankungen mit Lähmungen von Körperhälften oder Extremitäten. Für Amputierte und Querschnittsverletzte gelten besondere Kautelen. Je größer die Anteile an Muskelmasse sind, die noch durch Bewegung eingesetzt werden können, desto eher kann man eine kühlere Temperatur bis etwa 30° C tolerieren. Je mehr Muskelanteile jedoch ausgefallen sind, wie z.B. bei Lähmungen oder bei rheumatischen Erkrankungen oder nach langer Immobilisierung, desto mehr muß die Wärme von außen dem Muskel eine Betriebstemperatur ermöglichen, die einen optimalen Bewegungsablauf garantiert. Was der Sportler durch "Warmlaufen", d.h. also durch Eigenbewegung an Muskelwärme erzeugt, das muß bei erkrankten Menschen von außen zugeführt werden, um dieselben Voraussetzungen für Bewegungsabläufe zu schaffen. Ein zweiter wesentlicher Punkt bei Bewegungsbädern ist die Verstellung der Bodenplatte. Der hydrostatische Druck ist ubiquitär und an der Oberfläche als Auftrieb meßbar. So haben kleinere Bewegungsbecken mit einem Hubboden eine maximale Wassertiefe von ca 2 m. Der Hubboden kann jedoch die Eintauchtiefe der stehenden oder liegenden Patienten begrenzen. Hierbei ist zu bemerken, daß z.B. 12 cm Wassersäule über den Extremitäten bzw. dem Thorax bereits dem venösen Innendruck entsprechen und somit für Herz-Kreislauf-Kranke, insbesondere mit Rechtsherz-Insuffizienz, nicht indiziert wären, wenn nicht durch die Verstellung des Hubbodens die Belastung variiert werden könnte. Da der Hubboden hydraulisch über einen Stempel bewegt wird, bedarf er der Abstandsrollen an den Wänden. Je nach finanzieller Ausstattung werden die Becken entweder in gefliester Ausführung, mit oder ohne Kunst-

stoffinnenauskleidung, oder aber in Ganzmetallausführung erstellt. Von hygienischen Aspekten heraus ist in jedem Falle dem Ganzmetallbecken der Vorzug zu geben. Bei den kunststoffausgekleideten Becken ist das Problem mit den Abstandshaltern und den Kanten bzw. Ecken des Hubbodens schon angesprochen worden. Bei geringer einseitiger Belastung oder Änderung der Abstandsrollen wird der Kunststoffbelag sehr leicht verletzt, so daß auch da Wasser eindringen kann und damit eine bakterielle oder mykotische Kontamination nicht auszuschließen ist.

Für die Behandlung der Patienten ist der Hubboden meistens mit Aufnahmeöffnung für Gehbarren oder Haltestangen geeignet. Die krankengymnastische Behandlung hat meist von außen bei den kleineren Bewegungsbecken zu erfolgen, so daß hier die Bewegungsbecken etwa mit einem 80 cm hohen und möglichst nicht über 25 cm breiten Sockel versehen sein sollen. In diesen Sockel kann man ebenfalls noch Hilfsgeräte, wie z.B. für Einzelbehandlung Bügel, bedarfsweise einstecken. Wichtig ist, daß für das Einbringen der Patienten nicht nur eine verankerbare Stufenleiter mit Handlauf gefordert wird, sondern auch für liegende Patienten ein Lifter, der das Einbringen und Herausheben der Patienten besorgen muß. Hierfür gibt es relativ viele Modelle. Leider sind die Tragengrößen nicht genormt, so daß sie auf die rollbaren Untersätze meist nicht passen und erst eine spezielle Abänderung erfahren müssen. Bewährt hat sich das Zwischenschalten einer Zugwaage zwischen dem Rollenzug und der Trage, um so beim Eintauchen dem Patienten und auch dem Behandler zu zeigen, um wieviel das Körpergewicht sich vermindert. Ein Problem stellt die Überlaufrinne dar. Durch das laute Ansaugeräusch war ein gewisser Störpegel neben der Lüftung fast unerträglich.

Für ängstliche Patienten, für Patienten, die durch ihre Erkrankungsart inkontinent für Stuhl und Urin werden, sowie für Schwerkranke kommt zunächst eine Behandlung in den sog. Schmetterlingswannen infrage, die zwar wegen des niedrigen Wasserstandes keinen Auftrieb erzeugen, aber immerhin die Übungen in einem warmen Milieu ermöglichen. Es empfiehlt sich hierbei, den Patienten auf der Liftertrage zu belassen. Bei schweren Patienten kann die Belastung zu einer Torsionstendenz in der Liftersäule führen. Die Schmetterlingswannen müssen ausgerüstet sein für Kalt- und Warmwasserzulauf, möglichst ohne direkte Körperberührung, sowie über eine Unterwasserdruckstrahl-Massageeinrichtung verfügen. Ferner sollten Thermometer die Auslauftemperatur messen können, sowie die aktuelle Temperatur im Gebrauchswasser selbst. Der Ablauf sollte, wenn möglich, fest installiert sein und nicht über einen Gully, da sonst das Handlungsumfeld meist beim schnellen Ablauf unter Wasser gesetzt wird. Auch hier ist

das Wannenmaterial unterschiedlich: entweder aus Kunststoff oder Emaille oder Ganzstahl. Auch hier wäre der rostfreien Stahlausführung der Vorzug zu geben, da sowohl an Kunststoff als auch an Emaillewannen Färbungen nicht auszuschließen sind. Der Zugang zu den Bewegungsbädern ist aus hygienischen Überlegungen als Saubergang gehalten. So müssen Patienten nach Durchschreiten einer Umkleidezone, wo sie auch ihre Kleidung in verschließbaren Schränken deponieren können, eine Reinigungsdusche betreten. Dort stehen Gummisandaletten, die desinfiziert werden, zur Verfügung. Ein leichter Bademantel sollte hier die Auskühlung verhindern. Für die Reinigungsduschen ist neben dem Haltegriff eine festinstallierte Seifenschale zu fordern, sowie mit Rücksicht auf gehbehinderte bzw. amputierte Patienten, ein festinstallierter Klappsessel aus rostfreiem Stahl oder ein rollbarer Patientenstuhl für diesen Zweck. Das setzt einen Mindestraumbedarf voraus, der auch ein allseitiges Reinigen und Sich-bewegen bei Gehbehinderten zuläßt. Dann sollte der Weg über den Saubergang zu den einzelnen Behandlungsbecken erfolgen.

Für das große Bewegungsbad ist ähnliches vorgesehen. Allerdings ist hier auf Forderung der Hygienekommission ein Durchschreitebecken vorgesetzt worden, das einen zwangsweisen Kontakt mit antimykotischer Lösung für die Füße vorsieht. Im übrigen ist der gesamte Bereich der Behandlungs- und Saubergangszonen mit einer Fußbodenheizung ausgestattet, um Temperaturdifferenzen bei direktem Kontakt zu vermeiden.

Für ein großes Bewegungsbad genügt eigentlich vom Behandlungsaufwand her eine Tiefe von 140 cm, da für den Betrieb eines Unterwasserbewegungsbeckens mit dieser Wassertiefe kein besonders ausgebildeter Schwimmeister gesetzlich gefordert wird, was jedoch bei größeren und tieferen Becken beachtet werden muß. Auch hier ist die Materialfrage je nach finanzieller Ausstattung vordergründig. So hat das große Bewegungsbecken z.B. im Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin eine Ganzstahlausführung erhalten. Hier in Hannover sowie im Klinikum Großhadern der Universität München besitzen eine geflieste Ausführung. Da große Bewegungsbecken meistens latent als Mehrzweckschwimmbecken gebaut werden, ist die Unterteilung in eine Nichtschwimmer- und Schwimmerzone notwendig. Überflüssig sind Startblöcke in einem Bewegungsbecken mit medizinischen Indikationen. Die Frage des Einbringens von Patienten durch einen Lift oder durch einen flachen Einstieg weist noch viele Probleme auf, genauso die Frage des Behandlungsganges an der Längs- oder Breitseite des Beckens. Um Gruppenbehandlungen durchführen zu können, sollte der behandelnde Kranken-

gymnast nicht mit ins Wasser gehen. Auch hierbei muß darauf geachtet werden, recht frühzeitig Haltegriffe einzuplanen, da sonst im großen Bewegungsbecken Patienten mit Erkrankungen des Bewegungsapparates nicht in speziellen Übungsgruppen behandelt werden können. Natürlich kann man sich mit Auftriebskörpern, Schwimmbrettern usw. helfen, jedoch schränkt das gerade die Gestaltung der Übungsmöglichkeiten ein. Die Frage des Überlaufs bleibt ebenfalls noch offen. Inwieweit sich nämlich die steilen Begrenzungen oder die flach verlaufenden Begrenzungen mehr bewähren, ist m.E. mehr eine Frage des Raumes, der um das Becken herum zur Verfügung steht. In einem Klinikum ist zu bedenken, daß sowohl Krankentransportstühle als auch Tragen an der Stirnwand hereingeführt werden müssen und deshalb für diese Patienten eine besondere Vorbereitungs- und Reinigungsschleuse vorhanden sein muß. Auch im großen Bewegungsbad hat in der Behandlungszone um das Becken herum und der Gang von der Reinigungsdusche nach der Umkleidung her als "Saubergang" zu gelten. Wir plädieren auch weiterhin für Bademützen, da aus hygienischen Gründen die Haare stets als potentielle Keimträger angesehen werden müssen und für die Filter ein mechanisches Hindernis bilden. Ein weiteres hygienisches Problem ist die Reinhaltung des Wassers durch die differenten Verfahren. Am preiswertesten wird immer noch die Chlorierung sein, die nur von ganz wenigen Personen mit einer Halogen-Allergie nicht toleriert wird. Eine fortlaufende Registrierung des pH-Wertes und Cl-Gehaltes sollte gewährleistet sein.

Der Bereich der Hydrotherapie wird von Masseuren und medizinischen Bademeistern versorgt. Hierzu gehören nicht nur die eigentlichen Bäder und sog. Güsse, sondern auch die Peloidtherapie, wie z. B. mineralhaltige Packungen als Fango oder mit Paraffinzusatz als Parafango und die mehr aus pflanzlichen Bestandteilen bestehenden Aufbereitungen. Der Sinn der Packung ist die Wärmeübertragung auf den Körper, wobei die Übertragungsschnelligkeit nicht nur vom Temperaturgradienten, sondern auch vom Material selbst her bestimmt wird. Diese Wärmetherapie ist notwendig, um z.B. vor Massagen das Gewebe zu erwärmen und damit aufzulockern, was besonders bei Muskeln notwendig ist.

Packungen werden als Teilpackungen oder Ganzpackungen abgegeben, haben aber natürlich bei der Therapie die gleichen Einschränkungen durch die Immobilisierung des Patienten und den notwendigen Wärmestau, so daß kreislaulabile Patienten davon ausgeschlossen werden. Es ist praktisch, zu je 2 Packungskabinen eine Reinigungsdusche zuzuordnen, die nur von den Behandlungsräumen zugänglich ist.

Wegen der Zuführung von warmem und kaltem Wasser sowie gasförmigen Stoffen wie z.B. CO₂ oder Preßluft, ferner der Ableitung der Brauchwässer, benötigen wir eine weitverzweigte und komplizierte Installation, die meistens unterhalb der Behandlungsebene angebracht ist. Im allgemeinen wird man baulmäßig die Hydrotherapie in die S-Ebene bzw. in das Untergeschoß legen, da der Raum darunter für Behandlung und Pflege wegen der zahlreichen Zu- und Ableitungen nicht anders benutzbar ist. Auf keinen Fall sollten darunter noch Therapie-Einheiten eingerichtet werden, da die Raumhöhe und das Schandensrisiko für den Patienten bei Undichtigkeit des Leitungssystems einkalkuliert werden müssen.

Die verschiedenen Bäder werden sich zweckmäßigerweise in unterschiedlichen Zonen zusammenfassen lassen. Am häufigsten wird im klinischen Bereich das hydrogalvanische Vollbad, das sog. Stangerbad, benutzt. Es benötigt eine spezielle Wanne mit 9 großen Elektrodenflächen an Stirn- und Seitenwand, ferner ein Bedienungspult mit el. Schaltmöglichkeiten und Regelung von Wasserzulaufentemperatur sowie Wasserdruck. Sog. Mehrzweckwannen sind dazu auch noch mit einer Temperaturregelung ausgestattet, die ein Überwärmungsbad gestattet, wobei ein externer Temperaturabnehmer die Signale vom Körper in die Meßeinheit speist. Da die Lagerung des Patienten meistens auf einem kleinen Liegegerüst erfolgt, müssen die Wannebreite und Wannenhöhe größer sein, um auch bei gewichtigeren Patienten eine direkte Berührung mit den Elektroden möglichst zu vermeiden. Auch hierbei hat sich der Zusatz einer Unterwasserdruckstrahlmassageeinrichtung bewährt. Diese Wannensoliten ebenfalls einen festen Anschluß für das Abwasser haben sowie, falls sie nicht auf Füßen stehen, einen eingezogenen Sockel besitzen. So kann der Behandler direkt an den Wannensrand treten, um an den Patienten heranzukommen und dabei die normale Fußstellung beizubehalten. Bei mehreren Behandlungseinheiten dieser Art empfiehlt es sich, einige mit einem Lifter auszustatten, da die Indikation für das Stangerbad ja eine entschmerzende (analgesierende) Behandlung sein soll, wobei das Gleichstromfeld in verschieden-polarer Schaltung eine Hypalgesie und das Wasser durch seine Temperatur eine Lockerung der Muskulatur erzeugt. Das Material ist auch hier bevorzugt Edelstahl oder Kunststoff. Der Raumbedarf für diese Wannens ist wesentlich größer, da der Zugang zum Patienten rund um die Wanne gewährleistet sein muß, ferner bei Umlagerung auf den Lift außerdem noch das Bett oder zumindest eine Trage in den Behandlungsraum eingefahren werden muß. Auch für diese Behandlung gilt das oben Gesagte, daß nur Patienten, die auch ein Vollbad vertragen können, hier behandelt werden können.

Wo dies nicht der Fall ist, wo z.B. der hydrostatische Druck verringert werden soll, oder im ambulanten Bereich die volle Wannenfüllung von 600 l nicht opportun erscheint, kann man zum sog. Vierzellenbad übergehen, das ähnliche Schaltmöglichkeiten bietet, aber wo jede Extremität einzeln zwischen zwei Elektroden ruht. Die Indikationen sind die gleichen wie beim Stangerbad. Auch hier ergaben sich immer wieder Probleme mit dem raschen Ablauf, der oft nicht begrenzt genug ausgeführt werden konnte. Ferner war eine zweite Schwachstelle die Stromzuführung.

Ähnliche Probleme hatten wir bei den Arm- und Fußbädern, insbesondere beim aufsteigenden Wasserbad, wo durch Thermostate eine gewisse Wärmeregulierung in der Arm- bzw. Beinwanne vorhanden sein soll. Selbstverständlich müssen hier überall Notzugschalter für eine Alarm-Signal-Anlage vorhanden sein. Um bei der Indikation von ansteigenden Armbädern z.B. gerade kreislaufgefährdete Patienten nicht noch zusätzlich zu belasten, müssen die Armbannen so angeordnet sein, daß der Patient rückwärts liegend eingefahren werden kann. Die bisherige Anordnung mit den Arm-Wannenbädern von vorn bringt ein Zusammenpressen des Brustkorbes mit sich und dadurch eine Erhöhung des intrathorakalen Druckes.

Bei den sog. medizinischen Bädern spielen die Vielzweckverwendungen eine größere Rolle, so daß sowohl ein Luftsprudelbad als auch eine Unterwasserdruckstrahlmassage hierbei möglich sein sollte. Ideal wäre auch die Zuführung von CO_2 für ein CO_2 -Naßbad. Die Kombination von Wannen, z.B. die erwähnte CO_2 -Gasbadewanne und CO_2 -Naßwanne, bringt Probleme mit sich, da das CO_2 nicht vom Patienten eingeatmet werden soll, um nicht in eine Narkose überzuleiten. Noch unbefriedigend sind insbesondere beim CO_2 -Gasbad die Verteilung, da das CO_2 -Gas sich der Schwere nach aufschichtet und die Konzentrationsverhältnisse in den verschiedenen Tiefenlagen am Körper recht unterschiedlich sind. Es hat sich aber gezeigt, daß eine Konzentration, die gleichmäßig mindestens 70 % betragen soll, ein Optimum darstellt. Eine höhere Konzentration bringt noch weitere Vorteile. Behelfsmäßig wurde experimentiert mit einem Turbinenlüfter, der gleichzeitig das CO_2 auch aufwärmt, um eine optimale Konzentration zu erreichen.

Eine Rundumdusche sollte als Ergänzung für hautstimulierende Maßnahmen in einer größeren Abteilung ebenfalls vorhanden sein. Hier wie auch bei dem später zu beschreibenden Duschkatheter wird das Spritzwasser in der Sauberhaltung dieser Zone die meisten Probleme bereiten. So hatten wir damit stets Kummer, da

sich das Wasser im Gang ansammelte und eine Zwischenreinigung fast illusorisch machte. Bei den sog. Kneipp'schen Duschkathetern sollte der Temperatur- und der Druckwechsel recht rasch erfolgen. Ein Hauptproblem ist aber die Parallelführung von Warm- und Kaltwasserleitungen, so daß selbst beim kalten Blitzguß das Wasser selten unter 12° Temperatur, selbst bei längerem Abfließen, zu bekommen ist. Das zweite Problem neben dem Spritzwasser ist das durch Reflexion in den Raum abgegebene Wasser, was durch die Aufrichtung von Prall- und Schutzwänden bzw. Befliesung der Schutzwände vermieden werden muß.

Als letztes sei noch der Wassertretgraben genannt, der möglichst eine Bodenschüttung von großen Kieselsteinen haben sollte, da das Wassertreten auf ungleichen Grund nicht nur die Beinmuskulatur, sondern auch deren Durchblutung fördert. Ideal wären 2 parallele Gräben mit unterschiedlichen Temperaturen. Doch wird dieser Aufwand wahrscheinlich nur in Kurbädern durchzuführen sein.

Abschließend sei noch ein wesentlicher Unterschied genannt. Dalncotherapie-tische Maßnahmen sind nur in anerkannten Kurbädern möglich. Sie gründen sich auf ortsgebundene Heilmittel, z.B. Wasser bestimmter Temperatur mit einem Mindestaustritt z.B. bei Thermen von 20° oder deren Zusammensetzung und Inhalt von mineralischen Bestandteilen bzw. gasförmigen Anteilen oder durch vorhandene Schlamm-, Moor-, Fango- und ähnlichen Vorkommen.

Literatur:

Handbuch der Physikalischen Therapie, Hsg. v. J. Grober u. F. E. Stieve
Ed. I - IV C. Fischer-Verlag, Stuttgart 1968

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr.med. Dr.rer.nat. E.A. Zysno, MD Dr.med. Ch. Micha,
Abteilung Physikalische Medizin und Rehabilitation, Zentrum Radiologie, der Medizinischen Hochschule Hannover, Karl Niechert-Allee 9, 3000 Hannover 61

Sanitärtechnik in der physikalischen Therapie

H. Feurich, Berlin

Die physikalische Therapie - die Heilbehandlung mit physikalischen Mitteln - betrifft mit den dafür benötigten Einrichtungen und Betriebsstoffen einen besonderen Aufgabenbereich der Sanitärtechnik. Umfang und Gliederung medizinischer Badebetriebe und physikalisch-therapeutischer Abteilungen in Krankenanstalten, deren Ausstattung mit Betriebseinrichtungen und den entsprechenden Ver- und Entsorgungsanlagen, werden dabei wesentlich vom allgemeinen oder speziellen Behandlungsbereich beeinflusst. Voraussetzung für die Planung ist die Erarbeitung eines ausführlichen Raum- und Ausstattungsprogramms durch die mit der Planung und mit der Nutzung der Anlagen betrauten Personen und Gruppen. Der vorliegende Beitrag geht in diesem Zusammenhang auf grundlegende Fragen der nutzungsbezogenen Gliederung, des Raumbedarfs und der Einbaumaße von Betriebseinrichtungen sowie auf für die Ausführung wichtige Installationseinzelheiten ein.

1. Gliederung, Nutzung und Raumbedarf

Physikalisch-therapeutische Einrichtungen sind aus wirtschaftlichen Gründen - Betrieb und Wartung durch geschultes Personal, rationelle Behandlungsfolge, Behandlung stationärer und ambulanter Patienten, zentrale Behandlungs- und Buchführung, desgleichen Wäscheausgabe, rationelle Versorgung mit Betriebsstoffen, zentrale Energieversorgung; aus technischen Gründen - zentrale Wasser- und Wärmeversorgung, Badewasseraufbereitung, Abwasserbeseitigung, Heizung, Lüftung, Rohrinstallation; und aus medizinischen Gründen - Beaufsichtigung und Überwachung der Behandlung, Gewährleistung gleicher Anwendung; in zentralen Abteilungen unterzubringen. Die Lage ist im Eingangsgeschoß (Erdgeschoß) am günstigsten - stufenloser Zugang, Installationsraum für Rohrleitungen an Decke Untergeschoß, kürzeste Leitungswege, Bewegungs- und Schwimmbecken hängen je nach Beckentiefe mehr oder weniger in das Untergeschoß hinein. Liegt die

hydrotherapeutische Abteilung in einem Obergeschoß, dann bedeutet dies eine Einschränkung auf Nutzung der Räume unterhalb der Becken.

Schema-Skizzen, nach den Arbeits- und Behandlungsabläufen aufgestellt, zeigen die funktionelle Zuordnung der verschiedenen Behandlungseinheiten und Nebenräume. Sie schaffen die Grundlage für die bauliche und einrichtungsmäßige Durchbildung. Ausgehend von der Bade- und Behandlungsfolge ergibt sich die räumliche Gliederung. Bild 1 zeigt als Beispiel das Behandlungsschema einer Schwitzbadeabteilung, Bild 2 das danach entworfene Raum- und Organisationsschema [1, 2]. In Bild 3 ist das Schema der Raumordnung einer physikalisch-therapeutischen Abteilung dargestellt.

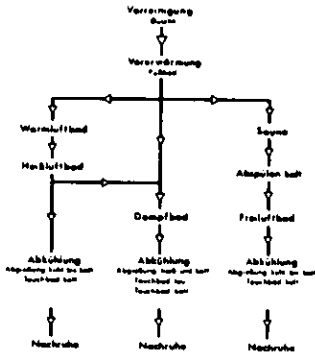


Bild 1 Behandlungsschema einer Schwitzbadeabteilung mit Warmluft-Heißluftbad (1), Dampfbad (2), Kombination Warmluft-Heißluft-Dampfbad (1 u. 2), Sauna (3) [2]

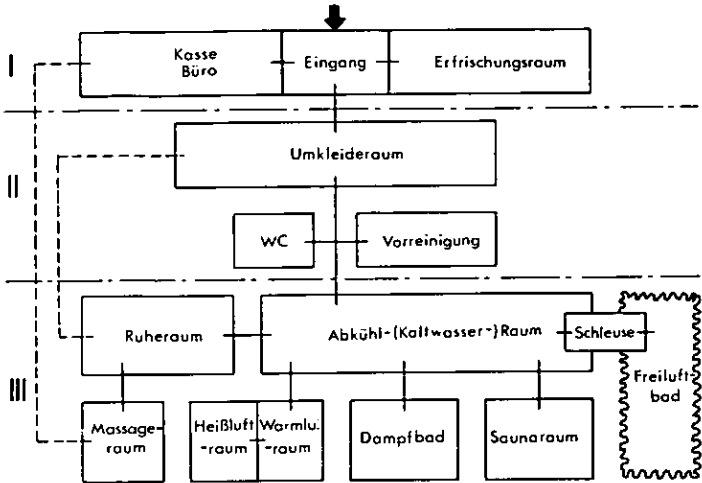


Bild 2 Raum- und Organisationsschema einer Schwitzbade-
 abteilung [1, 2]
 I Vorräume, II Vorbereitungsräume, III Funktionsräume

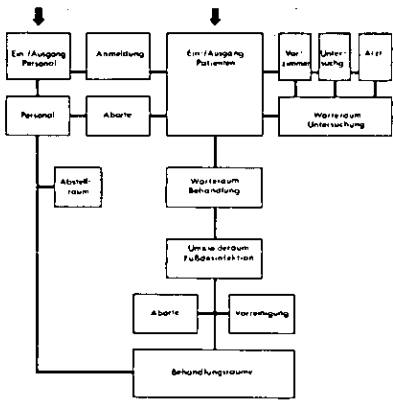


Bild 3 Raum- und Organisationsschema einer physikalisch-
 therapeutischen Abteilung mit den Raumgruppen
 Untersuchung, Behandlung und Personal [2]

Die Gliederung muß eine nach Geschlechtern getrennte Benutzung gestatten. Von ärztlicher Seite wird außerdem die Möglichkeit der jederzeitigen Behandlung von stationären und ambulanten Patienten gefordert. Die Ideallösung zur Erfüllung dieser Forderungen besteht ohne Zweifel in nach Geschlechtern getrennten Abteilungen. Diese Lösung wird infolge des großen Raumbedarfs und der damit verbundenen hohen Baukosten selbst bei großen Anstalten nur in Ausnahmefällen in Frage kommen. In der Mehrzahl wird man mit einer Abteilung auskommen müssen. Getrennte Nutzungszeiten für Frauen und Männer beeinträchtigen die Auslastung und damit eine wirtschaftliche Betriebsweise. Die Anzahl der geschlechtlich zu trennenden Behandlungsfälle stimmt nun einmal nicht mit einer starren Zeittrennung überein. An die Behandlungsfälle bei gleichzeitiger Behandlung beider Geschlechter anpaßbar ist dagegen die Gliederung einer Abteilung in für sich abgeschlossene Behandlungsgruppen mit einer oder nur wenigen Behandlungseinheiten [3]. Zu einer solchen Behandlungsgruppe gehören ein bis zwei Behandlungszellen, Umkleidezellen, Ruhezellen und Aborte. Die Bilder 4 und 5 zeigen entsprechende Grundrißbeispiele. Damit bei guter Organisation eine größtmögliche Nutzung erreicht werden kann, müssen für Anwendungen mit Nachruhe je Behandlungseinheit 2 Ruhebetten und zwei Umkleidezellen vorhanden sein. Bei Anwendungen ohne Nachruhe sind für 2 Behandlungseinheiten mindestens 3 Umkleidezellen erforderlich. Die Ruhezellen können gleichzeitig als Massagezellen benutzt werden. Die Anordnung erfolgt ein- oder beidseitig eines Zugangs- und Bedienungsflurs. Für die jeweilige Benutzung durch Patienten gleichen Geschlechts genügt die Angliederung einer WC-Anlage. Sollen Patienten in beliebiger Reihenfolge behandelt werden, dann ist jeder Umkleide- und Ruhezone eine WC-Anlage zuzuordnen.

Die Behandlungsgruppe in Bild 5 besitzt einen vom Personal zu benutzenden Bedienungsflur zwischen Behandlungszellen und Umkleide-Ruhezellen, der die Übersehbarkeit einer Abteilung trotz Gruppenunterteilung gewährleistet. Die Anordnung der Behandlungsgruppen ist auch hier ein- oder beidsei-

seitig eines von den Patienten zu benutzenden Zugangsflurs möglich. Die Behandlungsgruppe besteht aus 2 Behandlungszellen für ein medizinisches Bad und für Massage, 3 Umkleide- und Ruhezellen, einer Reinigungsbrause und einer WC-Anlage. An Stelle der Massagezelle kann auch ein zweites medizinisches Bad vorgesehen werden; auf die Reinigungsbrause kann gegebenenfalls verzichtet werden. Die Umkleide- und Ruhezellen können gleichzeitig der Massage dienen. Es bleibt dem Einzelfall überlassen, eine den jeweiligen Anforderungen günstige Gliederung zu finden.

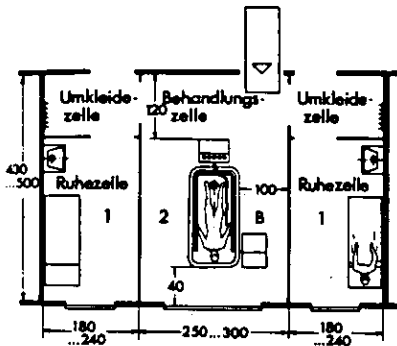
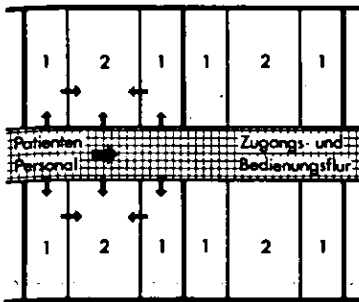


Bild 4 Behandlungsgruppe mit einer Behandlungszelle, zwei Umkleide- und Ruhezellen; Anordnung beidseitig an einem Zugangs- und Bedienungsflur [2]

1 Umkleide- und Ruhezelle, 2 Behandlungszelle, B Bedienungsplatz .

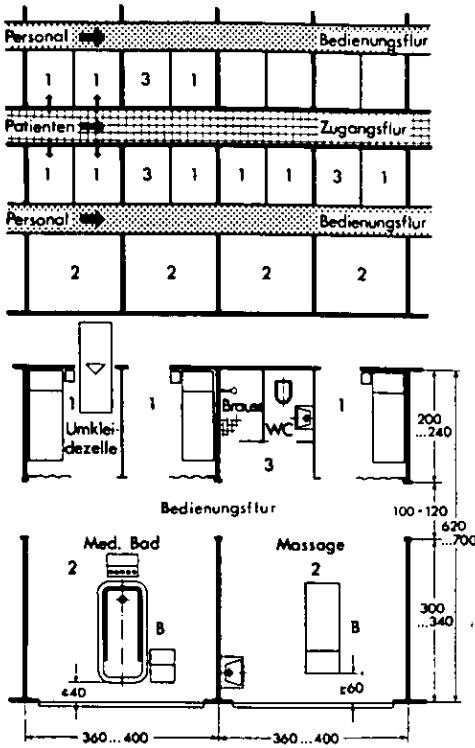


Bild 5 Behandlungsgruppe mit zwei Behandlungszellen, drei Umkleide- und Ruhezellen, Brausekabine und WC-Kabine mit Bedienungsflur; Anordnung beidseitig an einem Zugangsflur [2]
 1 Umkleide- und Ruhezelle, 2 Behandlungszelle, 3 Brause- und WC-Kabine, B Bedienungsplatz

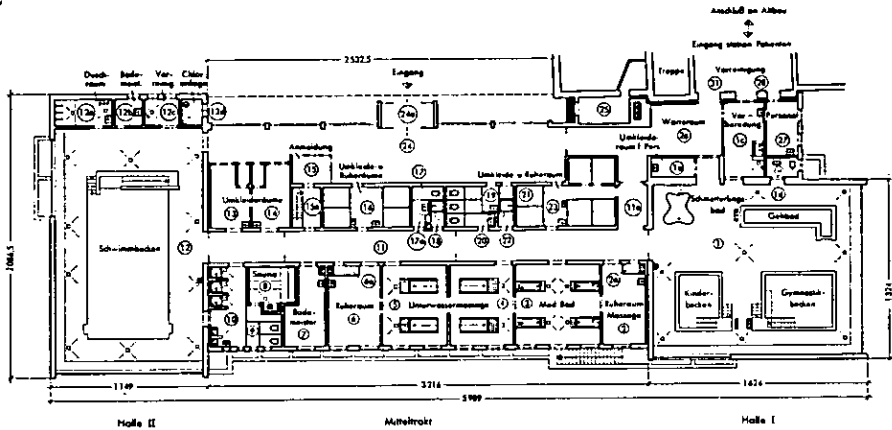


Bild 6 Erdgeschoßgrundriß der hydrotherapeutischen Abteilung des Oskar-Helene-Heimes Berlin [4]

Die in Bild 6 dargestellte hydrotherapeutische Abteilung des Oskar-Helene-Heimes Berlin zeigt eine entsprechende Unterteilung in abgeschlossene Behandlungsgruppen [2]. Großräume für Schwimmbecken und Bewegungsbäder wurden als Sondergruppen zweckmäßig in Kopfbauten untergebracht. Der Zugang erfolgt für ambulante Patienten von außen in eine Eingangshalle, die gleichzeitig Warteraum ist. Über die Anmeldung werden sie in die Umkleideräume (13), (14), (16) und (23) und von dort auf die zugeordneten Behandlungsgruppen verteilt. Vor der Behandlung können die Reinigungsbrausen (18) und (22) am Bedienungsflur benutzt werden. Stationäre Patienten erreichen die Behandlungsgruppen über einen Anschluß an das Stationsgebäude des Altbaues, gegebenenfalls über die Vorreinigung (1c) und den Warteraum (26). Für entkleidete Patienten stehen mehrere WC-Räume in Nähe der Behandlungsgruppen zur Verfügung.

Der Raum- und Flächenbedarf von Behandlungseinheiten resultiert aus dem Mindest-Platzbedarf der gewählten Behandlungsräume mit ihren Einrichtungen, den erforderlichen Wasch- und WC-Anlagen, der Erschließungszone und den Aufenthalts-

räumen für Patienten und Personal. Eine kombinierte Nutzung der einzelnen Behandlungsräume, z. B. durch Verwendung einer Kombinations-Wannenanlage für Unterwassermassage und elektrogalvanische Bäder, sollte aus wirtschaftlichen Erwägungen berücksichtigt werden. Beispiele für den Mindest-Platzbedarf von Behandlungsräumen zeigt Bild 7.

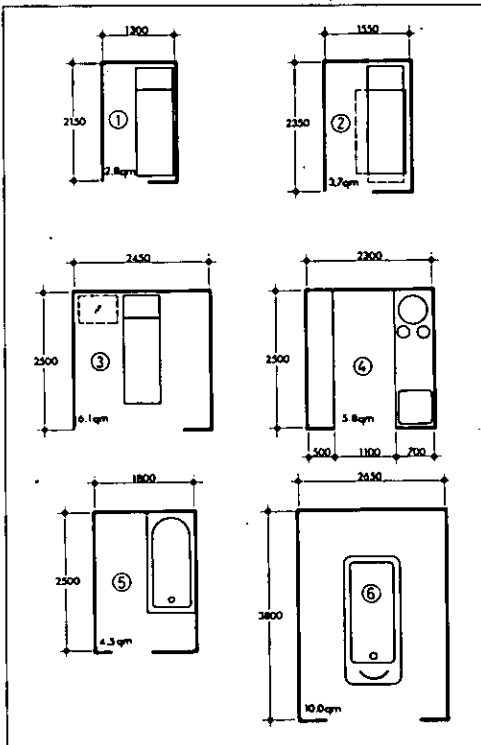


Bild 7 Mindest-Flächenbedarf für Therapie-Räume

- 1 Ruhe- und Umkleidekabine, 2 Packungskabine,
- 3 Massagekabine, gleichzeitig Elektrotherapiekabine,
- 4 Packungsküche, 5 Wannenkabine, 6 Unterwassermassagekabine [2]

Beispiele für Anordnung und Aufstellung von Großraumwannen für Unterwassermassage und Elektrobäder sind in Bild 8 und 9 dargestellt. Das fahrbare Unterwassermassage-Aggregat in Bild 8 hat die Ausgangsstellung auf der Schmalseite am Fußende der Wanne, damit die Zugänglichkeit für den Patienten von der Bedienungsseite über eine Einstiegtreppe unbehindert möglich ist. Während der Behandlung wird das Aggregat für eine bequeme Bedienung durch den Behandelnden auf die Längsseite gerückt. Die Anordnung einer Großraumwanne mit Bedienungspult für Unterwassermassage am Fußende kann nach Bild 9.1 mit eingangsseitig und nach Bild 9.2 mit wandseitig liegendem Bedienungspult erfolgen.

Bei der Anordnung der Einrichtungen soll nach Möglichkeit beachtet werden, daß der Eingang zum Raum im Blickfeld des Patienten liegt, damit er nicht durch unbemerktes Herantreten von Personen erschreckt werden kann. Der Patient sollte auch nicht gegen ein Fenster blicken müssen, da der Lichteinfall blendet. Bei der Unterwassermassage, beim Bewegungs- und Bürstenbad, ist die Stellung des Behandelnden mit Blick gegen ein Fenster zu vermeiden. Die Lichtspiegelung im bewegten Wannenwasser wirkt auf die Dauer irritierend und kann zu Kopfschmerzen führen. Die Spiegelung ist auch nicht durch hochliegende Fenster oder Milchglasscheiben zu verhindern. Liegt die Bedienungsseite bei Parallelstellung der Wannenlängsseite zur Fensterfront zwischen Wanne und Fenster, dann entfällt zwar der Nachteil der Lichtspiegelung, jedoch ist das Arbeiten im eigenen Schatten störend. Für künstliche Lichtquellen gelten die gleichen Voraussetzungen. Die richtige Anordnung der Wanne geschieht mit dem Kopfende zum Fenster bzw. zur Lichtquelle.

Bei der Anordnung der Einrichtungen ist der Transport behinderter Patienten mittels Liege und Hebevorrichtung zu berücksichtigen (Bilder 10 u. 11). Auszugehen ist von der Hilfestellung leistenden Person, die den Patienten mit der linken Hand am Kopf stützt bzw. trägt. Für die hauptsächliche Bedienungsseite gilt die gleiche Stellung zum Kopfende der Einrichtung.

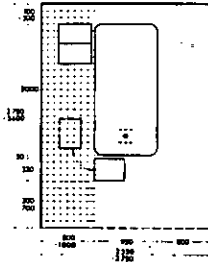


Bild 8 Anordnung von Großbrauwannen 2000 x 950 mm
mit fahrbarem Unterwassermassage-Aggregat

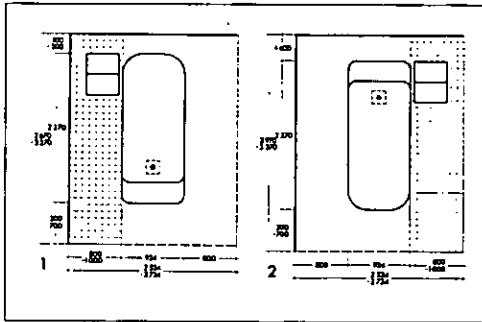


Bild 9 Anordnung von Unterwassermassage- und Kombinations-
anlagen mit Bedienungspult
1 eingangsseitig, 2 wandseitig angeordnet

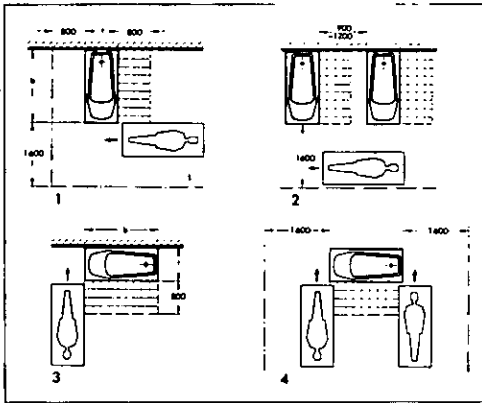


Bild 10 Raumbedarf und Anordnung von Badewannen bei Transport liegender Patienten [2]

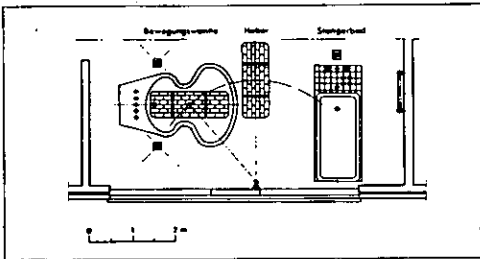


Bild 11 Behandlungsraum mit Bewegungswanne, Stangerbad und Hebevorrichtung mit Liegebett [2]

Gymnastik-, Bewegungs- und Schwimmbecken zur hydrotherapeutischen Bewegungsbehandlung sind nach den jeweiligen Anforderungen für die gleichzeitige Behandlung mehrerer Patienten zu bemessen. Zur Behandlung einer Person soll eine Wasserfläche von mindestens 4 m² vorhanden sein. Die Becken-Mindestabmessungen sollen 3 m x 4 m betragen, so daß eine Gruppe von 3 Personen gleichzeitig behandelt werden kann. Empfohlen wird eine Beckengröße von mindestens 4 m x 8 m (Bild 12), um ausreichenden Schwimmraum zu haben. Größere Becken werden in den Abmessungen 5 m x 10 m, 6 m x 12,5 m und 8 m x 16,66 m ausgeführt. Es sei in diesem Zusammenhang auf die "Baurichtlinien für medizinische Bäder" [5] verwiesen.

Das in den Fußboden eingelassene Bewegungsbecken (Bild 13) erfordert, daß der Bademeister sich mit dem Patienten im Wasser befindet. Das ist für den Bademeister bei einer mehrstündigen Arbeitszeit recht anstrengend. Die Anordnung eines trockenen Bedienungsganges auf einer Beckenlängsseite schränkt die Tätigkeitsdauer des Bademeisters im Wasser ein. Wichtig ist dabei allerdings, daß die Brüstung zwischen Becken und Bedienungsgang schmal ist (möglichst nicht breiter als 25 cm). Auf eine Überlaufrinne muß daher an dieser Seite verzichtet werden, da ihre Bautiefe eine breitere Brüstung ergibt. Eine andere Lösung besteht darin, daß Becken nur teilweise in den Fußboden einzulassen. Dabei muß die über den Fußboden hinausragende Brüstung eine gute Bedienbarkeit von außen gestatten. Die Höhe über Oberkante Fußboden soll etwa 70 bis 90 cm betragen. Wichtig für eine gute Bedienbarkeit von außen ist außerdem ein hoher Wasserspiegel etwa 10 cm bis 14 cm unter dem Beckenrand.

Ein Beckenrand auf Sitzhöhe über Oberkante Fußboden erleichtert den Einstieg für Rollstuhlbenutzer. Als Bezugsmaß ist die Sitzhöhe des Krankenfahrzeuges zugrunde zu legen, die 50 cm bis 56 cm beträgt. Für Behinderte kann der Zugang zum Becken auch über eine im Nichtschwimmerteil eingebaute Rutsche erfolgen. Ein Hebezug oder eine Hebevorrichtung mit Liegebett oder Sitzstuhl ist für stark behinderte Patienten vorzusehen.

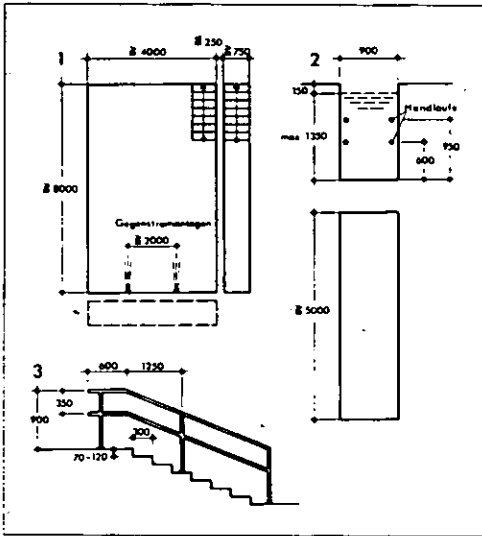


Bild 12 Anordnungsbeispiele für Bewegungsbecken und Gehbecken [2]

- 1 Bewegungsbecken und Behandlungsgang,
- 2 Gehbecken,
- 3 Treppe mit Handlauf

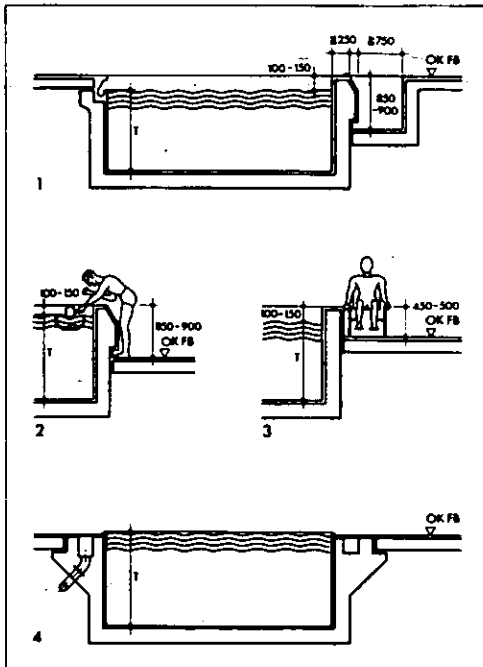


Bild 13 Bewegungsbecken im Schnitt. [2]

- 1 Becken bodengleich eingelassen mit Überlauf-
rinne und Behandlungs-
gang,
- 2 Beckenrand über OK FB
und Behandlung von au-
ßerhalb stehendem Per-
sonal,
- 3 Beckenrand auf Sitzhöhe
für Rollstuhlbenutzer,
- 4 Becken bodengleich ein-
gelassen bei hochlie-
gendem Wasserspiegel
und umlaufender Überflutungs-
rinne

T Wassertiefe

2. Einbaumaße

Die Einbaumaße der Betriebseinrichtungen sind auf die Körpermaße der Benutzenden (Patienten) und der Behandelnden abzustimmen, wobei natürlich nur Mittelmaße zugrunde gelegt werden können. Es ist von Fall zu Fall zu prüfen, ob die Benutzung durch den Patienten oder die Stellung des Behandelnden für die Beurteilung Vorrang hat.

Badewannen-Einbauhöhe nach der günstigsten Einsteighöhe

Badewannen, in denen Anwendungen ohne manuelle Behandlung durchgeführt werden, erleichtern mit einer niedrigen Einbauhöhe das Einsteigen (Bild 14). Eine größere Wannentiefe als Einbauhöhe bedeutet allerdings eine Erschwerung für das Hinab- und Aussteigen. Einbauhöhe und Wannentiefe sollten daher nicht wesentlich voneinander abweichen. Eine verhältnismäßig bequeme Benutzung besteht bei Fußboden- und Wannenbodengleichheit.

Badewannen-Einbauhöhe nach der günstigsten Behandlungshöhe

Badewannen und Bewegungsbecken, in denen der Benutzende von einer außerhalb der Wanne bzw. des Beckens stehenden Person behandelt wird, sind mit ihrem Rand auf die günstigste Behandlungshöhe einzurichten. Maßgebend ist die vorteilhafteste Arbeitsstellung der behandelnden Person für das Abstützen auf dem Rand (Bild 15). Eine gebückte Stellung ist zu vermeiden, da mit zunehmender Beugung des Oberkörpers der Kraft- und Arbeitsaufwand größer wird. Die günstigste Stellung ergibt sich für das Abstützen mit der untersten Rippe auf dem Wannen- bzw. Beckenrand. Bei der leicht gebeugten Arbeitsstellung kann als Stützhöhe die Nabelhöhe angenommen werden. Die Breite des Wannen- bzw. Beckenrandes ist insofern zu berücksichtigen, als das Hinüberbeugen die Behandlungshöhe einschränkt. Die Sohlendicke der Schuhe vergrößert dagegen die Behandlungshöhe. Für medizinische Bäder, Unterwassermassageanlagen, Bewegungsbecken und Bürstenbäder kann die Behandlungshöhe mit 850 mm bis 950 mm angenommen werden.

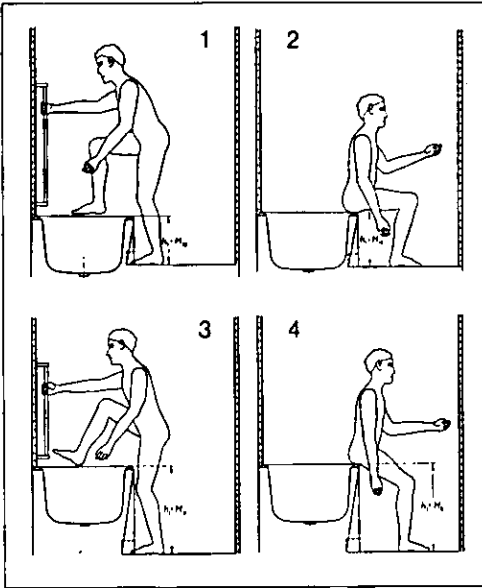


Bild 14 Badewannenbenutzung und Einbauhöhe [2]

- 1 minimale Einbauhöhe entsprechend der Fußhöhe bei rechtwinklig angehobenem Bein,
- 2 Einbauhöhe entsprechend der Sitzhöhe,
- 3 maximale Einbauhöhe entsprechend der Fingerhöhe der hängenden Hand,
- 4 Einbauhöhe wie 3 bei Benutzung auf dem Wannenrand sitzend

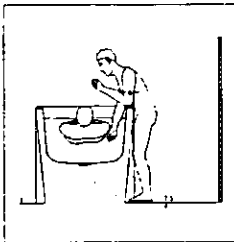


Bild 15 Einbauhöhe entsprechend der Behandlungshöhe [2]

3. Installationseinzelheiten

Die Ausführung der Gas-, Wasser-, Abwasser- und Elektro-Installation muß bereits in der Planung hinsichtlich des Standortes der Betriebseinrichtungen, der Anschlußwerte, der Anschlußmaße und der Leitungsführung festgelegt werden. Die Aufgabenstellung betrifft dabei neben der Zweckbestimmung gestalterische Anforderungen, die für Sanitärräume mit keramischem Wand- und Fußbodenbelag vorrangig für das symmetrische Einrichten von Sanitärgegenständen und Sanitärarmaturen zum Fugenraster (Bild 16) gelten.

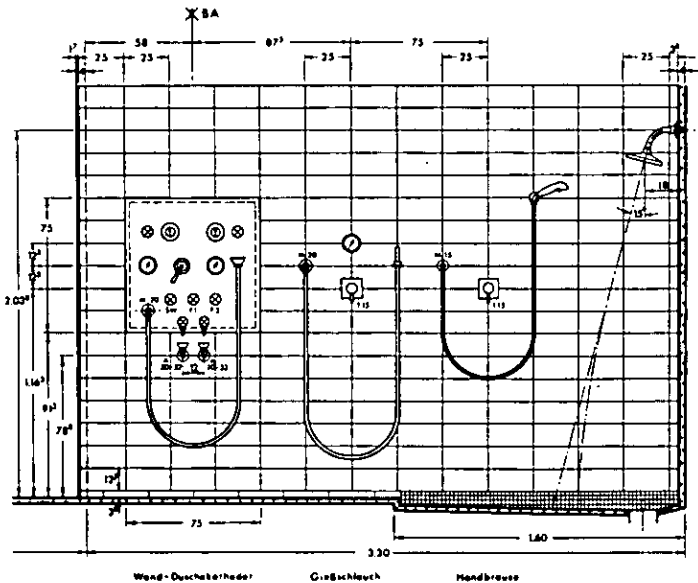


Bild 16 Platten-Installationszeichnung einer Wand mit Wand-Duschkatheder, Gießschlauch, Handbrause und Ferndusche [2]

Die Leitungsführung innerhalb von Wänden, die sogenannte Unterputzinstallation, ist nach den Anforderungen an die Standfestigkeit der Bauteile, an den Schall-, Wärme- und Feuchtigkeitsschutz unproblematisch und vergleichsweise rationell als Vorwandinstallation auszuführen. Die Möglichkeiten der Vorwandinstallation bestehen in der Leitungsverlegung auf der Rohbauwand ohne und mit Montagegerüsten oder mit Installationsbausteinen und abschließender Aus- oder Vormauerung (Aufdoppelung) oder Verkleidung. Bild 17 zeigt das Beispiel einer Vorwandinstallation mit Befestigungselementen für ein Wandklosett.

Vormauerung

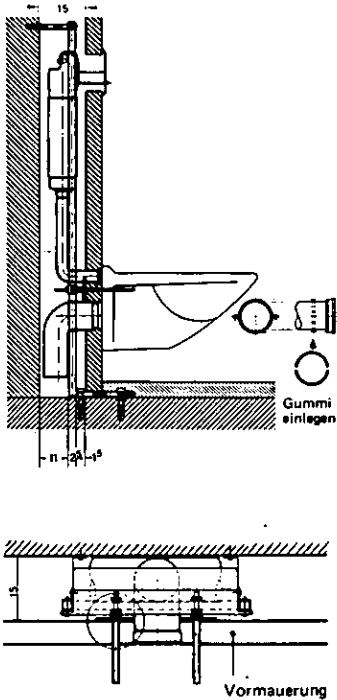


Bild 17 Vorwandinstallation mit Montagefix-Befestigungselementen und Vormauerung für ein Wandklosett mit Wandeinbauspülkasten
(Bild: Geberit GmbH, Pfullendorf)

Besondere Aufmerksamkeit ist der Ausführung von Abdichtungen bei Wasserbecken und in Naßräumen zu schenken. Fehlerquellen bilden vor allem die Anschlußpunkte der Abdichtungen, Durchdringungen, Rohrdurchführungen, der Einbau von Abläufen und Dehnungsfugen.

Abläufe zur Ableitung von Abwasser sind entsprechend der Nutzungsart und des Decken- bzw. Bodenaufbaues auszuwählen. Der Einbau muß so erfolgen, daß die Oberfläche des festen Klebeflansches in der gleichen Ebene wie die Abdichtungsfläche liegt (Bild 18). Die Abdichtung muß mit Gefälle, das mindestens 1,5% betragen sollte, zum Klebeflansch verlegt werden, damit auf der Dichtung sich sammelndes Sickerwasser abfließen kann. Das Sickerwasser kann dann über Sickeröffnungen in den Ablauf gelangen.

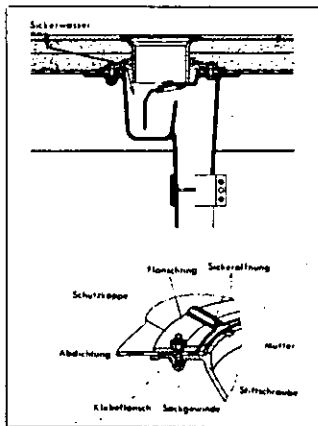


Bild 18 Einbaubeispiel Deckenablauf DN 70 mit Anschluß der Abdichtung zwischen festem Klebeflansch und losem Flanschring (Bild: Passavant-Werke, Aarbergen)

Rohrdurchführungen durch Abdichtungen sind nach DIN 4122 mit Mantelrohren (Schutzrohr) und Anschluß mittels Fest- und Losflansch herzustellen (Bild 19). Bei nebeneinanderliegenden Rohren können die Mantelrohre in einem gemeinsamen, rechteckigen Festflansch untergebracht werden.

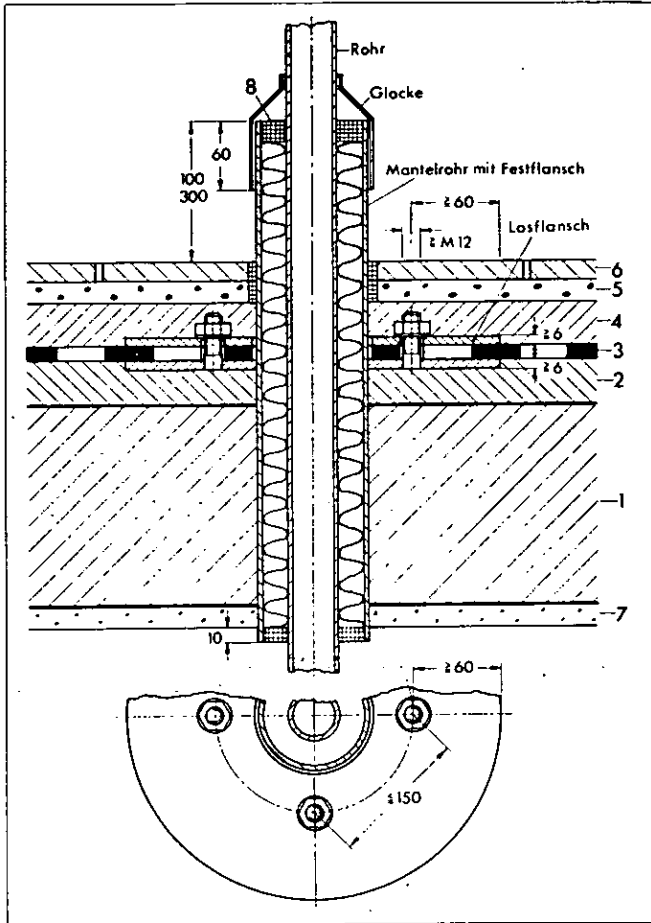


Bild 19 Rohrdurchführung einer isolierten Rohrleitung mit Anschluß an die Abdichtung nach DIN 4122; Flanschdicke ≥ 6 mm, Flanschbreite ≥ 60 mm, Schraubendicke $\geq M 12$, Schraubenabstand ≤ 150 mm [6].
1 Betondecke, 2 Gefälleestrich, 3 Abdichtung, 4 Schutzeestrich, 5 Mörtelbett, 6 Bodenfliesen, 7 Deckenputz, 8 dauerelastischer Kitt

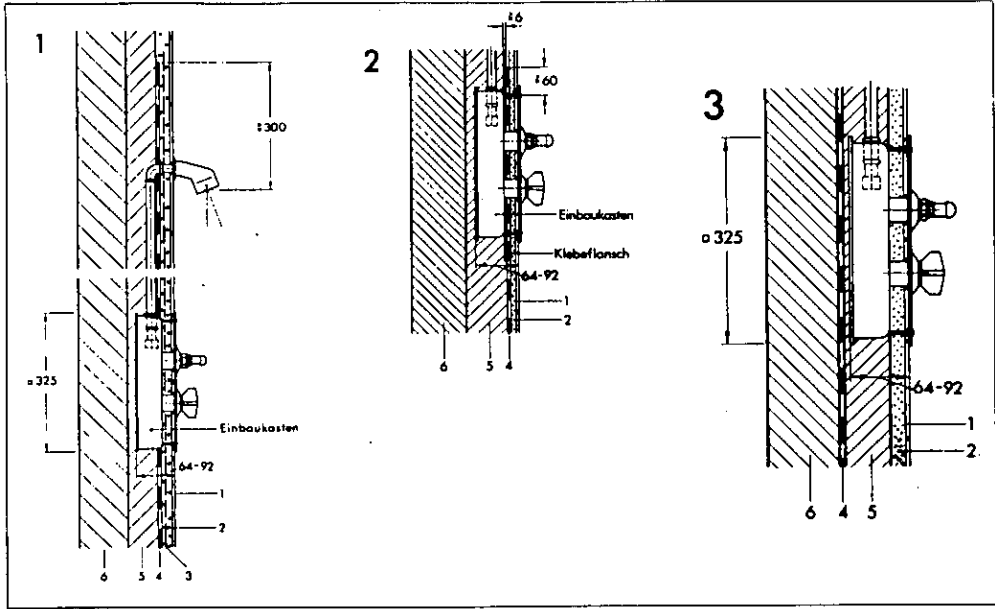


Bild 20 Abdichtungsausführungen bei einer Brausearmatur mit Einbaukasten innerhalb einer Wand mit Vormauerung [6]
1 Wandfliese, 2 Mörtelbett, 3 Putzträger, 4 Abdichtung, 5 Vormauerung, 6 Rohbauwand

- 1 Abdichtung auf der Vormauerung an den Einbaukasten anschließend;
- 2 Abdichtung auf der Vormauerung an den Klebeflansch des Einbaukastens anschließend;
- 3 Abdichtung zwischen Rohbauwand und Vormauerung fest eingebettet; Einbaukasten und Rohrinstallation innerhalb der Vormauerung

Rohrleitungen in Wänden müssen einerseits eine ausreichende Überdeckung erhalten, andererseits ist bei Wandeinbauarmaturen die Einbautiefe begrenzt. Durch Abdichtung, Mörtelträger und Schutzschichten zur Wärme- und Schalldämmung wird die Auftragsdicke des Wandbelages und damit die Einbautiefe der Rohrinstallation größer, weshalb das Einbaudetail in der Ausführungsplanung zu erarbeiten ist. Wichtig ist, daß Wandabdichtungen an durchführende Armaturenanschlüsse, Wandeinbauarmaturen und Wandeinbaukästen wasserdicht abgeschlossen werden. Verschiedene Ausführungsmöglichkeiten sind in Bild 20 dargestellt. Zu empfehlen sind an den Durchführungen Klebeflansche mit einer Flanschbreite von mindestens 60 mm. Der Klebeflansch, der übrigens für Wandeinbauarmaturen nicht handelsüblich geliefert wird, ist so anzubringen, daß die Abdichtung hohlraumfrei zur Abdichtungsfläche herangeführt werden kann. Dabei muß die Oberfläche des festen Flansches in der Ebene der angrenzenden Abdichtungsfläche liegen.

Oberingenieur Hugo Feurich
Münchener Straße 35
1000 Berlin 28

- [1] W. Fritzsche: Leitfaden für den Saunabau, 2. Auflage 1977. Sauna-Fachverlag, Steinhagen.
- [2] H. Feurich und K. Bösch: Sanitärtechnik, 4. Auflage 1979. Kramer-Verlag, Düsseldorf.
- [3] Arbeitshilfen für den Krankenhausplaner, Blatt 1, Behandlungseinheit für Physikalische Therapie, Juni 1956. Beilage der Zeitschrift "Das Krankenhaus". W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [4] Architekt Dr.-Ing. Hans-Bertram Lewicki, Berlin.
- [5] Baurichtlinien für medizinische Bäder, 30.00 Bewegungsbäder, Juni 1977. Archiv des Badewesens H. 11/1977. Verlag Arno Schrickel, Oberstdorf.
- [6] H. Feurich: Abdichtungen bei Wasserbecken und in NaBRäumen. sbz H. 18/1981. Gentner Verlag, Stuttgart.

Korrosion in der Trinkwasserinstallation
W. Stichel, Berlin

1. Einleitung

Mit dem Erscheinen der DIN 50 930 "Korrosion von metallischen Werkstoffen gegenüber Wasser" (1) im Dezember 1980 sollte das Zeitalter der Kalk-Rost-Schutzschichten und des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes endgültig beendet sein. Nachdem im Rahmen von Arbeiten am Engler Bunte Institut in Karlsruhe (2) festgestellt wurde, daß bestimmte Huminsäuren die Ausfällung von Kalk aus übersättigtem Wasser hemmen, scheint diese Periode jedoch alsbald durch das Zeitalter der organischen Stoffe abgelöst zu werden. Eine Reihe von Beobachtungen scheinen die Übertragbarkeit dieser Erkenntnisse auf Korrosionsvorgänge an Installationswerkstoffen auch zu bestätigen. So ist von Campbell (3) in England schon 1954 auf den Einfluß organischer Inhibitoren beim Lochfraß in Kupferrohren hingewiesen worden. Auch bei den Werkstoffen Gußeisen sowie unverzinkter und verzinkter Stahl sprechen eine Reihe von Untersuchungen aus den letzten Jahren für einen positiven Einfluß sowohl organischer aber auch anorganischer natürlicher Wasserinhaltsstoffe auf das Korrosionsgeschehen in Trinkwasserinstallationen. Zu den letzten zählen z. B. die Phosphate und Silikate, die offenbar schon in geringen Konzentrationen eine günstige Wirkung auf die Ausbildung von Schutzschichten ausüben können.

Die Abkehr von den durch die Praxis nicht bestätigten Anschauungen über die Bedeutung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes bei Korrosionsprozessen bedeutet also auch den Abschied von Begriffen wie Langelier- oder Sättigungsindex oder überschüssiger Kohlensäure usw. bei der Beurteilung von Korrosionsschäden oder deren Prognose. Man sollte jedoch den einmal begangenen Fehler, nämlich Korrosionsvorgänge hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Kalk-Kohlen-

säure-Gleichgewicht zu beurteilen, in Verbindung mit den organischen Stoffen nicht wiederholen. Zahlreiche Arbeiten und Untersuchungen von Schadensfällen haben in den vergangenen 20 Jahren gezeigt, daß man die Korrosionsvorgänge in Trinkwasserinstallationen viel zu einseitig, nämlich lediglich von den Wasserparametern her gesehen hat.

2. Bedeutung der DIN 50 930

Die DIN 50 930 ersetzt die alten Vornormen DIN 50 930 und DIN 50 931 aus den sechziger Jahren. Ihr Erscheinen war überfällig, weil man bei der Arbeit mit den Vornormen sehr bald gemerkt hat, daß die ihnen zugrundeliegende Philosophie offensichtlich falsch war. Die Neuausgabe faßt nun den sich in den vergangenen 20 Jahren weiterentwickelten Erkenntnisstand zusammen und erlaubt zumindest eine bessere Beurteilung des Korrosionsverhaltens metallischer Installationswerkstoffe als bisher. Die sich selbst auferlegte Einschränkung der Norm, lediglich Aussagen über das voraussichtliche Korrosionsverhalten, also nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zuzulassen, zeigt wie komplex das Gebiet der Korrosion in Wässern ist. Man ist sicher noch sehr weit von dem Zeitpunkt entfernt, an dem sich ein klares Bild von diesen Vorgängen zeichnen läßt. Für wie schwierig die Materie gehalten wird, wie unsicher also sogar die Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten ist, zeigt der Hinweis auf die Notwendigkeit wissenschaftlicher Qualifikation und ausreichender einschlägiger Erfahrung bei der Anwendung der Norm. Wie man sich denken kann, ist somit der Kreis der Auserwählten stark eingeschränkt.

Eines der großen Verdienste der DIN 50 930 ist die.entschiedene Abkehr von der bisher betriebenen sehr einseitigen Beurteilung des Korrosionsverhaltens nur von seiten der Wasserzusammensetzung her. Jetzt werden nebeneinander zusätzlich auch die Werkstoffbeschaffenheit, die Betriebsbedingungen sowie die Konstruktion und die Verarbeitung

einer Installation zur Beurteilung mit herangezogen. Alle diese Parameter haben zwar bei den vier in der Norm berücksichtigten Werkstoffe eine unterschiedliche Wichtung, müssen aber bei einer Abschätzung der Schadenswahrscheinlichkeit berücksichtigt werden.

Im folgenden wird kurz auf die Probleme bei den einzelnen Werkstoffen eingegangen. Hierbei sollen jedoch neben einer knappen allgemeinen Betrachtung nur einige wenige aber wichtige und nicht jedem bekannte Korrosionsaspekte herausgegriffen werden. Es soll noch vorausgeschickt werden, daß die Haltbarkeit von Installationswerkstoffen nur in sehr extremen und seltenen Fällen durch eine gleichförmige Flächenkorrosion beeinträchtigt wird. Meist sind es örtlich begrenzt auftretende Korrosionsangriffe wie Loch- und Muldenkorrosion, bei den edleren Werkstoffen aber auch Spalt- und Spannungsrißkorrosion die zu Leckagen führen. Flächenkorrosion kann jedoch u. U. zu einer Beeinträchtigung der Wasserqualität bei der Verwendung von Stahl- aber auch von Kupferrohren durch Korrosionsprodukte Anlaß geben.

3. Unlegierter Stahl

Diesen Werkstoff trifft man nur noch selten in Hausinstallationen an. Ungeschützt sollte er nur noch für Heizungs- und Sprinkleranlagen oder für geschlossene Kühlkreisläufe eingesetzt werden. Dies sind Anlagen, in denen der für die Inganghaltung von Korrosionsprozessen erforderliche gelöste Sauerstoff durch Anfangskorrosion schnell verbraucht wird. Wird kein sauerstoffhaltiges Frischwasser zugeführt, kommen somit alle Korrosionsprozesse nahezu zum Stillstand. Die bei Sauerstoffgehalten unter 0,1 mg/l noch stattfindenden Vorgänge sind meist vernachlässigbar und verursachen nur unter bestimmten Bedingungen Korrosionsschäden.

In Trinkwasserinstallationen mit wechselnden Fließbedingungen und Stagnationszeiten sind die Bedingungen zur Ausbil-

dung einer gleichmäßigen schützenden Deckschicht sehr ungünstig. In der Regel bilden sich sehr schnell Korrosions-
elemente mit Mulden und Lochfraß als Folge.

Die Schadenswahrscheinlichkeit wird auch hier von der Wasserzusammensetzung mitbestimmt. Sie spielt jedoch in den Grenzen der Trinkwasserzusammensetzung nur eine relativ untergeordnete Rolle.

4. Verzinkter Stahl

Unter den Betriebsbedingungen der Hausinstallation sind die Voraussetzungen für die Ausbildung einer homogenen schützenden Deckschicht bei diesem Werkstoff sehr viel günstiger als beim ungeschützten Stahl. Auch bei wechselnden Fließbedingungen bilden die Korrosionsprodukte der Zinkschicht meist eine gleichmäßige Schicht auf dem Rohrinnern. Diese Schicht aus Zinkkorrosionsprodukten wandelt sich je nach Wasserzusammensetzung mehr oder weniger schnell in eine Rostschicht um, die den Langzeitschutz der Rohre übernimmt. Im Laufe der Jahr hat man es also wieder mit einem unverzinkten Stahlrohr zu tun. Während dieser Zeit gibt die Deckschicht aber auch abnehmende Mengen von Zink an das Wasser ab. Dies ist naturgesetzlich bedingt und keinesfalls ein Zeichen für die Entstehung von Korrosionsschäden.

Ob sich nun eine homogene und dauerhaft schützende Deckschicht bildet, hängt auch von der Wasserzusammensetzung ab. Ihr Einfluß ist jedoch meist nur bei Extremwerten entscheidend. In Wässern durchschnittlicher Trinkwasserzusammensetzung sind Betriebsbedingungen, Verarbeitung und Werkstoffqualität oft entscheidender. Einige Beispiele sollen das demonstrieren.

Anhand vieler Schadensfälle wurde festgestellt, daß Leckagen und Rostpusteln oft z. B. an nicht abgetragenen Schweiß-

nähten, an unsachgemäß verarbeiteten Gewindeverbindungen, an schlecht verzinkten Rohren, an verarbeitungsbedingten Stahlspänen usw. entstanden sind. Die hierauf zurückzuführende Korrosionsgefährdung kann durch Verwendung von Rohren nach DIN 2444 und Beachtung der Verarbeitungshinweise in DIN 50 930 Teil 3 verringert werden. Andere Schadensquellen sind die Entstehung von Luftblasen im Rohr durch Erwärmung des Wassers infolge hoher Raumtemperatur oder benachbarter warmer Rohre. Auch durch zurückströmendes kupferhaltiges Wasser aus Warmwasserbereitern aus Kupfermaterialien oder Kupferrohren können trotz Einhaltung der Fließregel Korrosionsschäden erzeugt werden. Ebenso schädlich können sich hohe Wassertemperaturen, Kontakt mit Messingfittings oder eine nur teilweise Befüllung der Rohre mit Wasser auswirken. Nur äußerst selten lassen sich wasserseitig ausgehende Schäden jedoch auf den Einfluß von Streuströmen zurückführen.

Meist entstehen Korrosionsschäden dann, wenn sich mehrere negative Einflüsse überlagern. Hierbei kann dann auch die Wasserzusammensetzung einen fördernden oder hemmenden Einfluß ausüben. Gegenwärtig sieht es aber so aus, als wenn die analytisch bestimmbaren Wassereigenschaften einen geringeren Einfluß ausüben als die, die durch die üblichen Analysen gar nicht erfaßt werden, z. B. die natürlichen organischen Wasserinhaltsstoffe.

5. Kupfer

Der Werkstoff Kupfer ist als Installationsmaterial allgemein, insbesondere aber in warmen Wässern wesentlich korrosionsbeständiger als die vorstehend behandelten Werkstoffe. Dies ist u. a. auf die vergleichsweise größere Neigung des Kupfers zur Entwicklung homogener Schutzschichten zurückzuführen. Wie die Erfahrung jedoch zeigt, sind aber auch bei diesem Material Korrosionsschäden gar nicht so selten. Sie treten meist als Lochfraß, seltener aber auch als Erosions-

korrosionsschäden auf. Von den in DIN 50 930 beschriebenen Lochfraßarten ist der im Kaltwasser anzutreffende Lochfraß Typ I der weitaus häufigste. Er ist an der Bildung grüner Pusteln auf der Rohrrinnenfläche zu erkennen, unter denen das Rohr bis zum Durchbruch örtlich stark begrenzt korrodiert wird.

Die Wahrscheinlichkeit für das Entstehen solcher Schäden wird, wie anfangs erwähnt, sehr stark durch natürliche organische Wasserinhaltsstoffe beeinflusst. So gibt es ausgesprochen lochkorrosionsbegünstigende Wässer, deren diesbezügliche Eigenschaften gegenwärtig jedoch analytisch nicht erfaßbar sind.

Seit kurzem (5) weiß auch die Öffentlichkeit, daß Kohlenstofffilme auf der Rohrrinnenfläche sogar noch im Rahmen der bisher zugelassenen niedrigen Grenzwerte eine stark lochfraßfördernde Wirkung ausüben. Aus diesem Grunde haben namhafte, in der Gütegemeinschaft Kupferrohr organisierte Rohrhersteller, Verfahren entwickelt, mit denen es möglich ist, herstellungsbedingte Kohlenstoff- und Ziehschmiermittelreste von den Rohren nahezu quantitativ zu entfernen. Derartige seit gut einem Jahr gehandelte Rohre sollen nach Angaben der Hersteller auch in kritischen Wässern gegenüber Lochkorrosion beständig sein. Eine gewisse Skepsis scheint hier jedoch angebracht.

6. Rostfreier Stahl

Hochlegierte Chrom- oder Chrom-Nickelstähle findet man in der Hausinstallation noch sehr selten, öfter schon als Material für Warmwasserbereiter oder Wärmetauscher. Ihre Korrosionsbeständigkeit in kalten und warmen Trinkwässern ist sehr hoch, weil sie sich schon an Luft mit einer unsichtbar dünnen Schutzschicht (Passivschicht) überziehen. Diese Schicht übt eine hervorragende korrosionsschützende Wirkung bei glatten und homogenen Oberflächen aus. Sobald jedoch die Homogenität der Oberfläche gestört ist, beginnen auch

schon die Korrosionsprobleme. Derartige korrosionsbegünstigende Störungen sind z. B. beim Schweißen entstandene Anlauffarben, Fettreste, Ablagerungen aller Art, aber auch enge Spalte, z. B. in Rohrführungen oder Auflagestellen. Sie alle können insbesondere in warmen Wässern Anlaß zu örtlichen Korrosionsangriffen wie Loch- oder Spaltkorrosion sein. Ein besonderes Problem ist die Verbindungstechnik. Bei Montageschweißverbindungen können korrosionsfördernde Anlauffarben oder Gefügeveränderungen nicht immer vermieden werden. Aber auch Flanschverbindungen sind durch Spaltkorrosion im Dichtungsbereich gefährdet. Auch beim Löten treten Korrosionsprobleme an der Lötverbindung auf. So kann das Rohr bei Anwendung der gebräuchlichen zink- und cadmiumhaltigen Lote alsbald durch lokale Angriffe im Lötbereich undicht werden. In der letzten Zeit wurden spezielle Lote entwickelt, die aber unter kritischen Bedingungen ebenfalls Schäden verursachen können. Eine zusammenfassende Darstellung der Problematik ist in (6) nachzulesen.

Trotz aller Normung wird man, wie die kurzen Hinweise zeigen, in der Installationstechnik weiterhin mit Korrosionsschäden leben müssen. Es wird auch in absehbarer Zukunft weder den korrosionsfreien Installationswerkstoff noch das korrosionsschützende Wasser geben. Auch der Einsatz von Phosphaten und Silikaten kann hier nur selten Abhilfe schaffen (7). Aus diesem Grunde sollten sich Architekten und Planer Gedanken darüber machen, wie zumindest in großen Gebäuden Wasserrohre zugänglicher verlegt werden könnten, als das bisher getan wird.

Literatur

- (1) DIN 50 930, Teil 1 - 5, Dezember 1980
- (2) R. Rudek und H. Sontheimer: Vom Wasser, 47. Band (1976)
S. 421 - 431

- (3) H. S. Campbell: Journal applied Chemistry 4 (1954)
S. 633/47
- (4) DIN 24 44, Juli 1978
- (5) SHT Sonderteil Kupferrohr-Korrosion: Sanitär und
Heizungstechnik 10 (1981) S. 944/958
- (6) gwf-wasser/abwasser 119 (1978)1, S. 31/38
- (7) W. Stichel: Werkstoffe und Korrosion 32 (1981) S.19/30.

Dr. Wolfgang Stichel
Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)
Unter den Eichen 87
1000 Berlin 45

Instandhaltung von Sanitärinstallationen - aus dem Alltag eines Technischen Betriebsleiters

von W. Wawra, Hannover

In diesem Referat wird die Instandhaltung der Sanitärinstallationen in der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) dargestellt.

Die MHH wurde in den Jahren 1965 - 1970 im 1. Bauabschnitt und in den Jahren 1974 - 1978 im 2. Bauabschnitt fertiggestellt und in Betrieb genommen.

Die Gebäude haben eine Fläche von insgesamt 300 000 m². Zur Versorgung von 1500 stationären und täglichen 2000 ambulanten Patienten sowie der Bereiche für Lehre und Forschung sind entsprechende Sanitäreinrichtungen für Kalt-, Warm- und vollentsalztes Wasser, Kühlwasser, Dampf und Kondensat einschl. der Abwasser- und Kanalisationsanlagen vorhanden.

Gebrauchs Kalt- und Warmwasser

Im Betrieb der Sanitäreanlagen wurden im Laufe der Jahre verschiedene Mängel festgestellt. An den Absperrschiebern für Kalt- und Warmwasser bildeten sich starke Verkalkungen und Korrosionserscheinungen.

Bei der Untersuchung dieser Ursache wurden in den Kupferleitungen u. a. schwarze und verzinkte Stutzen und Tauchhülsen für Thermometer und Fühler festgestellt. Hierdurch kam es durch die elektrische Elementbildung zu den Korrosionserscheinungen an den Absperrschiebern.

Eine turnusmäßige vom Technischen Überwachungs-Verein durchzuführende Druckprobe an den Speichern der zentralen Warmwasserversorgung im Bettenbau konnte nicht durchgeführt werden, da die vorgeschalteten Absperrschieber einschl. der Hauptschieber für die gesamte MHH nicht dicht schließen. Um diese Schieber gegen solche mit innerer Korrosions-

beständiger glatter Spezialbeschichtung auszutauschen, mußte die gesamte Wasserversorgung der MHH für mehrere Stunden unterbrochen werden.

Diese Maßnahmen führten trotz umfangreicher Vorbereitung zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Patientenversorgung im sanitären Bereich.

In einer unter Putz liegenden Warmwasser-Steigleitung aus Kupfer wurde als Abschluß ein verzinkter Stutzen eingesetzt. Nach einigen Jahren wurde durch die Elementbildung der Stutzen abgerissen und es entstand ein erheblicher Wasserschaden. Leider konnte man die Firma nicht in Regreß nehmen, da sie zu diesem Zeitpunkt nicht mehr bestand.

In den Laborräumen für Medizin, Lehre und Forschung werden zahlreiche Maschinen mit Wasseranschluß verwendet. Der Absperrschieber für die Wasserzuleitung sind teilweise so ungünstig angebracht, daß sie sehr schlecht zu erreichen sind und daher nach Benutzung der Waschmaschine auch nicht geschlossen werden. Bei ruhenden Betrieb in der Nacht steigt der Wasserdruck von 5 auf 8 bar an. Durch diese Druckschwankungen sind mehrmals die Zuleitungsschläuche zu den Maschinen in der Nacht geplatzt und es entstand ein erheblicher Wasserschaden in mehreren Etagen. Durch die Technische Verwaltung wurden die Absperrschieber an den betreffenden Maschinen so geändert, daß sie sichtbar und auch gut zu erreichen sind. An jeden Absperrschieber wurde ein Hinweisschild angebracht:

" Achtung Absperrschieber nach Benutzung der Maschinen schließen".

Außerdem werden nur noch Verbindungsschläuche zu den Maschinen für einen Druck von 50 bar eingebaut.

Der 250 m lange Bettenbau der MHH ist durch Dehnungsfugen in mehreren Abschnitten verteilt. Hierdurch sollen entsprechend der Mächtigkeit des tragenden Baugrundes unterschiedliche Setzungen für die einzelnen Gebäudeabschnitte ausgeglichen werden.

Zum Ausgleich der axialen und radialen Belastungen der Rohrleitungen für die Kalt- und Warmwasserversorgung infolge der temperaturbedingten Ausdehnungen und der unterschiedlichen Setzung des Gebäudes waren Gummikompensatoren eingesetzt. Für diese gleichzeitig verschiedenen Belastungen sind Gummikompensatoren nicht geeignet. Infolge mehrerer Schäden wurden die Gummikompensatoren gegen Ausdehnungsbögen aus Kupfer ausgetauscht.

Die Warmwasserspeicher und Gegenstromapparate werden in regelmäßigen Zeitabständen nach 10 Wochen abgeschlämmt. Hierbei werden auch die zugehörigen Regelorgane überprüft und die Warmwassertemperatur auf 50 °C einjustiert. Bei diesen Wartungsarbeiten werden an den Absperrschiebern die Buchsen nachgezogen und die Spindeln gefettet.

Durch die hohen hygienischen Anforderungen im Krankenhaus werden erhebliche Mengen an Reinigungsmittel und Desinfektionslösungen verwendet. Diese Chemikalien gelangen oft in großen Mengen in die Abflußleitungen ohne das sich vorher die Schaumbildung aufgelöst hat. Durch die Schaumbildung wachsen in Verbindung mit dem Schmutz und Fett im Abwasser die Blei- und Gußrohre mit rauher Innenfläche sehr schnell zu. Bei den mehr geschößigen Hochhäusern treten durch diese Verstopfungen teilweise in tiefergelegenden Stockwerken Überschwemmungen auf.

Zur Beseitigung der Verstopfungen ist nur ein Ausschleudern mit nachfolgender Spülung möglich. Nach mehrfachen Ausschleudern werden die installierten Blei- und Gußrohre undicht. Das Auswechseln dieser Rohre erfordert einen erheblichen finanziellen Aufwand und führt auch zu einer Beeinträchtigung der Patientenversorgung.

Aus den vorgenannten Gründen ist speziell beim Krankenhausneubau zu beachten:

1. Die Rohrweiten der Abwasserleitung sind größer als in den DIN-Normen angegeben, auszuführen.

2. Die Abflußleitungen sollten nur aus säurebeständigen Kunststoffmaterial bestehen.
3. Die Verlegung der Leitungen in Installationsschächten erleichtert die Reparatur und Wartung der Anlagen.

Vollentsalztes Wasser

Zur Wasserversorgung der Laborspülen, Destillen und Klimaanlagen sind 8 Anlagen zur Herstellung von vollentsalztem Wasser installiert.

An diesen Anlagen werden täglich die Leitwerte in Mikro - Siemens (μS) und der Wasserverbrauch kontrolliert und in die Betriebstagebücher eingetragen. Außerdem wird die Nachfüllung der evtl. erforderlichen 33 % Salzsäure und 50 % Natronlauge durchgeführt.

Bei diesen Kontrollen werden auch Schäden an undichten Steuerdruckluftgeräten, Ventilen und Leitungen für die Salzsäure und Natronlauge beseitigt.

Bei dem Bau von Vollentsalzungsanlagen sollten die Steuerventile so ausgeführt sein, daß sie in Normalstellung geschlossen sind und nur durch die Ansteuerung mit Druckluft geöffnet werden. Hierdurch wird bei Ausfall der Druckluft eine völlig unkontrollierte Wasserqualität bei den Verbrauchern vermieden.

Um weiter einen störungsfreien Betrieb auf der Verbraucherseite zu gewährleisten sind die einzelnen Vollentsalzungsanlagen mit einer Ringleitung untereinander zu verbinden. Noch sicherer und auch wartungsfreundlicher ist die Unterbringung der Vollentsalzungsanlagen in einer Zentrale mit entsprechend großer Reserveleistung.

Die Betriebsräume für die Vollentsalzungsanlagen und auch für die Laugen und Säurebehälter müssen gut belüftet werden, um Korrosionsschäden an Rohren, den elektrischen Geräten und auch am Mauerwerk zu vermeiden.

Die Auffangwanne für Säure und Lauge sollte nicht nur aus Beton mit mehrfachen Kunststoffanstrich bestehen. Eine glasfaserverstärkte Kunststoffwanne ist wesentlich betriebssicherer.

Schlußbetrachtung

Wie Sie aus den vorstehenden Ausführungen ersehen können, ist eine vorbeugende Instandhaltung bei sanitären Einrichtungen nur bedingt möglich. Die meisten Instandhaltungsarbeiten werden erst nach einem Schaden durchgeführt.

Um eine optimale Versorgungssicherheit zu erreichen, müssen deshalb schon bei der Bauplanung die Architekten und Sonderfachleute gemeinsam den erforderlichen Raumbedarf festlegen, um eine wartungsfreundliche Konstruktion der Bauteile zu gewährleisten.

Bei der Planung der Sanitäranlagen sind in der Ausschreibung die zu verwendenden Geräte und das Material genau zu spezifizieren.

Der Planer der Sanitäranlagen muß für die Abnahme verantwortlich sein und schon während der Bauarbeiten eine laufende Überwachung durchführen.

Bei der Übergabe an den Betreiber der Anlagen sind die Bestandsunterlagen, Bedienungs- und Wartungsanleitungen sowie Prüf- und Genehmigungsbescheinigungen mit vorzulegen.

Außer den vorgenannten Unterlagen ist eine detaillierte Instandhaltungsplanung einschl. Terminvorgaben, Rüst- und Wartungszeiten in Form von Anlagenbüchern zu übergeben. Ohne eine entsprechende Instandhaltungsplanung ist eine rationelle Personal-, Material- und Mittelbewirtschaftung bei den umfangreichen Anlagen im Krankenhaus nicht möglich.

Werner Wawra
Technische Verwaltung
Medizinische Hochschule Hannover

Anforderungen an die Wassereigenschaften und Verfahren
der Wasseraufbereitung im Krankenhaus.

von K. Bartholmess, Friedrichshafen

Im Krankenhaus sind Wässer mit verschiedenen Wassereigenschaften zu unterschiedlichen Zwecken notwendig. Als Ausgangsmedium dient in der Regel Wasser in Trinkwasserqualität für die meisten Anwendungsbereiche. Ob diese hohen Qualitätsanforderungen immer sein müssen, ist bestimmt zu verneinen, mindestens was den Einsatzbereich in der Technik betrifft. Dies trifft jedoch auch in der Industrie und im Gewerbe zu. Der Begriff "Wasserrecycling" sollte mehr in die Tat umgesetzt werden. Auch im Krankenhaus gibt es hierzu Möglichkeiten. Da die Trinkwasserqualität für Qualitätsvergleiche von Wasser einen Maßstab darstellt, sollen die bakteriologischen, chemischen und physikalischen Merkmale nach der Verordnung über Trinkwasser und über Brauchwasser für Lebensmittelbetriebe, abgekürzt TVO, in Kraft seit 1.2.1976 (1), hier den Einstieg bedeuten. Die Nr. 1 und 2 stellen die hygienische Beschaffenheit von Trinkwasser dar. Die Nr. 3 zeigt Grenzwerte für chemische Stoffe, zusammengefaßt in einer Anlage 1 der TVO. In einer Anlage 2 der TVO sind die mikrobiologischen und physikalisch-chemischen Untersuchungsverfahren zur Prüfung auf Trinkwasser beschrieben. Weitere Eigenschaften: klar, farblos, geruchlos, Temperatur 6 bis 8° C, PH-Wert neutral bis leicht alkalisch. Die grob sinnlich wahrnehmbaren Wassereigenschaften sollen für alle hier beschriebenen Wasser dem Menschen sich als angenehm und zum Nutzen erweisen bzw. dienen. Für die nicht sinnlich wahrnehmbaren Wassereigenschaften muß sich der Mensch der meßtechnischen Hilfsmittel bedienen. Um die Anforderungen an die Wassereigenschaften besser zu verdeutlichen, kann man einteilen in:

- 1) Trinkwasser, welches von den Wassergewinnungswerken nach der TVO erzeugt dem Krankenhaus zugeleitet, dort möglicherweise gespeichert und bei Notwendigkeit mit Mittel auf Chlorbasis desinfiziert und als Korrosionsschutz des

Rohrnetzes Phosphat zudosiert in Trinkwasserqualität an die Krankenhausverbraucher in kaltem oder erwärmtem Zustand verteilt wird.

- 2) Trinkwasser, welches ebenfalls von den Wassergewinnungswerken nach der TVO erzeugt, dem Krankenhaus in kaltem Zustand zugeleitet, und einer Zweitnachaufbereitung im Krankenhaus selbst auf die erforderlichen Belange unterzogen wird (Wasserveredelung).

Zu 1): Z.B. Trinkwasser zum Kochen und Waschen, Spülen, für die Körper- und Mundhygiene, als Löschwasser, für medizinische Wannenbäder, zur Eiserzeugung, zur Bewässerung von Pflanzen, zur Fußbodenpflege etc.. Bakteriologische Wasseruntersuchungen sollten hier an bestimmten Wasserentnahmestellen bei kaltem und warmen Wasser durch das KH oder Gesundheitsamt entnommen werden. Liegen die Werte über den Werten der TVO, Par. 1 + 2, so ist eine Stoßchlorierung in der Nachtzeit bis 0,3 mg/l freies Chlor zu empfehlen. Physikalisch-chemische Wasseruntersuchungen können u.a. zur Beurteilung von möglichen Korrosionsabläufen in Wasserrohrnetzen sinnvoll sein.

Zu 2): Hier ist es sinnvoll, zu trennen:

- a) für medizinische Zwecke,
- b) für technische Zwecke.

Zu 2a): Z.B. Badewasser für das Bewegungsbecken in der Physikalischen Therapie, zur Hämodialyse, für die Labordiagnostik, für die Arzneimittelerzeugung, für die Atemluftbefeuchtung bei künstlicher Beatmung, für urologische Behandlung, zur Erzeugung von Sattedampf für thermische Desinfektions- und Sterilisationsverfahren, für Wasch- und Spülzwecke bestimmter Aggregate, Instrumente und Behältnisse.

Zu 2b): Für Kühlwasser aller Art, Klimawasser 6° C/14° C, Luftwäscher, Dampfluftbefeuchtung von RLT-Anlagen, Batteriewasser, Spül- und Waschwasser, Erzeugung von thermischer Energie (Dampf, Heißwasser- u. Heizungsanlagen).

2a) Wasser für medizinische Zwecke:

Hier kommt es vor allem darauf an, niedere bakterio-
logische Werte mit geeigneten Verfahren der Wasser-
aufbereitung zu erlangen, die teils niedriger sind als
in der TVO genannt, teils weitgehend keimfrei und py-
rogenfrei. Chemische und physikalische Stoffe sollen
weitgehend isoliert werden.

Schwimm- und Badewasser:

Die Anforderungen an die Wassereigenschaften liegen
etwa im Bereich derer des Trinkwassers, außer der Was-
sertemperatur, die im medizinischen Bereich höher sein
muß. Das Wasser darf jedoch keine Krankheitserreger ent-
halten. Der DIN-Entwurf 19643 (2) enthält Anforderungen
für Füllwasser, Reinwasser und das Beckenwasser. In Ta-
belle 1 und 2 dieser DIN sind - ähnlich wie in der TVO -
bakteriologische, chemische und physikalische Wasserei-
genschaften bestimmt (Bild 4, 5, 6, 7 und 8).

Für das Schwimm- und Beckenwasser ist gegenüber der TVO
der Restgehalt an freiem Chlor höher, nämlich 0,3 bis
0,6 mg/l, und die Koloniezahl beträgt anstatt 20 je 1 ml
bei desinfiziertem Trinkwasser nach TVO, hier 100 je ml
bei Schwimm- und Badebeckenwasser. Die chemischen und phy-
sikalischen Wasserwerte können etwas anders orientiert sein
zum Wohle des Patienten. Weitere allgemeine Anforderungen:
klar, farblos, geruchlos.

Das Füllwasser soll seuchen- und allgemeinhygienische
Trinkwassereigenschaften aufweisen, andernfalls ist es
durch Aufbereitungsmaßnahmen in getrennten Anlagen in
diesen Zustand zu versetzen. Bei Meer- und Mineralwasser
sowie Sole bleibt der natürliche Salzgehalt unbedenklich.
Eine Aufbereitung des zur Füllung verwendeten Wassers in
einer getrennten Anlage ist besonders dann zu prüfen, wenn

wenn in diesem folgende Werte überschritten werden: Eisen 2 mmol/m³ (0,1 mg/l), Mangan 0,9 mmol/m³ (0,05 mg/l), Ammonium 120 mmol/m³ (2 mg/l). Die Anforderungen an die Aufbereitung des Schwimm- und Badebeckenwassers bedingen das Zusammenwirken der Bereiche:

- Beckengestaltung,
- Verfahrenskombination,
- Beckenwasserdesinfektion,
- hydraulisches System,
- Meß- und Regelsystem zur Prozeßsteuerung einschließlich Dokumentation der hygienischen Hilfsparameter,
- freies Chlor,
- gebundenes Chlor,
- Redoxpotential und ph-Wert.

Die sich hieraus ergebende Leistungsfähigkeit einer Aufbereitungsanlage ermöglicht bis zum Wert der Nennbelastung mit großer Sicherheit die Einhaltung der hygienischen Anforderungen mit geringster Belästigung des Badegastes durch notwendig zugesetzte chemische Stoffe.

Hochreines Wasser:

Für Laboruntersuchungen (Diagnostik), Dialysezwecke, Arzneimittelherstellung, Spül- und Reinigungszwecke bestimmter Instrumente und Geräte, für die Atemluftbefeuchtung.

Für die Erzeugung von hochreinem Wasser sind die Anforderungen des DAB/VII (3) und EAB/I (4) heranzuziehen. Nach der Definition des DAB/VII ist Aquapurificata - gereinigtes Wasser - das aus Trinkwasser durch Destillation, Ionenaustauschverfahren und mittels anderer geeigneter Verfahren hergestellt wird. Die USP XIX (5) erwähnt in diesem Zusammenhang zusätzlich die Umkehr-Osmose. Im deutschen Kommentar des EAB wird auch noch die Elektrodialyse aufgeführt. U.a. kann aus wirtschaftlichen Gründen das richtige Verfahren ausgewählt werden. Maßgebliches Qualitäts-Merkmal für reinstes Wasser ist seine Leitfähigkeit. Als Grenzwerte kann man für folgende Einsatzzwecke annehmen:

0,1 μ S/cm hochwertige Analysen im ng-Bereich, Atomabsorption, Flammenfotometrie, Emissions-Spektroskopie, Enzymologie, Referenzpuffer-Lösungen, Standard-Lösungen für Maßanalytik, 2 μ S/cm Analysen im mg-Bereich, Hämatologie, Serologie, Mikrobiologie, Fotometrie, 5 μ S/cm Routine-Analysen, Spülvorgänge, allgemeine Zwecke der Medizin, Chemie und Pharmazie, 10 μ S/cm einfache Analysen in der Produktions-Kontrolle, Batteriewasser nach VDE. Der Salzgehalt läßt sich durch die elektrische Leitfähigkeit bestimmen. Je höher der elektrische Widerstand bzw. je geringer die elektrische Leitfähigkeit, desto geringer ist der Gehalt an Restionen im Wasser. Grenzen der Verfahren: Monodestillat > 20 μ S/cm, Bidestillat > 2 μ S/cm, weitere Destillationsvorgänge bei kleineren erforderlichen Werten. Wasser vom Ionenaustauscher > 0,1 μ S/cm je nach Rohwasserbeschaffenheit.

Bei Notwendigkeit absoluter Keimfreiheit ist die Sterilfiltration nach den Wasseraufbereitungsverfahren dieser hohen Anforderungen nachzuschalten. Weitere Wassereigenschaften: klar, farblos, pH-Wert im neutralen Bereich, geruchlos, Wassertemperatur max. Raumtemperatur.

Empfohlene Wasserqualität zur Herstellung von Hämodialyselösungen:

Da ein Dialysepatient etwa mit der 100fachen Menge des durchschnittlichen Trinkwasserverbrauchers in Berührung kommt, ist es offensichtlich, daß für Leitungswasser - das für die Herstellung von Dialysat verwendet wird - strengere Maßstäbe gelten müssen. Das ASAIO- und AAMI-Normenkomitee hat empfohlen, daß Leitungswasser, das zur Herstellung von Dialysat verwendet wird, die Anforderungen der US-Pharmakopoe für gereinigtes Wasser (USP XIX) mit folgenden Ergänzungen und Ausnahmen erfüllen sollte:

1. Falls deionisiertes Wasser verwendet wird, sollte der Widerstand des Wassers mehr als 1 Mio.Ohm-cm bei 20° C betragen.
2. Der Schwermetallgehalt darf den Wert von 0,1 mg/l nicht überschreiten.
3. Der Arsengehalt darf den Wert von 0,1 mg/l nicht überschreiten.
4. Die Gesamtzahl der vegetativen Mikroorganismen sollten kleiner sein als in der TVO angegeben.

Dem Bundesgesundheitsblatt 22 No. 24 vom 23.11.79 ist zu entnehmen: Keimzahlen in der ablaufenden Dialyseflüssigkeit unterhalb von 10^4 koloniebildenden Einheiten /ml können nach dem derzeitigen Stand der Kenntnis noch als tolerierbar angesehen werden. Die mikrobiologischen, chemischen und physikalischen Wasserwerte sind derzeit in der EG noch in der Diskussion.

2b) Wasser für technische Zwecke:

Im technischen Bereich liegen die Anforderungen an die Wassereigenschaften weniger im bakteriologischen Bereich, obwohl die Wasser-Bakteriologie auch hier nicht außer Acht gelassen werden darf. Hauptmerkmale richten sich auf den Korrosionsschutz, auf Steinablagerungen durch Erdalkalien, auf den Salzgehalt und die Alkalität, auf gute hydraulische Wirkungsgrade, Wirtschaftlichkeit, gute Wärmeübergangsfaktoren sowie auf einen störungsfreien Anlagenbetrieb wasserführender Systeme, der daraus resultieren sollte. Dies wird von einer spezifizierten Zweitanwässeraufbereitung für den technischen Bereich gefordert. Dabei spielt die Beschaffenheit des Rohwassers eine komplizierte Rolle.

Klimatechnik:

Klimawasser für RLT-Anlagen in Krankenhäusern.

Luftwäscher-Wasser:

Geruchlos, klar, farblos. Wassertemperatur 15-25°C, pH-Wert leicht alkalisch ~8,5, Füll- und Ergänzungswasser in Trinkwasserqualität.

Zusatz von unschädlichen, geruchslosen Chemikalien, notwendig als Korrosionsschutz und Eingrenzung von bakteriologischem Wachstum. Bakteriologische Werte sollten im desinfizierten Trinkwasserbereich liegen. Salzgehalt $\sim 3000 \mu\text{S/cm}$. Desinfektionsmittel alleine genügen nicht. Kombinationsprodukte zur Härtestabilisierung, zum Korrosionsschutz und zur Kontrolle des mikrobiologischen Lebens sind notwendig. Die Industrie bietet dies an, z.B. Varicid ST., Schilling Chemie.

Klima-Kaltwasser (geschlossener Klimawasserkreislauf):

pH-Wert $\sim 8,5$, Temperatur $6-14^{\circ}\text{C}$, oelfrei, klar, farblos, geruchlos, frei von Schweb- und Sinkstoffen, Härte $\sim 0,5 \text{ mol/m}^3$, Koloniezahl $< 10\ 000$. Chemikalienzusatz gegen Korrosion, Kalkbesatz und für System-Reinigung unentbehrlich, z.B. Polaris. Füll- bzw. Ergänzungswasser braucht nicht Trinkwasserqualität zu besitzen, sollte jedoch teilweise enthärtet und kühl sein.

Kühlwasser (offener Kühlwasserkreislauf mit Kühlturbetrieb):

Temperatur $27/32^{\circ}\text{C}$, pH-Wert $\sim 7,5$, Härte $< 2 \text{ mol/m}^3$, geruchlos, farblos, oelfrei, klar, Salzgehalt $< 10\ 000 \mu\text{S/cm}$, Koloniezahlen $< 10\ 000$ brauchbar, Koloniezahlen $> 10\ 000$ Schleimbakterien, unbrauchbar. Problem: Algen, besonders in ländlichen Gegenden. Chemikalienzusatz für Härtestabilisierung, als Korrosionsschutz, zur System-Reinigung und Algenvernichtung unentbehrlich, wie z.B. Polaris. Füll- bzw. Ergänzungswasser braucht nicht Trinkwasserqualität zu besitzen, es kann auch Kühlwasser von anderen Maschinen sein. An diesen Kreislauf könnten auch andere Maschinen, die Wärme abführen müssen, angeschlossen werden, wenn diese Kühlwassertemperaturen bei der Auslegung der Konstruktion entsprechend berücksichtigt wurden, z.B. von Druckluftkompressoren, Kleinkühlgeräten, für spezielle Geräte und Räume, etc..

Wasser für Pumpen Warmwasserheizungssysteme 95/65° C

Die Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit sind in Tafel 1 der VDI 2035 (6) als Richtwerte entnehmbar (Bild 10). Die an die Wasserbeschaffenheit zu stellenden Anforderungen hängen von der Summe der Kessel-Nennleistungen und dem Volumen des eingefüllten Wassers ab. Bei Anlagen mit mehreren Heizkesseln ist für die Anforderungen an das Füll- und Ergänzungswasser die Betriebsweise beim Anfahren der Anlage zu berücksichtigen. Die bei den Anforderungen angegebenen Grenzwerte an zulässigen Erdalkali-Ionen sind so gehalten, daß in Abhängigkeit von den Kessel-Nennleistungen innerhalb der Grenzwerte dabei unterschiedliche Mengen an ausfällbarem CaCO_3 toleriert werden können. Die Methode der Festlegung dieser Grenzwerte erscheint praxisnah, da die Summe Erdalkalien sich mit einfachen Methoden sowohl im Trink- als auch im teilenthärteten Wasser bestimmen lassen. In härtestabilisiertem Wasser sind solche Untersuchungen dagegen mit Schwierigkeiten verbunden und Hinweise der Chemikalienlieferanten zu beachten. Aus den Anforderungen (Richtwerten) ergeben sich Maßnahmen: zur Vermeidung von Steinbildung, Härtestabilisierung im unterstochiometrischen Bereich, Enthärtung durch Ionenaustausch; für den Korrosionsschutz Sauerstoffbindung, Alkalisierung und Inhibierung sowie für eine zusätzliche Aufbereitung zur Vermeidung von Undichtigkeiten, die durch Zudosierung von hierzu geeigneten Chemikalien verhindert werden kann. Es liegen jedoch auch positive Erfahrungen vor über die Wasserbeschaffenheit solcher Wassersysteme, die von den Richtwerten der Tafel 1 bezüglich der Chemikalien Hydrazin und Na_2SO_4 sowie von der Summe Erdalkalien abweichen.

Wegen der möglichen Wechselwirkungen der verschiedenen, zur Wasseraufbereitung verwendeten Chemikalien untereinander, bzw. mit den verschiedenen Werkstoffen der Anlage, müssen die Produktmerkmale der Hersteller von Bauteil-

len der Anlage und der Lieferanten von Chemikalien unbedingt beachtet werden. Der Zusatz von filmbildenden Chemikalien ist nur möglich, wenn von diesen Chemikalien keine organischen Werkstoffe oder Anlagenteile (Membranen, Elastomere, u.a.) beschädigt werden und die Funktion und Haltbarkeit der Anlage einschließlich Wärmeerzeuger nicht beeinträchtigt wird. Die Zugabe von geringsten Mengen an Orthophosphaten kann toleriert werden, wenn keine filmbildenden Chemikalien eingesetzt sind. Eine äußerst gute Schutzschicht in diesem wasserführenden System ist immer noch eine Kalkschicht von $<0.5\text{mm}$. Besonders die weitläufigen Rohrnetze, Dichtungen, Nippel und Flanschverschraubungen sind dadurch gut gegen Korrosion geschützt und verhindern Undichtigkeit. Deshalb ist eine bestimmte Summe Erdalkalien im Heizumlaufwasser sehr willkommen, im Gegensatz zu der Meinung, die vor einigen Jahren vertreten wurde, es müsse ausschließlich enthärtetes Wasser verwendet werden, um den Kessel zu schützen. Das viel teurere Rohrnetz wurde dabei ganz außer Acht gelassen.

Wasser für verschiedene Dampfversorgungssysteme:

Im Krankenhaus wird das Niederdruckdampfsystem ($<0,5$ bar) und das Hochdruckdampfsystem in einzelnen Stufen mit Satteldampf bis max. 14 bar notwendig. Die Mindestanforderungen an das Speise- und Kesselwasser, bei immer phänomenaler werdendem Rohwasser, ist u.a. eine Frage des Kesseltyps, der Heizflächenbelastung und der Kesselbetriebsweise. Eine Einteilung der Kessel in Gruppen ist daher sinnvoll. Die Gruppe 1.3 für Flammrohr-Rauchrohrkessel in Mehrzugbauweise mit Betriebsdrücken bis 20 bar trifft bei den meisten Krankenhäusern zu. Bild 11 zeigt Richtwerte aus den VdTUV-Unterlagen aus dem Jahre 1972 (9). Die Kesselhersteller geben hierzu ebenfalls Richtlinien aus, die aber auch für das dahinter anschließende große Rohrnetz brauchbar sein sollten. Weitere Eigenschaften: frei von Schwebstoffen, geruchlos, oelfrei, Speisewasser soll farblos und klar sein, Dampf ist steril - im Krankenhaus eine willkommene Sache! Entscheidend im Krankenhaus ist, ob der Hausdampf

neben der allgemeinen technischen Verwendung auch für die Desinfektions- und Sterilisationsverfahren und für Luftbefeuchtung von RLT-Anlagen gemeinsam verwendet wird. Dies ist für die Wasserbeschaffenheit entscheidend. Die DIN 1946, Blatt 4, Ausgabe April 1978 (7) "Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern" sagt unter Absatz 3.2.2.3. aus: "Wird zur Befeuchtung Dampf verwendet, darf er beim Mischen mit der Zuluft keine gesundheitsschädigenden Korrosionsschutzmittel enthalten". Und die DIN 58946, Teil 2 "Dampf-Sterilisatoren, Anforderungen" (8) sagt hierzu unter Absatz 6.2.1 Dampf, Absatz 6.2.1.1 Reinheit Da der Dampf direkt auf das Sterilisiergut einwirkt, muß gesättigter, trockener Dampf zur Verfügung stehen, weitgehendst frei von Gasen, frei von Öl und sonstigen Verunreinigungen (z.B. Schweißperlen, Rost, Sand, Chemikalien).⁴ Es muß ständig sichergestellt sein, daß der an der Verwendungsstelle zur Verfügung stehende Dampf frei von gesundheitsschädigenden Stoffen, wie z.B. Hydrazin, ist.

Absatz 6.2.2.1 Wasser-Reinheit. Zum Betrieb der Vakuumanlage, zum Kühlen, als Druckübertragungsmittel und für die Speisung eines Eigendampferzeugers darf nur Wasser verwendet werden, das frei von Verschmutzungen und nicht aggressiv ist. Absatz 6.2.2.2 Härte: Übersteigt die Härte des Wassers (Gehalt an Erdalkalitionen nach DIN 19640) eine Stoffmengenkonzentration von 2,685 mmol/l ($\sim 15^\circ$ dH), dann soll eine Phosphat-Impfanlage vorhanden sein. Absatz 6.2.2.3 Aufbereitung für Eigendampferzeuger: Wird ein Dampf-Sterilisator mit Dampf aus einem Eigendampferzeuger versorgt und liegen am Aufstellungsort besonders ungünstige Wasserverhältnisse vor (z.B. Härte des Wassers 2,685 mmol/l ($\sim 15^\circ$ dH), so ist ggf. nach Vorlage der für den jeweiligen Aufstellungsort gültigen Rohwasseranalyse bauseitig eine Wasseraufbereitung in Betracht zu ziehen, bei der nur vollentsalztes Wasser verwendet werden soll. Bei solchen Anforderungen ist es schwer, ein geeignetes Verfahren ausfindig zu machen, bei dem auch die technischen Belange bezüglich Korrosionsschutz von Kessel, Dampf- und Kondensatnetz, Berücksichtigung finden.

Ansonsten sind technisch viel aufwendigere Installationen und damit Kosten notwendig. Das chemische Produkt Polaris erfüllt die hygienischen und chemisch-physikalischen Anforderungen weitgehend. Am schwierigsten ist die Wasserbeschaffenheit im Kondensat bezüglich des pH-Wertes von ≈ 7 einzuhalten und zu erhalten sowie die O_2 und die CO_2 Korrosion zu verhindern. Aus verschiedenen Gründen ist ausschließlich eine Wasserenthärtung im Neutralaustausch nicht mehr zu vertreten. Eine Teil- oder Vollentsalzung erzeugt härtefreies und salzarmes Kesselspeisewasser, das für Kesseldrücke bis 40 bar geeignet ist und die Absalzrate auf ein Minimum (Energieeinsparung) reduziert. Dadurch wird auch vermieden, daß bei entsprechendem Rohwasser eine Spaltung von Soda und Ätznatron im Kesselwasser stattfindet und CO_2 frei wird, das dann ein sehr saures Kondensat erzeugt und dieses Kondensatrohrnetz korrodiert aus dieser Ursache.

Die p-Alkalität und der pH-Wert hat rechnerisch exakte Zusammenhänge. Diese Tatsache wird vielfach überhaupt nicht gesehen. Einen p-Wert von 6mval/l im Kesselwasser zuzulassen und gleichzeitig einen pH-Wert von 10 zu fordern, ist nicht realisierbar. Bei einem p-Alkalitätswert von 6 mval/l steht rechnerisch ein pH-Wert von 11,77 gegenüber, daran läßt sich nichts ändern. Hingewiesen sei, daß bei einem pH-Wert zwischen 9 und 12 das Angriffsvermögen des Wassers auf Eisen gleich Null ist.

Verfahren der Wasseraufbereitung im Krankenhaus:

Einzelne Verfahren für bakteriologische, chemische und physikalische Wasseraufbereitungsverfahren zeigt Bild 12. Für die verschiedenen Anforderungen an die Wassereigenschaften bietet die Industrie unterschiedliche Verfahren an. Bevor

eine Wasseraufbereitung für die verschiedenen Belange konzipiert werden muß, ist eine bakteriologische und chemisch-physikalische Wasseruntersuchung des Rohwassers durchzuführen. Nur dies und die Anforderungen an die Wassereigenschaften vom Kunden aus Erfahrung zusammengestellt, bietet dem Berater die Gewähr, die notwendigen technischen Anlagen der Wasseraufbereitungsverfahren später im Betrieb mit Erfolg erleben zu dürfen. Der Kunde und Berater benötigt exakte, verlässliche Angaben, spezielle Fachkenntnisse auf verschiedenen Gebieten der Technik und Wissenschaft.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. (FH)
Kurt Bartholmeß VDI
Tannenriedweg 13
7990 Friedrichshafen 24

Literaturangaben:

- (3) DAB/VII
- (7) DIN 1946, Blatt 4, Ausgabe April 1978
- (2) DIN 19643-Entwurf
- (8) DIN 58946, Teil 2
- (4) EAB/I
- (5) USP XIX
- (6) VDI 2035
- (9) VdTÜV-Richtlinien
- (1) Verordnung über Trinkwasser und über
Brauchwasser für Lebensmittelbetriebe (TVO)

Projektionsdias:

- Bild 1, I. Beschaffenheit von Trinkwasser nach der
TVO
- Bild 2, II. Beschaffenheit des Brauchwassers für Le-
bensmittelbetriebe nach der TVO
- Bild 3, Anlage 1 der TVO, Grenzwerte für chemische
Stoffe nach der TVO
- Bild 4, Tabelle 1 des DIN-Entwurfes 19643, mikrobi-
ologische, physikalische und chemische Pa-
rameter
- Bild 5, Tabelle 1, Fortsetzung
- Bild 6, Tabelle 1, Fortsetzung
- Bild 7, Tabelle 2 des DIN-Entwurfes 19643
- Bild 8, Tabelle 4 des DIN-Entwurfes 19643
- Bild 9, .
- Bild 10, Tafel 1, VDI 2035, Richtwerte für Warmwas-
serheizungen in den Wasseranforderungen
- Bild 11, Tafel 1 und 2 VdTÜV-Richtlinien, Richt-
linien für die Speise- und Kesselwasser-
beschaffenheit
- Bild 12, Verfahren der Wasseraufbereitung im Kran-
kenhaus

Entscheidungshilfen für die Auswahl von Enthärtungs- und Entsalzungs-
anlagen sowie Wasserkonditionierung

von H. Scharmann, Freiberg

1. Herkunft des Wassers

Durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen, also durch Erwärmung, verdunstet das Wasser an der Erdoberfläche und steigt in Form von Wasserdampf in kältere Luftschichten auf, kondensiert hier und gelangt als Niederschlag wieder zur Erde zurück (in der BRD ca. 200 Mrd. m³/Jahr).

Das Wasser gelangt danach auf natürliche Weise aus Quellen oder künstlich durch Heraufpumpen wieder an die Oberfläche zurück.

1975 wurden in der BRD rund 4,7 Mrd. m³ Wasser in Haushalten, Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen genutzt. Davon entstammte dem Grundwasser ca. 50 %, etwa 20 % war Quellwasser, der Rest musste aus Oberflächenwasser aufbereitet werden.

Nach der mechanischen Reinigung, der Eisen- und Manganabscheidung und der Entkeimung durch Chlor, wird das Wasser in das Versorgungsnetz gepumpt.

2. Wasserinhaltsstoffe

Das verdunstete Wasser nimmt aus der Luft Sauerstoff und Kohlendioxid auf. Der dadurch hervorgerufene Gehalt an Kohlensäure ist dafür verantwortlich, dass beim Versickern in das Erdreich neben leicht löslichen Salzen auch schwerlösliches Calcium- und Magnesiumcarbonat (Biocarbonat) übergeführt wird (Härte des Wassers). Bei diesem Lösungsprozess wird gelöste Kohlensäure verbraucht bzw. neutralisiert.



Kohlensäure + Kalk \longrightarrow Calciumhydrogencarbonat
(schwer löslich) (Calciumbicarbonat)
(löslich)

2.1 Gesamthärte (GH)

Die Summe aus Calcium- und Magnesiumionen entspricht der Gesamthärte eines Wassers. Die gelösten Bestandteile im Trinkwasser bestehen im allgemeinen zu 90 und mehr Prozent aus Härtebildnern, also aus Calcium- und Magnesiumsalzen. Die Härtebildner Ca und Mg bilden mit Seifen unlösliche Verbindungen und verhindern so die Waschkraft. Hartes Wasser bildet, bei der Erwärmung, Kalkniederschläge, Flecken, Kesselstein usw.

2.2 Karbonathärte

Die Karbonathärte beruht auf dem Gehalt des Wassers an Calcium und Magnesiumbikarbonat, aus denen beim Erhitzen des Wassers schwerlösliche Niederschläge (Kesselstein) entstehen, z.B. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

2.3 Nichtkarbonathärte

Die Differenz zwischen Gesamt- und Karbonathärte ist die "bleibende" oder Nichtkarbonathärte. Die bleibende Härte wird von Sulfaten, Nitraten und Chloriden der Calcium- und Magnesium-Ionen gebildet. Diese Salze sind leicht löslich, so dass eine Abscheidung erst beim Eindampfen von Wasser eintritt.

2.4 Neutralsalze

Neutralsalze sind z.B. die leicht löslichen Natriumsalze, wie z.B. Natriumchlorid (NaCl), Natriumsulfat (Na_2SO_4), Natriumnitrat (NaNO_3), die ebenfalls in Wasser gelöst vorliegen. Diese Salze scheiden sich ebenfalls erst beim Eindampfen des Wassers ab.

3. Aufbereitungsverfahren

Während man mit mechanischen Filtern, z.B. einem Kiesfilter, feste Stoffe aus einer Flüssigkeit abfiltrieren will, geht es bei Ionenaustauschfiltern nur darum, die in Lösung befindlichen Ionen mit dem Austauschermaterial zur Reaktion zu bringen.

Die Ionenaustauschharze - die Grundlage aller Ionenaustauschverfahren - sind kleine, kugelförmige Granulate von 0,3 bis 1,0 mm Durchmesser. Jedes Kügelchen hat eine Schwammstruktur mit unendlich vielen, kleinen Poren. Die zu entfernenden Ionen (z.B. Ca^{++}) werden dem Austauscher zugeführt, dort gegen andere Ionen (z.B. Na^+ oder H^+) ausgetauscht und diese mit der Flüssigkeit abgeführt.

3.1 Enthärtung (Na-Austauscher)

Um ein Wasser zu enthärten, müssen ihm die Härtebildner Calcium und Magnesium entzogen werden. Wird das zu behandelnde harte Wasser durch eine Schicht von Ionenaustauschharz geleitet, so werden die Ca- und Mg-Ionen vom Harz aufgenommen und dafür die entsprechende Menge Natrium-Ionen an das Wasser abgegeben. Aus den Härtebildnern, z.B. Calciumhydrogencarbonat, entstehen die entsprechenden Natriumsalze (Natriumbikarbonat). Der Salzgehalt des Wassers ändert sich hierbei nicht. Das Wasser wird aber vollständig von Härtebildnern befreit und erreicht Resthärten von weniger als 0,05° dH. Dieser Austauscher ist daher der am häufigsten eingesetzte Enthärter, der heute auf dem Markt ist.

Zur Regeneration des erschöpften Harzes wird Natriumsalz (NaCl) verwendet. Somit stellt diese Art Enthärtung eine der preislich günstigsten Enthärtungsmöglichkeiten dar.

3.2 Entkarbonisierung (Teilentsalzung)

Die Teilentsalzung des Wassers, auch Entkarbonisierung durch Ionenaustausch genannt, bewirkt, dass alle Ca- und Mg-Ionen, die dem Bikarbonatgehalt des Rohwassers entsprechen (Karbonathärte), vom Ionenaustauschharz aufgenommen werden. Das im Austauscher freigesetzte Wasserstoff-Ion (H) verbindet sich mit dem Anion Bikarbonat (HCO_3) zu freier Kohlensäure, die im nachgeschalteten Kohlensäure-Entfernungsturm mit Luft ausgetrieben wird. Der Salzgehalt des Wassers wird um den Anteil der Karbonathärte erniedrigt. Das schwachsaure Kationenaustauschharz wird mit Salzsäurelösung (HCl) regeneriert.

3.3 Vollentsalzung

Bei der Vollentsalzung mittels Ionenaustausch werden die gelösten Salze dem Wasser entzogen. Das Wasser wird entsalzt, deionisiert, demineralisiert. Das Kationenharz ist in der "H-Form", das heisst, das Harz nimmt sämtliche Kationen, die das Trinkwasser mitführt, auf und gibt dafür H-Ionen an das Wasser ab. Das Anionenharz in der "OH-Form" nimmt gegen Abgabe der OH-Ionen sämtliche im Wasser mitgeführten Anionen auf.

3.4 Umkehrosmose

Die Entsalzung von Wasser durch Umkehrosmose wird erreicht, indem Wasser unter Druck durch eine Membrane gepresst wird. Da die Membrane nahezu undurchlässig für die im Wasser befindlichen gelösten Substanzen ist, aber durchlässig für reines Wasser ist, wird auf der einen Seite das Wasser eingedickt, also konzentriert, während auf der anderen Seite ein salzarmes Wasser entsteht. Das Konzentrat, dessen Anteil ca. 25 % beträgt, führt ca. 90 bis 99 % der im Rohwasser gelösten Inhaltsstoffe ab. Der Reinwasser- oder Permeatanteil, der über 75 % der ursprünglichen Rohwassermenge beträgt, ist weitgehend frei von Salzen.

4. Vergleich der Anlagenkosten

Beim Vergleich der Investitionskosten der unter 3.1-3.4 vorgestellten Aufbereitungsverfahren wurde von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| a) Leistung der Anlagen | : 6 m ³ Wasser/Stunde |
| b) Wasseranalyse | : 20° dH Gesamthärte |
| | 14° dH Karbonathärte |
| | 6° dH Nichtkarbonathärte |
| | 385 g/m ³ Gesamtsalzgehalt |

c) Salzkosten	: DM 35.--/100 kg
d) Kosten Salzsäure	: DM 30.--/100 kg
e) Kosten Neutrallauge	: DM 50.--/100 kg
f) Stromkosten (Osmose)	: DM 0.12/m ³
g) Wasserkosten	: DM 2.50/m ³

Die Aufbereitungsanlagen sind als einstrahlige Anlagen ausgelegt. Die Abwasserneutralisation ist nicht mit berücksichtigt.

Aus diesen Werten ergeben sich folgende Anlagenkosten:

Tabelle 1

Enthärtungsanlage (Na-Austauscher)	ca. DM 7.600.--
Entcarbonisierung (H-Austauscher)	ca. DM 17.000.--
Vollentsalzung (K-A, zweistufig)	ca. DM 45.000.--
Umkehrosmose mit vorgeschalteter Enthärtung	ca. DM 98.000.--

5. Vergleich der Aufbereitungskosten (DM/m³)

Die Aufbereitungskosten in DM/m³ wurden aufgrund des für den Betrieb der jeweiligen Aufbereitungsanlage benötigten Chemikalbedarfs bzw.

Strombedarfs (Osmose) errechnet. Nicht enthalten sind Bedienung; Verschleiß, Verzinsung und Abschreibung.

Im einzelnen errechnen sich folgende Kosten für die verschiedenen Aufbereitungsverfahren:

Tabelle 2

Enthärtung (Na-Austausch)	DM 0.44/m ³
Entcarbonisierung (H-Austausch)	DM 0.22/m ³
Vollentsalzung (zweistufig)	DM 1.51/m ³
Umkehrosmose mit vorgeschalteter Enthärtung	DM 1.76/m ³

6. Das Korrosionsverhalten der aufbereiteten Wasser

6.1 Einsatz von enthärtetem Wasser

Bei der Enthärtung eines Wassers durch Neutralaustausch werden die

Härtebildner (Schutzschichtbildner) des Wassers entfernt. Die korrosiv wirkenden Wasserinhaltsstoffe (z.B. Chloride) durchlaufen dagegen die Enthärtungsanlage in unveränderter Höhe. Das so aufbereitete härtefreie Wasser kann naturgemäss auch bei einer Eindickung im Luftwascher nicht mehr zu Härteablagerungen führen. Bei gleichbleibendem Gehalt an Chloridionen, Sauerstoffsättigung und der Abwesenheit von Härtebildnern wird die Korrosivität des Wassers wesentlich erhöht.

6.2 Entcarbonisiertes Wasser

Im Gegensatz zum vorher genannten Verfahren werden bei dieser Art der Aufbereitung nur die Härtebildner aus dem Wasser entfernt, die als sogenannte Karbonathärte vorliegen. Die gesamte Karbonathärte wird in korrosive Kohlensäure überführt. Diese korrosive Kohlensäure kann im Luftwascher durch Rieselentgasung zum Teil entfernt werden. In der Praxis bleibt aber oft ein nicht unerheblicher Anteil an korrosiver Kohlensäure im Wasser zurück. Die Nichtkarbonathärte und der Gehalt an korrosionsfördernden Chloridionen des Rohwassers werden durch das Aufbereitungsverfahren nicht verändert. Dieses Wasser ist unter Berücksichtigung des Einsatzes nicht korrosionsfester Werkstoffe, als sehr korrosiv zu bezeichnen.

6.3 Vollentsalzung und Osmose-Wasser

Bei der Vollentsalzung mittels Ionenaustauscher werden alle Ionen aus dem Wasser entfernt. Durch die fehlende Pufferkapazität des Wassers (salzfrei) bei gleichzeitiger Sauerstoffsättigung steigt die Korrosivität dieses Wassers stark an.

Diese korrosionschemische Betrachtung gilt auch für Osmose-Wasser, da auch hier ein extrem salzarmes Wasser entsteht, welches korrosionschemisch ein ähnliches Verhalten wie vollentsalztes Wasser zeigt.

7. Wassernachbehandlung

Die Wassernachbehandlung soll dem Korrosionsschutz und der Vermeidung von Inkrustationen dienen. Für den Korrosionsschutz kommen Stoffe in Frage, die die Ausbildung von Schutzschichten begünstigen und Stoffe, die die Wirkung von Sauerstoff und anderen Oxidationsmitteln aufheben. Unter der Annahme, dass nicht korrosionsfeste Werkstoffe installiert sind, kann davon ausgegangen werden, dass Wasser verschiedener Qualität (Wasserinhaltsstoffe) und Wasser, die eine Wasseraufbereitung durchlaufen haben, als korrosiv zu bezeichnen sind.

In Abhängigkeit von der eingesetzten Wasseraufbereitung bzw. von der Qualität des Rohwassers werden verschiedene Nachbehandlungschemikalien eingesetzt.

Beim Einsatz von aufbereitetem (enthärteten, entkarbonisierten und voll-entsalztem) Wasser, ist der Einsatz eines Korrosionsinhibitors zu empfehlen, der unabhängig von der Wasserhärte einen Korrosionsschutz der installierten Materialien bietet.

7.1 Trinkwassernachbehandlung

Um eine optimale Qualität des aufbereiteten Trink- und Brauchwassers zu erhalten, sollte daher eine Nachaufbereitung des Leitungswassers vorgenommen werden. Deren wesentliche Ziele sind die Verhinderung von Kalkablagerungen und Korrosion, wodurch oft ganz erhebliche Kosten durch Reparaturen und Energieverluste vermieden werden.

Um eine Gesundheitsgefährdung der Verbraucher durch die zu verwendenden Chemikalien bei der Aufbereitung sicher auszuschliessen, wurde für Deutschland eine Verordnung über den Zusatz fremder Stoffe bei der Trinkwasseraufbereitung erlassen (19.12.59, geändert am 31.1.1975 TA-V0).

In dieser Verordnung sind die zugelassenen Chemikalien zur Entkeimung, Enteisung, Entmanganisierung, Entsäuerung (d.H. pH-Wert bis 7,5) z.B. mittels der Salze: Calcium, Magnesium, Natrium - Hydroxid, Oxid, Carbonat) und zur Herabsetzung erhöhter Alkalität mit Schwefelsäure oder Salzsäure aufgeführt.

Weiter sind zur Schutzschichtbildung, zur Verhütung von Korrosion und zur Verhinderung von Kesselsteinbildung Zusätze von Phosphat, Polyphosphat und Silikat zugelassen. Nach abgeschlossener Aufbereitung dürfen im Wasser maximal 5 mg/l Phosphat als P_2O_5 und maximal 40 mg/l Silikat als SiO_2 enthalten sein.

Diese letzten Angaben machen deutlich, dass nur eine exakte Dosiertechnik in der Lage ist, diese geringen Mengen fehlerfrei dem Wasser zuzuspeisen. Vom DVGW (Deutscher Verband von Gas- und Wasserfachleuten) werden aus diesem Grunde elektrische Dosierpumpen empfohlen.

7.2 Wassernachbehandlung in Kühl- und Klimakreisläufen

Ein breites Spektrum an Forderungen wird an Inhibitorgemische gestellt, die für die Anwendung in industriellen Wassersystemen vorgesehen sind:

- Verhinderung der galvanischen Korrosion
- Verhinderung von Sauerstoffkorrosion
- Härtestabilisierung
- Dispergierung von Feststoffteilchen

- Härte- und pH-Wert unabhängiger Korrosionsschutz
- gute Handhabungseigenschaften
- einfacher und schneller chemischer Nachweis.

Diese Anforderungen wurden weitgehend erfüllt von einem Inhibitorgemisch (VARIDOS KK).

Die Verhinderung der galvanischen Korrosion wurde nach ASTM und in Langzeit-Testreihen geprüft. Aufgrund der ausgezeichneten Ergebnisse kann von einer sehr guten Korrosionsschutzwirkung für die untersuchten Werkstoffe gesprochen werden.

Der Härtegrad des zu behandelnden Systemwassers kann zwischen 0° dH und 50° dH schwanken.

Die eingearbeiteten Härtestabilisatoren und Dispergatoren verhindern bei härtehaltigem Wasser die Ausbildung von kristallinen Ablagerungen im System und sorgen für einwandfrei saubere Wärmeübergangsflächen. Chlorid- und Sulfat-Gehalte bis 500 mg/l sind zulässig. Durch eine Schnellbestimmung lässt sich die Inhibitorkonzentration schnell und problemlos auch von chemisch nicht geschultem Wartungspersonal messen. Dies ist besonders wichtig im Hinblick auf einen zuverlässigen Korrosionsschutz und die Wirtschaftlichkeit. Beide Faktoren hängen von der Einhaltung der vorgeschriebenen Anwendungskonzentration des Inhibitors im Umlaufwasser ab.

Adresse des Autors:

R. Scharmann, Dipl.Ing.

Leiter der Anwendungstechnik

Schilling-Chemie GmbH u. Produktions KG

Steinbeisstraße 20-22, 7141 Freiberg/N

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

Erfahrungen mit dem Betrieb einer Osmoseanlage für Dialyse- zwecke

R.-D. Böckmann, Köln

1. Einleitung

Hämodialysegeräte benötigen zum ordnungsgemäßen Betrieb ein entsprechend geeignetes Wasser (Reinwasser), aus dem durch Zumischung von Dialysat-Konzentrat das eigentliche Waschwasser (Dialysierflüssigkeit) hergestellt wird. Da der Patient mit großen Wassermengen (bis 30.000 Liter/Jahr) in Berührung kommt und dialysable Stoffe über die Dialysatormembran direkt ins Blut des Patienten gelangen können, sollte Dialysierflüssigkeit seitens der Anforderungen an die Qualität der Herstellung bzw. Aufbereitung wie ein Medikament angesehen werden. Andererseits fällt Dialysierflüssigkeit und somit DialysatKonzentrat und das zur Aufbereitung verwendete Wasser nicht unter das Arzneimittelgesetz, weil im Dialysator nur über Osmose ein Kontakt zum Patienten hergestellt wird und dieses im Sinne des Arzneimittelgesetzes nicht als direkter Kontakt zum Patienten anzusehen ist (1).

2. Umkehrosmose

In der Zentrumsdialyse ist heute das gebräuchlichste Verfahren zur Herstellung des Reinwassers die umgekehrte Osmose (Umkehrosmose) (2), bei der aufgrund eines mechanischen Druckgefälles das Wasser an einer Membran hindurchtritt (Permeat) während Verunreinigungen zurückgehalten werden. Die Qualität des Permeats richtet sich im wesentlichen sowohl nach der Beschaffenheit der Membran als auch dem Wirkungsgrad (Ausbeute) der Anlage, d.h. dem Verhältnis von erzeugtem Permeat zum dazu erforderlichen Rohwasser. Unter bestimmten Umständen ist es mit diesem Verfahren auch möglich, steriles und pyrogenfreies Wasser herzustellen.

3. Anforderungen an die Wasserqualität

Nicht jedes als Trinkwasser zugelassene Leitungswasser ist für die Herstellung von Dialysierflüssigkeit geeignet. Problematisch ist bei der Beurteilung der Wasserqualität im Hinblick auf die Eignung für Dialyse Zwecke, daß es weder von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) noch im Deutschen oder Europäischen Arzneimittelbuch Richtlinien oder Empfehlungen für die Wasserqualität in der Dialyse gibt. Aber gerade die Wasserqualität hat einen direkten entscheidenden Einfluß auf die Komplikationsrate für Dialysebehandlung, wie z.B. Hartwassersyndrom bei zu großem Kalziumgehalt, Infektionen oder pyrogene Reaktionen. Hinzu kommen noch langfristige Gefahren, die durch Spurenelemente verursacht werden, die grundsätzlich im Leitungswasser zu finden sind und in der Dialyse im wesentlichen durch die großen zur Anwendung kommenden Wassermengen sich schädlich auswirken können, wie z.B. Schwermetalle, Kupfer (3), Aluminium (4), Nitrate, Nitrite, Chloramine (5), Phosphate, Fluor, Arsen, etc.

Als Richtwert können derzeit aber die Empfehlungen von CSA (6) oder AAMI (7) herangezogen werden, die beide in Tabelle 1 angegeben sind.

Substanz	AAMI Empfehlung mg/l	CSA Empfehlung mg/l
Kalzium	10	0,5
Magnesium	4	0,3
Natrium	70	3
Kalium	8	0,2
Fluoride	0,2	0,2
Chlorine	0,5	0,5
Chloramine	0,1	0,1
Nitrate	2	2
Sulfate	100	100
Kupfer, Barium, Zink	je 0,1	je 0,1
Arsen, Chrom, Blei, Silber	je 0,05	je 0,05
Cadmium, Selen, Aluminium	0,01	je 0,01
Quecksilber	0,002	0,0002
Keimzahl	100/ml	100/ml

Tabelle 1: Vergleich der Empfehlungen von AAMI (7) und CSA (6) für die Qualität von Wasser, daß für Dialyse Zwecke geeignet ist.

4. Desinfektion von Wasseraufbereitungsanlagen

Eine Verkeimung von Wasseraufbereitungsanlagen durch z.B. Keime aus dem Rohwasser oder retrograd vom Dialysegerät ausgehend, ist grundsätzlich nicht auszuschließen. Aus diesen Gründen müssen sowohl die Umkehrosmose-Anlage als auch das Rohrleitungssystem auf der Permeatseite desinfiziert werden. Früher wurde diese Desinfektion rein prophylaktisch im fest vorgegebenen Zeitabständen z.B. wöchentlich durchgeführt, unabhängig davon, ob eine Verbindung der Anlage (Keimzahlen größer 100/ml) vorgelegen hat oder nicht. Zum Teil wurden aus hygienischen Überlegungen heraus die ganzen Anlagen täglich nach Beendigung der Behandlungen unter Desinfektionsmittel gesetzt und zu Beginn des nächsten Tages freigespült. Von dieser Desinfektionspraxis ist man jedoch heute auf Grund der Gefährlichkeit, die von Desinfektionsmitteln ausgeht, abgekommen. Die Entscheidung zur Desinfektion wird von der Keimzahl abhängig gemacht und somit in regelmäßigen Abständen, Wasserproben an verschiedenen Stellen der Anlage vom Hygieniker auf Keimzahl, gegebenenfalls auch auf Keimart hin, untersucht.

Die geräteseitige Ausrüstung zur Desinfektion von Wasseraufbereitungsanlagen reicht von einer rein manuellen bis zur vollautomatischen Ablaufsteuerung. Alle Verfahren haben jedoch gemeinsam, daß die letzte Entscheidung über Desinfektionsmittelfreiheit am Ende einer Desinfektion nur durch den Menschen erfolgen kann, der damit auch die Verantwortung für die Freigabe der Anlage zur Dialyse übernimmt. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß es z.Zt. keine desinfektionsmittelspezifischen Sensoren gibt, die für die tägliche Routine bei entsprechender Empfindlichkeit geeignet sind, das Vorhandensein von Desinfektionsmitteln rechtzeitig zu melden.

Als Maßnahme zur Erhöhung der Patientensicherheit haben sich folgende Hilfsmittel bzw. Ablauforganisation als nützlich erwiesen;

- Die Verantwortung für die Desinfektion der Wasseraufbereitungsanlage hat ein eng begrenzter Personenkreis, z.B. der verantwortliche Dialysearzt, die Stationschwester und der leitende Dialysetechniker.
- Vor Beginn der Desinfektion muß mindestens von einem der Verantwortlichen sichergestellt werden, daß kein Patient dialysiert wird.
- Die Desinfektionsphase kann nur durch Schlüsseltaster, von denen wiederum nur die Verantwortlichen einen Schlüssel besitzen, in Betrieb genommen werden.
- Der Beginn der Desinfektionsphase wird an zentraler, gut sichtbarer Stelle oder in den Dialyseräumen durch eine gelbe Blinkleuchte angezeigt.
- Der Vorratsbehälter für das Desinfektionsmittel darf nur während der Desinfektionsphase an das Rohrleitungssystem der Wasserversorgungsanlage angeschlossen sein.
- Die Anschlußstelle für das Desinfektionsmittel ist durch geeignete Sicherheitseinrichtungen, z.B. Endschalter, zu überwachen und der Betrieb der Umkehrosmoseanlage entsprechend zu verriegeln. Sobald Desinfektionsmittel angeschlossen wird, bleibt die Umkehrosmoseanlage unmittelbar stehen und es wird ein optischer und akustischer Alarm auf der Dialysestation gegeben. Die Umkehrosmoseanlage läßt sich jetzt nur noch durch Betätigung des Schlüsseltasters zur Einleitung der Desinfektion wieder in Betrieb nehmen.

- Die Verriegelung zwischen Desinfektionsphase und Normalbetrieb muß sicher und zuverlässig sein, um ein ungewolltes und unbemerktes Einspülen von Desinfektionsmittel in das Rohrleitungssystem ausschließen zu können.
- Am Ende der Desinfektion ist nach der Freispülphase von den Verantwortlichen die Desinfektionsmittelfreiheit des Wasserrohrleitungssystems sowohl an allen Abnahmestellen als auch am Ende zu überprüfen und schriftlich im Desinfektionsprotokoll zu bescheinigen.
- Nach der Überprüfung der Desinfektionsmittelfreiheit darf die Wasseraufbereitungsanlage wieder für die Dialyse freigegeben werden.
- Die Freigabe und damit verbunden die Ausschaltung der Alarmeinrichtungen für die Desinfektion darf ebenfalls nur über einen Schlüsseltaster erfolgen.
- Um die Verantwortlichkeit für die Desinfektion und die damit verbundenen Gefahren besonders hervorzuheben, ist ein schriftliches Desinfektionsprotokoll über den gesamten Ablauf zu erstellen und von den jeweils Verantwortlichen zu entsprechenden Arbeitsschritten schriftlich zu bestätigen. Gegebenenfalls kann dieses Protokoll auch vom verantwortlichen Arzt gegengezeichnet werden.

5. Rohrleitungssystem

Wird eine Umkehrosmoseanlage an ein Wasserversorgungsnetz angeschlossen, welches gleichzeitig zur Trinkwasserversorgung dient, sind die Anforderungen nach DIN 1988 Teil 4 zu beachten. Dies gilt insbesondere, wenn ein Enthärter vorgeschaltet ist oder die Umkehrosmoseanlage desinfiziert werden muß.

Als Mindestabsicherung wird ein Rohrtrenner der Einbauart 1 angesehen, wenn kein Formalin als Desinfektionsmittel be-

nutzt wird. Sollte Formalin zur Anwendung kommen, muß ein Rohrtrenner der Einbauart 2 eingesetzt werden, bei dem eine Verbindung der Anschlüsse im Rohrtrenner nur bei definiertem Wasserverbrauch, erfolgt. Selbstverständlich sind auch höherwertige Sicherheitsmaßnahmen wie z.B. freier Auslauf des Trinkwassers vor der Umkehrosmoseanlage zulässig.

Die zur Anwendung kommenden Materialien müssen zum einen für die Desinfektionsmethode geeignet sein und zum anderen dürfen sie weder Kupfer noch Aluminium enthalten. Beide Materialien haben über eine längere Zeit gesehen eine toxische Wirkung auf den Patienten. Es empfiehlt sich, die Leitungen und alle Bauteile, die mit Weichwasser oder Reinwasser in Berührung kommen, aus z.B. V4A-Stahl oder einem Kunststoff, dessen biologische Eignung nachgewiesen ist, sicherzustellen. Üblicherweise wird heute in diesem Bereich PVC eingesetzt, wobei zu bemerken ist, daß die Frage der Gefährdung durch spezielle Weichmacher noch nicht abschließend geklärt ist.

Bei der Leitungsverlegung ist darauf zu achten, daß im gesamten Bereich, in dem sich bestimmungsgemäß Reinwasser für die Dialyse befindet, nicht durchströmte Hohlräume grundsätzlich zu vermeiden sind. Derartige Hohlräume können sein:

- Konstruktiv bedingte Hohlräume in Armaturen, wie z.B. Absaugventil, Druckmanometer, Überströmventil, Leitfähigkeitssonde, etc.
- Umgehungsleitungen für Ventil- oder Filterkombinationen, die in der Regel abgesperrt und nur im Bedarfsfall geöffnet werden.
- Stichleitungen für die Notversorgung mit Weichwasser bei Ausfall der Umkehrosmoseanlage
- Das abgeschlossene Ende einer Versorgungsleitung, das nicht ständig durchgespült wird.

Diese nicht durchströmten Hohlräume haben den Nachteil, daß:

- Desinfektionsmittel eindiffundieren können und in der Freispülphase nicht gründlich ausgespült werden und somit z.B. bei Änderung der Strömungsverhältnisse als geschlossener Bolus in die Anlage gelangt.
- im stehenden Wasser sich regelrechte Keimnester bilden, die dann eine permanente, vorzeitige Verseuchung der Wasseraufbereitungsanlage verursachen.

Empfehlenswert ist bei zentraler Wasseraufbereitung ein Rohrleitungsnetz, bei dem alle Verbraucher hintereinander geschaltet werden und das Ende dieser Leitung mit einem Bypass-Drosselventil abgeschlossen wird, an dem auch bei maximalem Wasserverbrauch noch eine ausreichende Strömung erzielt wird. Die Anschlüsse der Dialysegeräte sind dabei so kurz wie möglich zu halten. Zur Aufrechterhaltung des Druckes in der "Ringleitung" wird diese durch ein Überströmventil, welches parallel zum Bypass-Drosselventil liegt, abgeschlossen.

Für die Wasser-Notversorgung der Dialysestation bei Ausfall der Umkehrosmose wird üblicherweise Weichwasser verwendet, da ohnehin bei Umkehrosmoseanlagen häufig ein Enthärter zum Schutz der Module vorgeschaltet werden muß. Die Weichwasser-einspeisung ist dabei so zu legen, daß die Strömungsverhältnisse innerhalb des Rohrleitungssystems unverändert bleiben. Während der Weichwasserversorgung für die Dialysegeräte ist eine entsprechende Kontrollanzeige auf den Dialysestationen erforderlich. Gleichzeitig ist die Resthärte des Weichwassers ständig zu kontrollieren und bei Überschreitung der Grenzwerte die Wasserzuführung bei gleichzeitiger Alarmgabe abzusperren.

6. Literatur

- /1/ Böckmann, R.-D., Studie zur Verbesserung der Sicherheit von Dialyseverfahren und Dialysegeräten, herausgegeben vom Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes NRW, Düsseldorf 1980
- /2/ Tersteegen, B. Das Verfahren der umgekehrten Osmose und eine Verwendbarkeit zur Herstellung von Spüllösungen für künstliche Nieren, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für klinische Nephrologie, Band II/1973, Nr. 1 und 2, S. 87-104
- /3/ Molter, B.J. et al Lethal copper intoxication in hemodialysis, Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Organs, Vol. XV (1969), S. 309-315
- /4/ Kobren, L., et al Investigation of the risks and hazards associated with hemodialysis devices, FDA-report 233-785046, Silver Spring MD 20910, 1980
- /5/ Kjellstrand, C.M., et al Hemolysis in dialized patients caused by chloramines, Nephron, Vol. 13 (1974), S. 427-433
- /6/ Canadian Standard Association. Fluid supply systems and accessories for hemodialysis, Draft CSA standard Z 364.2, 1978
- /7/ Association for the Advancement of Medical Instrumentation. Standard for Hemodialysis Systems (proposed), AAMI HS-P 12/79

Dr.-Ing. R.-D. Böckmann
TÜV Rheinland e.V.
Prüfstelle für Medizinische Technik
Am Grauen Stein 1
5000 Köln 91

Desinfektion und Neutralisation von Abwasser
von C.-D. Clodius, Berlin

1. Vorbemerkung

Desinfizieren heißt einen Gegenstand in den Zustand zu versetzen, daß er nicht mehr infizieren kann. Städtisches Abwasser enthält aber immer krankmachende Keime, vor allem die Erreger übertragbarer Darmkrankheiten (Typhus, Paratyphus, Enteritis und Ruhr). Diese Krankheitserreger stammen in der Hauptsache von Personen, die mit ihren Abgängen ständig pathogene Keime ausscheiden, ohne klinisch erkrankt zu sein. Insofern unterscheidet sich das Abwasser allgemeiner Krankenhäuser in seiner mikrobiellen Zusammensetzung nicht von dem häuslichen Schmutzwasser und bedarf somit keiner anderen Behandlung als das Abwasser einer Gemeinde. Entwässern Krankenanstalten mit Infektionsstationen in ein öffentliches geschlossenes Kanalnetz und wird die vorgeschriebene Desinfektion am Krankenbett einwandfrei durchgeführt, schon zum Schutz des Personals und der anderen Abteilungen, so kann auf eine nochmalige zentrale Desinfektion verzichtet werden, da durch die Abwässer der Gemeinde eine hinreichende "Verdünnung" der noch pathogenen Keime erfolgt und durch eine Desinfektion keine Verminderung der Krankheitserreger im Gesamtabwasser erreicht würde. Dies ist jedoch nur insofern gegeben, daß es zu keinem Mißverhältnis zwischen der Bettenzahl für Infektionskranke und der an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Bevölkerungszahl kommt. Dies ist jedoch bei zentralen Tuberkuloseheilstätten, die in landschaftlich und luftklimatisch günstigen Gegenden liegen, leicht gegeben. Hinzu kommt noch, daß in derartigen Fällen durch die Desinfektionsmittel, die am Krankenbett zugesetzt werden, eine toxische Wirkung auf die mikrobiellen Abbauvorgänge in der gemeindlichen Kläranlage ausgeübt werden und es dadurch zu

einer ungenügenden Keimverminderung kommt. Vielfach werden dann noch die so behandelten Abwässer in zu kleine Vorfluter (Bach o.ä.) eingeleitet, so daß es zu einer unmittelbaren Gefährdung der Anlieger und eventuell des vorhandenen Weideviehs kommen kann.

Werden Krankenhäuser mit Sonderisoliereinrichtungen betrieben oder besteht ein Mißverhältnis zwischen den Infektionsstations-Bettenzahlen und der sonstigen häuslichen Schmutzwassermengen, so ist einerseits eine Desinfektion und andererseits gegebenenfalls eine eigene mechanisch-biologische Behandlung mit entsprechend verlängerten Aufenthaltszeiten in der Belegung zu fordern, wobei der Nachklärung noch eine Desinfektion anzuschließen ist.

2. Planung und Bemessung

Für die Planung und Bemessung von Krankenhausabwasserentsorgungsanlagen ist eine konstruktive Zusammenarbeit zwischen den genehmigenden Behörden, dem Bauherrn (Geldgeber), den für die Planung und Ausführung Verantwortlichen und möglichst vom späteren Betreiber erforderlich.

Da sich der Verwendungszweck eines Krankenhauses nicht für die Abschreibungszeit der Bausubstanz festlegen läßt und sich jederzeit ändern kann (Epidemien o.ä.), wird empfohlen, bereits beim Neubau eines Krankenhauses den Platz für eine Desinfektionsanlage vorzusehen und unbedingt frei zu halten.

Da die Abwasserdesinfektion in Krankenhäusern nur auf die entsprechenden Infektions- oder Sonderisolierstationen beschränkt werden soll, ist für eine eventuelle Erweiterung dieser Bereiche eine variable und zugängliche Gebäudeentwässerung anzustreben, die ohne großen

Aufwand eine Anpassung für den jeweiligen Verwendungszweck ermöglicht.

Für die Bemessung von Abwasseranlagen sind die Wasserbedarfszahlen (200 - 1000 l/Patient . d) und der Stundenspitzenablauf (0,2 x Tagesmenge) maßgebend. Sollte eine mechanisch biologische Behandlung notwendig sein, ist die Belebungsstufe als Schwachlastanlage auszulegen und ggf. die theoretische Verweilzeit zu erhöhen, da durch die krankenhausbedingte Beigabe von Hemmstoffen (Antibiotika, Chemotherapeutica und Desinfektionsmittel) ein ungenügender aerober Abbau, Schwamm- und Schlammfällbildung und eine unzureichende Ausfällung des Schlammes bemerkbar ist. Sollten sehr heterogene Abwasserstöße auftreten, ist für die Desinfektion und Neutralisation ggf. ein Ausgleichsbecken oder bei biologischer Behandlung eine vergrößerte Vorklärung vorzusehen.

3. Verfahren zur Abwasserdesinfektion

Man unterscheidet zwischen den chemischen Verfahren und den physikalischen Verfahren. Die physikalische Keimabtötung erfolgt durch energiereiche Strahlungseinwirkung von ultraviolettem Licht, Röntgen- oder radioaktiven Strahlen oder durch mechanische Zerstörung der Zelle beim Erhitzen. Die Wirkung chemischer Oxydations- bzw. Desinfektionsmittel beruht auf dem Eindringen der Substanz durch die Zellwand ins Zellinnere und nachhaltiger Störung des Stoffwechsels (Enzymsystem). Toxische Substanzen behalten ihre Wirkung und sind nicht durch biologische Abbauprozesse unschädlich zu machen und stören diese sogar. Die oxydativ wirkenden Desinfektionsmittel wirken nur während des Oxydationsvorganges giftig, da deren Reaktionsprodukte unschädlich sind. Für die technische Anwendung und von wirtschaftlicher Bedeutung sind aus

beiden Gruppen nur zwei Verfahren, nämlich die Chlorung und die thermische Abwasserbehandlung.

3.1 Chlorung

Vor der Anwendung der Chlorung ist eine mechanisch-biologische Vorbehandlung notwendig (DIN 1952o.5.6). Der Ablauf der Kläranlage kann dann mittels der verschiedenen Chlorungsverfahren desinfiziert werden. Jedes Wasser besitzt ein Chlorbindungsvermögen (Chlorzehrung), das seinem Gehalt an oxydierbaren Inhaltsstoffen entspricht. Die Chlorzehrung steigt bei höherem Chlorzusatz so stark an, daß die verbleibende Konzentration an wirksamem Chlor nach Durchlaufen eines Maximums wieder kleiner wird. Sind alle Inhaltsstoffe chloriert und oxydiert, steigt die Kurve wieder nach einem Minimumwert (Knickpunkt) an. Für den Nachweis des Chlorüberschußgehaltes ist die Überwindung des Knickpunktes für die Sicherstellung der Desinfektionswirkung wichtig.

Der Schlamm infektiöser Abwässer bedarf einer gesonderten Behandlung, da diese erst nach dem Absetzen gechlort werden. Eine sichere Desinfektion des Schlammes ist nur bei Trocknungstemperaturen über 100°C gegeben, sonst sind diese Schlämme grundsätzlich auszufaulen, ggf. ist eine Abfuhr in die Schlammbehandlungsanlage eines Klärwerks möglich.

Die Realisierung einer Chlor-Desinfektionsanlage in einem innerstädtischen Krankenhaus wird kaum möglich sein, da eine mechanisch-biologische Kläranlage sowie Schlammbehandlungsanlagen dazu erforderlich sind, um eine wirkungsvolle Desinfektion mit Chlor durchzuführen. Dieses ist meistens aus Platzmangel und wegen der unvermeidlichen Geruchsbelästigung unmöglich.

3.2 Thermische Desinfektion

Voraussetzung für die Wirksamkeit des Verfahrens ist eine Zerkleinerung der Abwasserinhaltsstoffe bis zu einer "Korngröße" von max. 0,5 mm. Anschließend muß das homogenisierte Abwasser auf eine Temperatur von 105-112° C bei einer Verweildauer von 10-20 min. gebracht werden.

Der sorgfältige Umgang mit Energie verbietet fast von selbst den Betrieb von Desinfektionsanlagen ohne Wärmerückgewinnung, zumal für die Einleitung in die öffentliche Kanalisation gewisse Einleitungstemperaturen (meist 35° C) nicht überschritten werden dürfen, sind noch erhebliche Frischwassermengen notwendig, die bei Anlagen mit Wärmerückgewinnung im Gegenstrom gespart werden können.

4. Neutralisation

Saure Abwässer werden mit basischen Reaktionsmitteln und alkalische Wässer mit Säuren auf einen vorgegebenen pH-Wert um den Neutralpunkt eingestellt. Im allgemeinen ist bei der Neutralisation im abwassertechnischen Sprachgebrauch die Einhaltung eines pH-Bereiches von 6,5-10 (9,5) für die Einleitung in Kanalisationen, Kläranlagen und Gewässer erforderlich. Bei der Reaktion zwischen Säure und Lauge entstehen je nach Einsatzmittel Salze in gelöster Form oder wasserunlösliche Reaktionsprodukte, die gegebenenfalls in einer Sedimentationsstufe abgetrennt werden müssen.

Zur Neutralisation saurer Abwässer verwendet man basische Stoffe, dies kann durch Einleitung in Behälter mit festen Neutralisationsmitteln für salz- und salpetersaure Abwässer geschehen, da die Reaktionsprodukte wasserlöslich sind. Jedoch sind derartige Be-

hälter durch feste Abwasserinhaltsstoffe verstopfungsgefährdet.

Für schwefel- und phosphorsaure Abwässer können nur flüssige Neutralisationsmittel verwendet werden, da die schwer löslichen Reaktionsprodukte sich auf dem Neutralisationsmittel ablagern und diese unwirksam machen.

Alkalische Abwässer lassen sich mit Kohlendioxid (CO_2) neutralisieren. Die dabei entstehenden Karbonate und Bikarbonate verhalten sich neutral.

5. Zusammenfassung

Wie die Ausführungen zeigen, ist es nicht möglich, Rezepte für eine Abwasserdesinfektion oder Neutralisation zu geben. Für jedes einzelne Problem sollte eine maßgeschneiderte Lösung, die auf das örtliche Problem zugeschnitten ist, gesucht werden. Dies ist nur in enger Zusammenarbeit von erfahrenen spezialisierten Ingenieuren und Hygienikern zu erreichen, indem durch seuchenhygienische und technische Maßnahmen die Voraussetzungen für die wasserwirtschaftliche Sicherstellung der Volksgesundheit gegeben werden.

6. Literatur

- (1) ATV Arbeitsblatt A 115, Hinweise für das Einleiten von Abwasser in eine öffentliche Abwasseranlage
- (2) ATV, Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik Band II, 2. Ausg.
- (3) Bundesgesundheitsblatt 18 (1975), 159-160, Merkblatt: Einleitung von Krankenhausabwasser in die Kanalisation

- (4) Bundesgesundheitsblatt 21 (1978), 34
Merkblatt: Einleitung von Krankenhausabwasser in
Kanalisation oder Gewässer
- (5) DIN 1986 Blatt 1-3, Grundstücksentwässerungs-
anlagen
DIN 4045 Abwasserwesen (Fachausdrücke und Be-
griffserklärungen)
DIN 4261 Blatt 1, Kleinkläranlagen ohne Be-
lüftung
DIN 4261 Blatt 2, (Vorschlag) Kleinkläranla-
gen mit Belüftung
DIN 1952o Abwasser aus Krankenanstalten
DIN 19606 Chlorgasgeräte zur Wasserbehandlung
DIN 19607 Chlor zur Wasseraufbereitung
DIN 19608 Natrium hypochlorit zur Wasseraufbe-
reinigung
- (6) DVGW Arbeitsblatt W 203 4/64: Begriffe der
Chlorung
W 203 5/78: Begriffe der
Chlorung
W 41o Wasserbedarfszahlen
- (7) Liebmann, H.: Die Reinigung von Abwässern aus
Schlachthöfen und Krankenhäusern.
Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fisch- und
Flußbiologie, Band 8, 2. Aufl. 1970,
Verlg. R. Oldenbourg, München
- (8) Pöpel, F.: Lehrbuch für Abwassertechnik und
Gewässerschutz 1975/1980
Deutscher Fachschriften-Verlag, Wiesbaden
- (9) Vogler, P.; Hassenpflug, G.: Handbuch für
den neuen Krankenhausbau, 1962,
2. Auflage, S. 310, 314, 620

Claus-Dieter Clodius
im Institut für Wasser-, Boden- und
Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes
1000 Berlin 33, Corrensplatz 1

Behandlung von radioaktivem Klinikabwasser

D- Junker, Hannover

1. Einleitung

Klinikbetrieb bedeutet Patienten- und Laborbetrieb und damit Anfall von Abwasser. Während die radioaktiv kontaminierten Laborabwasser aus der In Vitro-Diagnostik relativ niedrig aktiv sind, sind die Abwasser aus den Therapie-Stationen "Offene Radionuklide" meistens höher aktiv und bedürfen einer besonderen Behandlung.

Die Therapie von Carzinomen oder Tumoren mit offenen Radionukliden geht von der Tatsache aus, daß das applizierte Therapeutikum durch Metabolismus an den Krankheitsherd transportiert wird. Dies bedeutet, daß der Anreicherungsgrad des Therapeutikums im zu behandelnden Organ groß sein muß, dagegen im Restkörper relativ gering sein soll. Leider gibt es bis heute noch nicht sehr viele Radiotherapeutika, die diese Anforderungen erfüllen. Bis auf kleinere Anwendungsgebiete des therapeutischen Einsatzes von ^{198}Au für die Therapie der Pleurites und für die Endolymphatische Therapie, ^{89}Sr für die Schmerzbehandlung von Knochenerkrankungen und ^{32}P für die Therapie der Polycythämia vera; hat sich die Behandlung von Schilddrüsenkarzinomen und der Therapie funktionsgestörter Schilddrüsen mittels $^{131}\text{J-NaJ}$ als therapeutisch sehr erfolgreich erwiesen. So wird in den meisten nuklearmedizinischen Kliniken diese Therapie angewandt. ^{131}J hat eine physikalische HWZ von 8 d.

2. Problemstellung

Die Therapie des Schilddrüsenkarzinoms geht einher mit einer hohen Ausscheidungsrate des Therapeutikums. So wird beispielsweise bei den Ca-Patienten über die Hälfte der applizierten Aktivität vom Patienten bereits nach 24 Stunden wieder ausgeschieden. Bei den funktionsgestörten Patienten ist die Ausscheidungsrate nicht so hoch, jedoch ist bei diesen Therapien auch die applizierte Aktivität um den Faktor 10 bis 50 mal geringer. Die über den Wasserpfad abgeleiteten radioaktiven Ausscheidungen des Patienten setzen sich im

Mittel wie folgt zusammen: 2 bis 5% über Fäkalien, 2 bis 3% über Speichel (Waschwasser), der Rest der Radioaktivität wird über den Urinpfad ausgeschieden.

Die vom Patienten ausgeschiedene Radioaktivität muß aufgefangen werden, da eine unmittelbare Ableitung der radioaktiven Abwasser in die normale Kanalisation gesetzlich in dieser Höhe nicht erlaubt ist. Nach § 46,4 der Strahlenschutzverordnung dürfen im Jahresmittel pro m³ Abwasser nur 0,06 µCi abgegeben werden. Abkling- bzw. Auffanganlagen für Therapie-Stationen, die diesen Auflagen Rechnung tragen, sind außerordentlich aufwendig und kostspielig. Deshalb wird von den Behörden als Diskussionsgrundlage für die jährliche Aktivitätsabgabe 1% der eingesetzten therapeutischen Aktivität angesehen. Bestehende Auffang- und Abklinganlagen müssen deshalb von der Funktion und vom Umfang her erweitert, neue Anlagen entsprechend ausgelegt werden.

3. Konzepte zur Entfernung der Radioaktivität aus dem Abwasser

Es gibt grundsätzlich 2 verschiedene Methoden Radioaktivität aus dem Abwasser zu entfernen:

1) Entfernen der Radioaktivität aus dem Abwasser durch Ausfällen oder Binden der Radioaktivität an Ionenaustauscher oder chemische Behandlung der Abwasser mit anschließender Überführung der radioaktiven Abwasser in einen anderen Aggregatzustand. Dabei verbleibt die Radioaktivität im Rückstand, so daß eine deutliche Volumenreduktion erreicht wird.

2) Auffangen der Radioaktivität in sogenannten Abklingbehältern und Stehenlassen der Radioaktivität für eine gewisse Zeit, der Abklingzeit. Hierbei wird das Abklingverhalten der Radioaktivität mit der Exponentialfunktion ausgenutzt.

Zu 1)

Die Entfernungsmethode durch Ausfällen oder Binden der Radioaktivität an Ionenaustauscher setzt voraus, daß die Abwasser von den Festbestandteilen abgetrennt worden sind. Da auch alle anderen Elektrolyte an den Ionenaustauscher gebun-

den werden, kann praktisch nur vorgereinigtes Abwasser über die Ionenaustauschssäulen geführt werden. Ein nicht unbedeutlicher Anteil der von den Patienten ausgeschiedenen Aktivität befindet sich aber in den Fäkalien, diese müßten separat aufgefangen und behandelt werden. Urinfiltrationsanlagen sind deshalb nur in kleineren Abteilungen für die Funktionstherapie der Schilddrüsen sinnvoll oder als Vorschaltanlagen für größere Abklinganlagen geeignet.

Die chemische Behandlung von Abwassern mit anschließender Überführung in einen anderen Aggregatzustand und separater Abtrennung der Radioaktivität ist technisch machbar, kostet aber sehr viel Energie und bedarf einer sehr aufwendigen verfahrenstechnischen Einrichtung.

Zu 2)

In der Praxis hat sich unter Berücksichtigung des Arbeits- und Personalaufwandes die Beseitigung der Radioaktivität durch Abklinganlagen nach dem Speichereffekt durchgesetzt. Hierbei wird die Radioaktivität im Urin einschließlich fester Bestandteile in Speicherbehältern aufgefangen und für eine gewisse Zeit zwischengelagert. Es sind im Allgemeinen weder spezielle Filterverfahren erforderlich, noch wird das Personal unnötig beim Austausch der Filter oder beim Entfernen und der Deposition des Fällgutes strahlenschutzmäßig belastet. Die Infektionsgefahr ist stark reduziert, da nur wenige manuelle Tätigkeiten an der Abklinganlage notwendig sind.

4. Abklinganlagen (Anlagenkonzepte)

Es gibt 3 verschiedene Abklingsysteme:

- a) Die normale Abklinganlage (diskontinuierlicher Betrieb) mit wassersparendem Zuflußkonzept
- b) Die Abklinganlage (diskontinuierlicher Betrieb) mit wassersparendem Zuflußkonzept und Vakuumsystem
- c) Die Abklinganlage im kontinuierlichen Betrieb (Kaskadenanlagen)

4.1. Diskontinuierlich arbeitende Anlage mit wassersparendem Zufluß

Die diskontinuierlich arbeitende Anlage hat gegenüber allen anderen Konzepten den Vorteil, daß bei einem unvorhergesehenen Aktivitätszufluß die Radioaktivität separat in einem Abklingbehälter entsprechend länger abklingen kann und nicht den normalen Routinebetrieb wesentlich beeinflusst. Dies trifft auch auf den Fall zu, daß verschiedene Radionuklide eingesetzt werden. Es ist denkbar, daß im Falle unterschiedlichen Aktivitäts- und Radionuklidanfalls auch verschiedene Behälter einzeln angesteuert werden.

Die gesamte Abgaberate soll kleiner 1% der applizierten Radioaktivität betragen. Es ist deshalb wichtig, daß die tägliche Volumenzufuhr minimalisiert wird, da sie bezüglich der Standzeit der Behälter nicht linear eingeht. Größerer täglicher Wasserzufluß bedeutet die Installation einer wesentlich größeren Anlage. Aus diesem Grunde sind sämtliche Wasserzuflüsse mit Sparschalter auszurüsten. Eine Rückführung des Waschwassers der Patienten zu Spülzwecken reduziert ebenfalls die täglich anfallende Wassermenge deutlich.

Zur Bestimmung der tatsächlichen Größe und Anzahl der benötigten Lagerbehälter ist die Kenntnis des Patientendurchsatzes und der applizierten Aktivität notwendig. Applizierte Aktivität bei der Carzinomtherapie: Ersttherapie 100 mCi, Folgetherapie 200 mCi ¹³¹J.

Erhebungen in der Abteilung für Nuklearmedizin der MHH haben ergeben, daß Ca-Patienten (nach Applikation von Ausscheidungsbeschleunigern zur Verringerung der Restkörperaktivität) pro Tag 10 bis 15 mal die WC's benutzen, Patienten mit niedriger Dosierung - 5 bis 10 mal. Legt man konventionelle Spülungen mit einem Spülvolumen von 9 Liter pro Spülung zugrunde, so ergibt sich bei Ca-Patienten pro Tag und Patient eine Fäkalabwassermenge von 90 bis 135 Liter, bei den anderen Patienten von 45 bis 90 Liter. Bei Toiletten mit Sparspülung dürften die Spülmengen sich im Mittel um den Faktor 3 reduzieren. Waschwasser fallen pro Tag und Pa-

tient etwa 45 Liter an, Duschwasser etwa 60 Liter pro Woche. Die Hospitalisierung beträgt bei den Ca-Patienten (Ersttherapien) in Mittel 5 bis 7 Tage, bei den übrigen 3 bis 5 Tage. Unter Berücksichtigung aller Parameter muß aus unserer Sicht die Abwasseranlage 3 verschiedene Auffang- und Beseitigungswege besitzen:

1. Fäkalabwasser der Ca-Patienten (Liegezeit der ausgeschiedenen Radioaktivität ca. 8 HWZ)
2. Wasch- und Duschwasser der Ca-Patienten, sowie Fäkalabwasser der niedrig dosierten Patienten (Liegezeit der ausgeschiedenen Radioaktivität ca. 4 HWZ)
3. Wasch- und Duschwasser der niedrig dosierten Patienten (Liegezeit der ausgeschiedenen Radioaktivität 1 HWZ)

Geht man von der Voraussetzung eines wassersparenden Spülsystems aus, so kann das benutzte radioaktivitätshaltige Waschwasser der Patienten (Abwasserpfad Nr. 3) separat aufgefangen werden und nach einer Reinigung wieder als Spülwasser für die WC's eingesetzt werden. Dies verdeutlicht Abb. 1. Demgegenüber gestellt ist in Abb. 2 das Funktionsprinzip einer Abklinganlage nach altem Konzept.

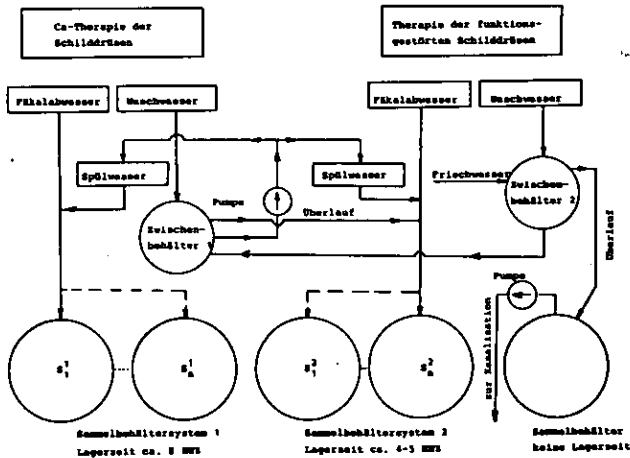


Abb. 1. Diskontinuierlich arbeitende Abklinganlage mit Wasserrückgewinnung

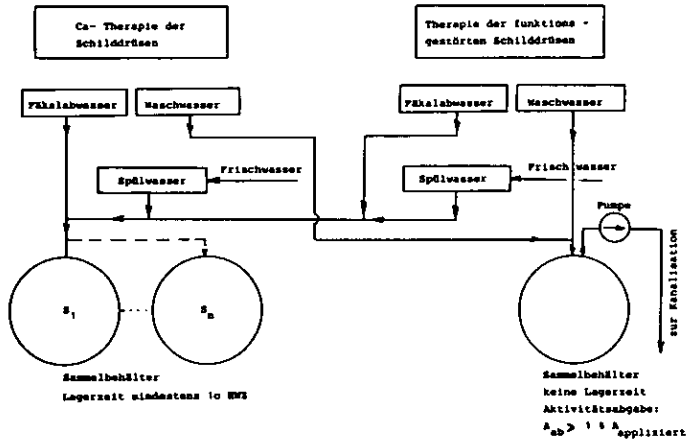


Abb. 2. Diskontinuierlich arbeitende Abklinganlage
alter Bauart

Unter der Voraussetzung des Einbaus aller wassersparenden Einrichtungen kann somit eine alte Abklinganlage kostensparend umgebaut oder eine neue errichtet werden. Eine solche Anlage hätte gegenüber anderen Systemen folgende Vorteile:

1. Relative Störanfälligkeit gegenüber sehr hohen zeitlich begrenzten Aktivitätszufuhren
2. Da kein Vakuum-System in der Anlage eingebaut ist, bleibt die Anlage beim Ausfall einzelner Behälter weiterhin funktionstüchtig
3. Es können auch verschiedene Radionuklide in der Therapie eingesetzt werden, ohne die Gesamtfunktion der Abklinganlage wesentlich zu beeinträchtigen

4.2. Diskontinuierlich arbeitende Abklinganlage mit wassersparendem Zufluß und Vakuum-System

Ein weiteres Anlagenkonzept ist die diskontinuierlich arbeitende Abklinganlage mit Vakuum-Toiletten-System, Abb. 3. Dieses Toiletten-System ist seit Jahren aus dem Schiffsbau bekannt und arbeitet dort funktionell einwandfrei und hygienisch. Der Vorteil ist, daß nur eine Entsorgungsleitung benötigt wird, so daß das System nachträglich noch in älteren

Kliniken eingebaut werden kann.

Dieses interessante, technisch aufwendige Konzept hat allerdings einige Nachteile. Es bestehen wenige Ausweichmöglichkeiten für das Speichern von Abwassern aus der Therapie mit verschiedenen Radionukliden. Außerdem ist zu berücksichtigen, da nach der 1 β - Regelung der Aktivitätsabgabe ohnehin das gesamte Waschwasser der Patienten aufgefangen und zwischengespeichert werden muß, daß sowieso eine größere Speicherkapazität erforderlich ist. Der Vorteil des reinen Vakuum-Toiletten-Systems wird durch diesen Effekt zum Teil wieder eingeschränkt. Außerdem ist noch nicht restlos geklärt, ob eine diskontinuierlich arbeitende Abklinganlage mit Vakuum-Toiletten-System insgesamt ökonomischer ist als eine Anlage ohne Vakuum-Toiletten-System.

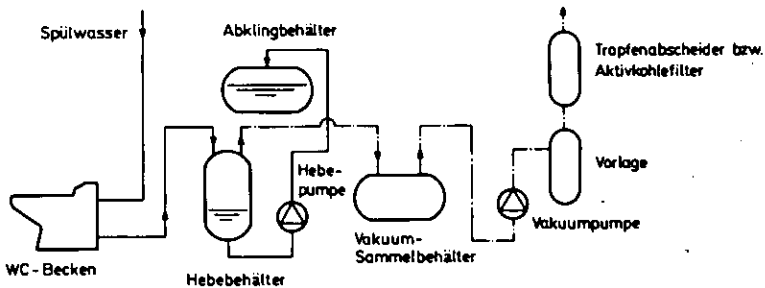


Abb. 3. Diskontinuierlich arbeitende Abklinganlage
mit Vakuum-Toiletten-System

4.3. Kontinuierlich arbeitende Abklinganlage (Kaskadenanlage)

Im Fall der kontinuierlich arbeitenden Abklinganlagen (Kaskadenanlagen) durchläuft die zugeführte Aktivität eine bestimmte Anzahl von in Reihe geschalteten Abklingbehältern, die jeweils ineinander überströmen. Dabei nimmt die Aktivitätskonzentration mit zunehmender durchlaufener Behälterzahl ab.

Im letzten Behälter der Kaskade muß die zulässige vorgegebene Konzentration erreicht werden. Das Gesamtvolumen der Anla-

ge und die Anzahl der Behälter richtet sich nach dem täglichen Zulaufvolumen und nach der maximal zulässigen Aktivitätsabgabe.

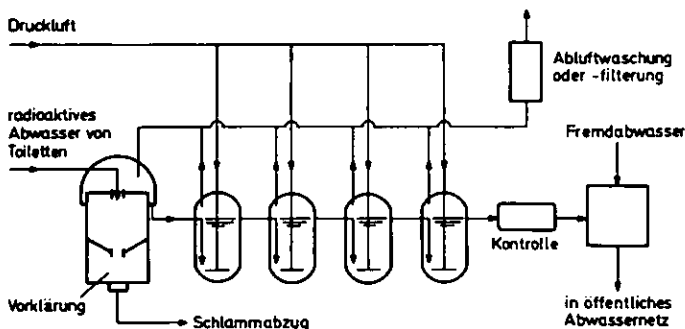


Abb. 4. Kontinuierlich arbeitende Abklinganlage
(Kaskadenanlage)

Die Zuverlässigkeit des Systems ist im hohen Maße abhängig von der homogenen Durchmischung neuer Zulaufvolumina. Wird nämlich unvorhergesehen eine hohe Radioaktivität der Kaskade zugeführt, so kommt es am Ende der Kaskade zu einer erhöhten Abgabe von Radioaktivität. Außerdem ist noch nicht restlos das Durchschlagen von bolusförmigen Radioaktivitäten geklärt. Als entscheidender Nachteil aber ist das notwendige vorherige Abtrennen der Feststoffe anzusehen, die nicht unmittelbar abgeführt werden können, sondern ebenfalls aufgefangen und gespeichert werden müssen. Außerdem existieren keine Reservevolumina zum Auffangen erhöhter Abgabeaktivitäten oder Speichern von Radionukliden verschiedener Halbwertszeiten.

5. Zusammenfassung

Aktivitätsableitungen aus dem Bereich der Diagnostik einer Nuklearmedizinischen Abteilung werden in kontinuierlich arbeitenden Laborabwassersystemen aufgefangen und gemessen. Dabei zeigt sich, daß größere Speichersysteme für die Labor-

abwasser auf Grund der geringen Aktivitäten in der Regel nicht notwendig sind.

Aktivitätsableitungen aus dem Therapeutischen Bereich müssen in jedem Fall aufgefangen werden, da die eingesetzten Radioaktivitäten um Größenordnungen höher liegen. Als ökonomisch beste Speicher- und Abklingsysteme haben sich Abklinganlagen mit wassersparenden Zuflußsystemen herausgestellt.

Einwandfrei arbeitende Abklinganlagen müssen folgende Grundvoraussetzungen erfüllen:

1. Die Wasserzufuhr muß möglichst gering gehalten werden. Die Beschränkung der Wasserzufuhr darf jedoch den normalen Klinikbetrieb nicht signifikant verändern.
2. Die Wasserzufuhr muß kontrollierbar sein.
3. Wegen der Beschränkung der Abgabeaktivitäten auf 1% der applizierten Aktivität, muß das Waschwasser der Patienten ebenfalls aufgefangen werden. Es kann gereinigt gleichzeitig als Spülwasser für die WC's wiederverwendet werden
4. Es müssen Reservevolumina vorhanden sein um unvorhergesehene Aktivitätszufuhren auffangen zu können.
5. Die Kosten einer Abklinganlage müssen wirtschaftlich vertretbar sein.

Literatur

1. Hundeshagen H., Junker D., Fitschen J.
Gesichtspunkte des Strahlenschutzes bei der nuklearmedizinischen Nachbehandlung der Schilddrüsenkarzinome
Vortrag: Deutscher Röntgenkongress, München, 9-11 April 1981
2. Junker D., Fitschen J.
Auslegung und Erweiterung von Abklinganlagen für nuklearmedizinische Radiojodtherapie entsprechend der Strahlenschutzverordnung vom 13.10.1976
Vortrag: 19.th International Annual Meeting, Society of Nuclear Medicine, Bern, Sept. 1981

3. Kemmer W.
Strahlenschutz in der Medizin
Verlag Hildegard Hoffmann Berlin, 1979
4. Rautenbach R., Melin T.
Zum Verhalten kontinuierlich arbeitender Kaskaden für
die Behandlung radioaktiver Klinikabwässer
"Das Krankenhaus" 6, 1980, S. 221 - 227
5. Strahlenschutzverordnung vom 13.10.1976
Bundesgesetzblatt, Teil 1, Nr. 125
6. Strüter H.-D., Hermsdorf H.-C.
Konzeption und Auslegungsdaten von Abklinganlagen an
nuklearmedizinischen Abteilungen
Vortrag anlässlich Fachgespräch: Überwachung der Umwelt-
radioaktivität, BGA, Neuherberg, 10-12.3.1981

Anschrift des Verfassers:

Dr. D. Junker
Medizinische Hochschule Hannover
Abt. Nuklearmedizin
Postfach 610180

3000 Hannover 61

"Einleitung von Krankenhausabwässern in die öffentliche Kanalisation - hygienische Parameter" von Edith Seeber, Bundesgesundheitsamt Berlin.

1. Epidemiologie

Kommunale Abwässer enthalten bekanntlich eine Unzahl von Mikroorganismen, worunter sich - je nach epidemiologischer Gesamtsituation - auch Krankheitserreger befinden (Abb. 1 u. 2; vergl. Tabelle 1 und 2 im Anhang (1) (2)). Diese gelangen überwiegend mit den Ausscheidungen von Mensch und Tier in das Abwasser. Diese werden während der Abwasserreinigung in konventionellen Kläranlagen selbst bei Vorhandensein einer vollbiologischen Reinigungsstufe nicht restlos entfernt, sondern sie gelangen mit dem Kläranlagenablauf ungehindert in einen Vorfluter. Da aus toxikologischen Überlegungen heutzutage zunehmend auf die früher übliche Chlorung des Kläranlagenablaufs verzichtet wird, muß in verstärktem Maße mit einem Übergang von Krankheitserregern aus gereinigten Abwässern in Fließgewässer gerechnet werden.

2. Abwasserquellen mit besonderem Belastungsgrad

Es war nicht verwunderlich, daß für das Vorkommen von Krankheitserregern in Abwässern sowie abwasserbelasteten Fließgewässern besondere Abläufe als verantwortlich angesehen wurden (3). Zwangsläufig boten sich hierfür die Abwässer von Schlachthöfen, Massentierhaltungen, Tierkörperbeseitigungsanstalten sowie vor allem von Krankenanstalten an.

Umfangreiche epidemiologische Studien an nicht darmkranken Patienten sowie andere diesbezügliche Untersuchungen

(4), (5) und (6) ergaben jedoch, daß der überwiegendste Anteil der im städtischen Abwasser enthaltenen Krankheits-erreger aus der allgemeinen Bevölkerung stammt und höchstens 5 % aus Infektionsabteilungen der Krankenhäuser. Nach den Untersuchungen von M a r c u s e und H e n z e an 18000 Patienten entfällt immerhin auf ca. 140 Probanden ein Salmonellenträger. Die Dunkelziffer der ärztlich unbehandelten Ausscheider ist somit hoch anzusetzen, zumal die meisten Betroffenen auf Grund einer fehlenden oder nur uncharakteristischen klinischen Symptomatik nichts von ihrem Ausscheidertum wissen.

Die Kommission "Desinfektion von Krankenhausabwässern" des Bundesgesundheitsamtes, die das Merkblatt M 2 "Einleitung von Krankenhausabwasser in Kanalisation oder Gewässer" erarbeitet hat (7), vertrat daher bereits 1976 den Standpunkt, daß Abwasser aus a l l g e m e i n e n Krankenhäusern in seuchenhygienischer Hinsicht nicht anders als kommunales Abwasser zu bewerten ist. Diese Auffassung ist umso mehr begründet, da nach dem Bundes-Seuchengesetz (8) bei Bekanntwerden einer meldepflichtigen Krankheit (§ 3 BSeuchG) alle als infektiös geltenden Ausscheidungen bereits am Ort der Freisetzung einer Desinfektion unterzogen werden müssen (§ 10a BSeuchG). Dieses erfolgt in der Regel am Krankbett in Form einer laufenden Desinfektion, wobei nur Mittel und Verfahren angewendet werden dürfen, die vom Bundesgesundheitsamt geprüft und in einer Liste veröffentlicht worden sind (§ 10c BSeuchG). Diese gesetzliche Maßnahme erfolgt jedoch weniger aus abwasserhygienischen Gründen, als vielmehr zur Vermeidung einer Infektionsausbreitung.

3. Einleitung von Krankenhausabwasser in die öffentliche Kanalisation

3.1 Einleitung ohne Vorbehandlung

Unter der Voraussetzung, daß Abwasser aus a l l g e m e i n e n Krankenanstalten in einer gemeindlichen Sammelkläranlage entsprechend den abwasser-

hygienischen Grundsätzen behandelt wird, kann es im Regelfall ohne Vorbehandlung in die öffentliche Kanalisation eingeleitet werden, was im einzelnen im DIN-Blatt 19520 (9) sowie aber auch im Merkblatt M 2 des Bundesgesundheitsamtes festgelegt worden ist. Es stellt daher in der Regel für das ohnehin mit Krankheitserregern belastete Siedlungsabwasser keine Mehrbelastung dar, sofern es gemeinsam mit diesem in einer ordnungsgemäß dimensionierten Sammelkläranlage mündet und behandelt wird. Als quantitativen Maßstab für den Reinigungseffekt einer konventionellen Kläranlage wird die Keimreduktion im Auslauf der Abwasserkläranlage gegenüber dem Keimgehalt im Einlauf angesehen. Tab. 3 zeigt die Verminderung des Virusgehaltes (MPNCU/10 l = most propable number of cytopathogenic Units/10 l) vom Rohabwasser-Einlauf zum geklärten Abwasser-Auslauf um mehr als zwei Zehnerpotenzen. Bezüglich der Bemessungsgrößen von Kläranlagen wird auf das DIN-Blatt 19520 Abschn. 4.3. verwiesen.

3.2 Einleitung mit Vorbehandlung

Zum Unterschied zu den Verhältnissen bei Abwässern aus allgemeinen Krankenanstalten ist bei Abwässern aus Sonderisoliereinrichtungen, wie z.B. für Tuberkulose-, Pocken- und Cholerakranke sowie aus Infektionskrankenhäusern eine Vorbehandlung notwendig. Das gleiche gilt, wenn Abwasser aus der Infektionsstation eines allgemeinen Krankenhauses ohne Vermischung mit dem Gesamtabwasser des Krankenhauses in ein Gewässer eingeleitet wird oder wenn der Abwasseranteil aus dem Infektionstrakt gegenüber dem übrigen Anfall überwiegt; ähnliche Verhältnisse bestehen bei isoliert gelegenen Spezialkliniken mit Infektionsabteilungen, die an keine Kanalisation angeschlossen sind. In all diesen Fällen ist eine Desinfektion erforderlich, die auf chemischen oder thermischen Wege vorgenommen werden kann. Dabei ist es aus seuchen-

hygienischen Gründen gleichgültig, ob einer chemischen Desinfektion zunächst eine Klärung über eine hauseigene Abwasserkläranlage vorangeschickt wird oder ob das gesamte Krankenhausabwasser einer thermischen Behandlung unterzogen wird, solange der mikrobiologische Wirksamkeitsnachweis (vgl. unter 3.3) erbracht werden kann. Am zweckmäßigsten ist es, für die unter 3.2 aufgeführten Einrichtungen die notwendige Desinfektion in der wasserrechtlichen Erlaubnis oder durch nachträgliche Anordnung sicherzustellen. Die Desinfektionsanlagen sind dabei Bestandteil der Krankenhaus-Abwasseranlage und somit Bestandteil der Genehmigung durch die zuständige Behörde.

Aus gewässerökologischen Aspekten wird heute, insbesondere bei Krankenhausneubauten, der thermischen Desinfektion der Vorzug gegeben, wobei eine nachträgliche Abkühlung des erhitzten Abwassers auf $< 35^{\circ}\text{C}$ zu beachten ist (vgl. Abschn. 5.7.3 DIN-Blatt 19520).

Bei Durchführung einer chemischen Desinfektion, die in der Regel auf Chlorbasis erfolgt (vgl. Abschn. 5.6 DIN-Blatt 19520), sollten die wirksamen Konzentrationen zwar berücksichtigt, aber andererseits keinesfalls überschritten werden, um nachteilige Folgen für das Gewässer auszuschließen.

3.3 Desinfektionsparameter

Nach der Definition des Merkblattes Nr. 2 des Bundesgesundheitsamtes "Einleitung von Krankenhausabwasser in Kanalisation oder Gewässer" gilt eine Abwasser-Desinfektion als ausreichend wirksam, wenn die Koloniezahl pro ml von 10 gleichzeitig untersuchten Proben des Abwassers in mindestens 8 Proben = 0 ist; Sporenbildner werden bei der Koloniezahl nicht berücksichtigt. Bezüglich der Methodik wird auf o.a. Merkblatt verwiesen.

Die mikrobiologischen Abwasserkontrollen sollen mindestens einmal wöchentlich erfolgen, Verantwortlicher ist der Krankenhausträger. Unberührt hiervon bleiben behördliche Maßnahmen nach spezialrechtlichen Bestimmungen. Zahlreiche Sonderbestimmungen müssen z.B. für Abwässer aus Massentierhaltungen, Gerbereien, Tierkörperbeseitigungsanstalten nach veterinärmedizinischen Vorschriften beachtet werden.

4. Zusammenfassung und Schlußbemerkung

Krankenhausabwässer nehmen gegenüber kommunalen Abwässern in seuchenhygienischer Hinsicht keine Sonderstellung ein und bedürfen vor Einleiten in eine Sammelkläranlage im allgemeinen keiner Vorbehandlung.

Krankenhausabwässer aus Infektions-Sondereinrichtungen sollten jedoch vor Einleitung in die allgemeine Kanalisation einer chemischen oder thermischen Desinfektion unterzogen werden. Als erstrebenswerter Desinfektionsparameter gilt eine Keimreduktion - bezogen auf die Koloniezahl - von mindestens 80 %.

Aus gewässerökologischen Gründen sollte der thermischen Desinfektion der Vorzug gegeben werden.

Darüberhinaus sollten in Zukunft alle Anstrengungen unternommen werden, um Abwässer vor Wiedereinleiten in Fließgewässer weitestgehend von Krankheitserregern zu befreien. Die zunehmende Bedeutung der Wassergüte von Oberflächenwasser geht insbesondere auch daraus hervor, daß bereits 25 % des Trinkwasserbedarfs in der Bundesrepublik Deutschland aus Oberflächenwasserfiltraten gedeckt werden muß. (11)

5. Literatur

- (10) Althaus, H.: Ergebnisse der Untersuchungen von Krankenhausabwässern, Öffentl. Ges.-Wesen 35, (1973) S. 96-105;

- (5) Antze und Hösel: Einleitung von Krankenhausabwässern in Kanalisation und oberirdische Gewässer, Kommunalwirtschaft 4, 1962, S. 148-153;
- (11) Bericht des Bundes und der Länder über die Wasserversorgung in der Bundesrepublik Deutschland (Entwurf - Stand XI/1981);
- (9) DIN 19 520: Abwasser aus Krankenanstalten, Richtlinien für die Behandlung, DK 628.2/3:725.51 v. Mai 1964, Beuth Vertrieb, Berlin und Köln;
- (8) Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten beim Menschen (BSeuchG) in der Änderungsfassung vom 18. Dezember 1979 (BGBl. I, S. 2248);
- (1) Kaffka, A.: Gewässerverschmutzung und Infektionsgefahr, Materia Medica Nordmark 31, 1979, S.237 bis 250;
- (4) Marcuse, Kurt und B. Henze: Untersuchungen von Krankenhausneuaufnahmen auf pathogene Darmkeime, Z.Bakt.I.O 167 (1956), S. 134-139;
- (7) Merkblatt M 2 des Bundesgesundheitsamtes "Einleitung von Krankenhausabwässern in Kanalisation oder Gewässer, Bundesgesundheitsbl. 21, Nr. 2, 1978, S. 34;
- (3) Müller, Gertrud: Hygienische Probleme der Krankenhausabwasserbehandlung. Sonderdruck aus der Schriftenreihe Verein Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V., Berlin-Dahlem, H. 38, Stuttgart 1972;
- (6) Müller, Gertrud: Probleme der Trinkwasserversorgung, Badewasserhygiene u. Abwasserbeseitigung in Krankenanstalten, Gesundheitsingenieur 98, 1977, H. 5, S. 128-132;
- (2) Müller, H.E.: Abschätzung des Infektionsrisikos durch Abwasser u. Klärschlamm, Forum Städtehygiene 32, 1981, S. 146-152;

Dr.med. Edith Seeber im Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes,
1000 Berlin 33, Corrensplatz 1

Tabelle 1: Humanpathogene Bakterien und Zooparasiten, die mit den Fäces oder Urin in Abwasser gelangen

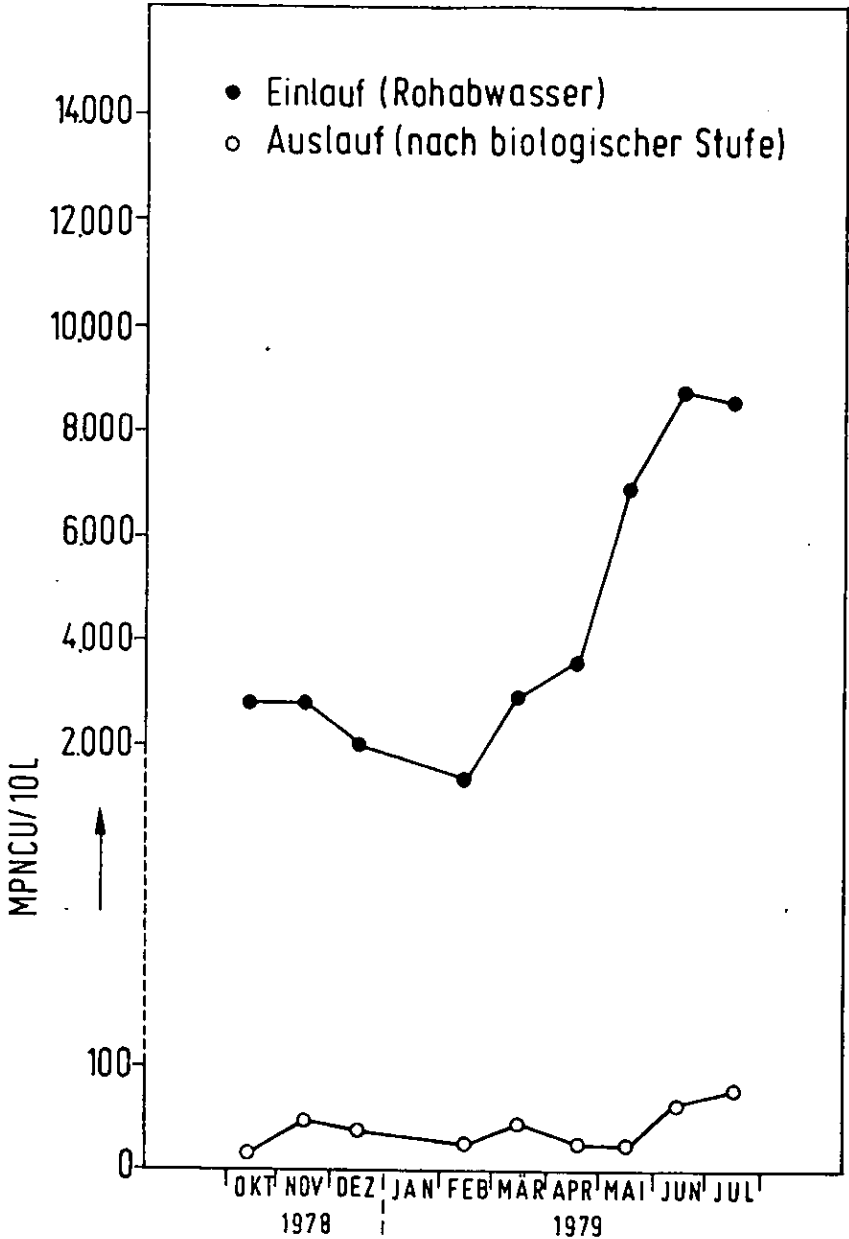
A. Bakterien	Verursachte Erkrankungen
Salmonellen, z.B. Salmonella typhi Salmonella paratyphi B Salmonella enteritidis Salmonella typhi murium	Typhus abdominales (Bauch-Paratyphus B typhus) Gastroenteritis, fieberh. Brechdurchfall " " "
Shigellen, z.B. Shigella dysenteriae Shigella sonnei	bakterielle Ruhr
E.coli Dyspepsie-Coli-Arten	Colienteritis
Mycobacterium tuberculosis Mycobacterium balnei	Tuberkulose Schwimmbadgranulom
Brucella abortus BANG	BANGsche Krankheit
Vibrio cholerae	Cholera
Yersinia enterocolitica	Enteritis, fieberh. Brechdurchfall
Legionella pneumophila	schwere Pneumonien (Legionärskrankheit)
Leptospiren, z.B. Leptospira icterohaemorrhagiae	WEILsche Krankheit
<u>B. Zooparasiten</u>	
Ascaris lumbricoides (Eier)	Spulwurmerkrankung
Taenia saginata (Eier)	Rinderbandwurmerkrankg.
Trichuris reichiura (Eier)	Peitschenwurmerkrankung
Balantidium coli (Cysten)	Balantidienruhr
Lamblia intestinalis	Lambliose
(syn.Giardia lamblia)	(Lamblienruhr)
(Cysten)	

aus: A. Kaffka, 1979 (1); gekürzt

Tabelle 2: Humanpathogene Viren, die mit Fäces oder Urin
in Abwasser gelangen (2)

Virusgruppe	Zahl der Typen	Verursachte Erkrankungen
Enteroviren		
Poliovirus	3	Paralysis, Meningitis, Fieber
Echovirus	34	Meningitis, Diarrhoe, respiratorische Erkrankungen, Ausschlag, Fieber
Coxsackievirus A	24	Meningitis, Herpangina, respir. Erkrankungen, Fieber
Coxsackievirus B	6	Myocarditis, Herzanomalien bei Neugeborenen, Meningitis, respir. Erkrankungen, Pleuralgie, Fieber
Neue Enteroviren	4	Meningitis, Encephalitis, akute haemorrhagische Conjunctivitis, respir. Erkrankungen, Fieber
Hepatitis A	1	infektiöse Hepatitis
Gastroenteritis Virus (Norwalk-Typ)	2	Epidemisches Erbrechen und Diarrhoe, Fieber
Rotavirus	?	Epidemisches Erbrechen und Diarrhoe, vor allem bei Kindern
Reovirus	3	Nicht geklärt
Adenovirus	30	Respir. Erkrankungen, Augeninfektionen
Parvovirus	3	Nicht geklärt, vielleicht respir. Erkrankungen bei Kindern

aus: H.E. MÜLLER, 1981 (2)



Tab.3, Viruselimination durch Abwasserklärung (Kläranlage Berlin-Ruhleben)

Auslegung und Betrieb von Wärmeversorgungsanlagen

Dr. Ing. H. Börner, Hannover

Die nachfolgenden Ausführungen befassen sich mit den Anlagen zur energiesparenden Erzeugung und Verteilung von Heizwärme, wie sie im wesentlichen für Raumheizflächen ggf. auch raumlufttechnischen Anlagen benötigt wird.

1. Tages- und Jahrescharakteristik des Heizwärmeverbrauches

Bei der überwiegenden Mehrzahl der zu beheizenden Gebäude ist nutzungsbedingt die erforderliche Wärmeleistung für Heizung und andere Wärmeverbraucher während des Tagesablaufs unterschiedlich. Auch unter Berücksichtigung der raumklimatisch weitgehend erwünschten thermischen Trägheit der raumumschließenden Gebäudeflächen besteht in der Regel die Möglichkeit, die Wärmezufuhr zu den Heizflächen und zu den raumlufttechnischen Anlagen zu bestimmten Zeiten erheblich zu drosseln oder gänzlich abzustellen.

Darüber hinaus bestehen abhängig von der Außentemperatur (und z.T. auch von den Nutzungserfordernissen der beheizten Gebäude) erhebliche Unterschiede im Leistungsbedarf der Heizwärmeverbraucher.

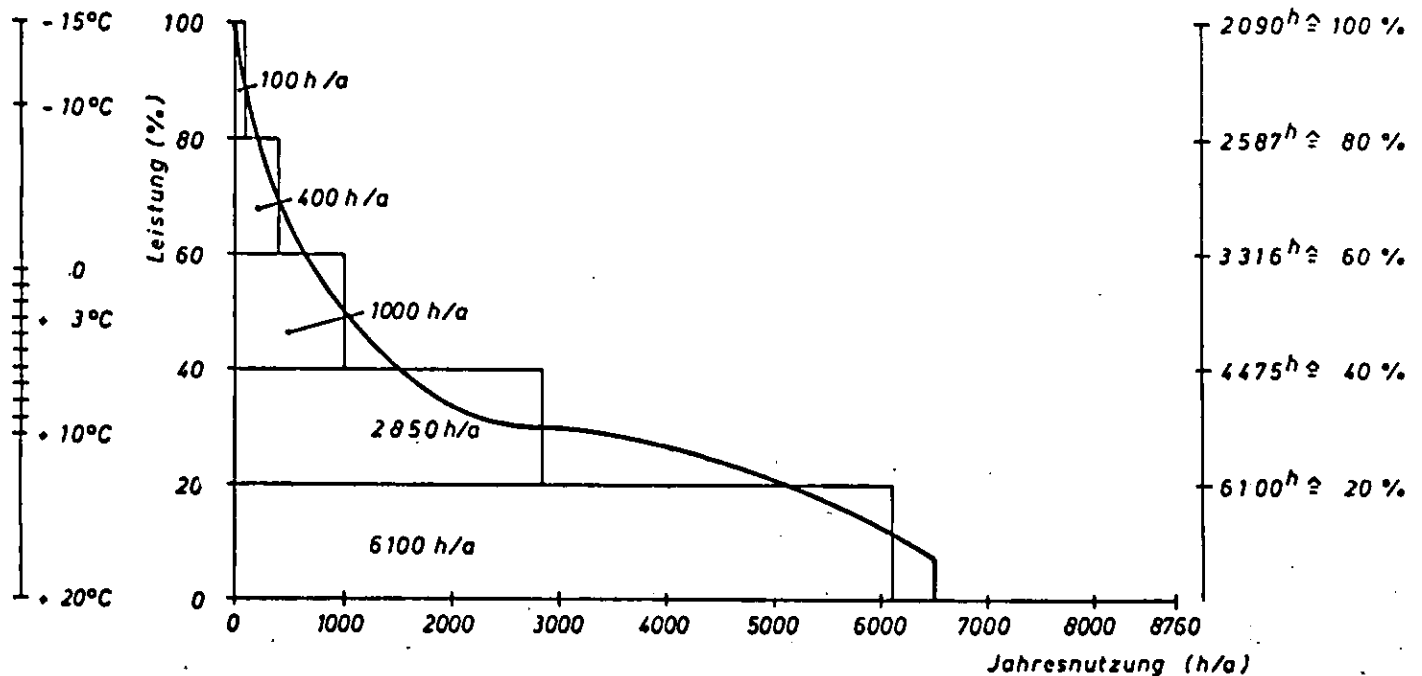
Aus der geordneten Jahresdauerlinie des Heizleistungsbedarfs (Bild) ist ersichtlich, daß Leistungswerte von mehr als 50 % des Maximalwertes nur an wenigen Tagen im Jahre, Leistungsanteile zwischen 20 und 50 % dagegen während rd. 60 bis 80 % der Heizperiode benötigt werden.

Diese Charakteristik kann etwas verfälscht werden, nach oben durch evtl. zusätzlichen Leistungsbedarf zur Wiederaufheizung von Gebäuden, nach unten durch den aufgrund der Speicherfähigkeit der Gebäude gegenüber dem rechnerischen Wert verringerten Leistungsbedarf während kurzer Kälteperioden.

Den tages- und jahreszeitlich unterschiedlichen Leistungsbedarfswerten entsprechen i.R. unterschiedliche Temperaturanforderungen der Wärmeverbraucher an das Heizmedium evtl. bei unterschiedlichen Umwälzvolumenströmen.

Belastungsdauerlinie Raumheizung

Zuordnung von Leistungsstufen und Nutzungsdauer



2. Folgerungen

2.1. Steuerung und Regelung

Die Wärmeverluste der Wärmeerzeuger und des nachgeschalteten Verteilungsnetzes sind direkt proportional der Temperaturdifferenz zwischen dem Heizmedium und der Umgebung, in der sich die Wärmeerzeugungs- und -Verteilungsanlagen befinden.

Die auf die Wärmeleistung bezogenen Wärmeverluste von Heizkesseln sind abhängig von der Temperatur des für die Wärmeverteilung verwendeten Heizmediums im Wärmeerzeuger und von dessen Leistungsbelastung. Heizkessel mit intermittierendem Vollastbetrieb weisen die günstigsten, d.h. niedrigsten Werte bei Nennlast auf, während Wärmeerzeuger mit gleitender Leistungsregelung bei Leistungswerten zwischen 60 und 80 % am günstigsten betrieben werden. Außerdem verringern sich die Wärmeverluste mit sinkender Heizmediumstemperatur.

Durch geeignete Steuerung und Regelung sowie eine weitgehend bedarfsentsprechende Kesselaufteilung sollte erreicht werden, daß die Wärmeerzeuger, so weit wie möglich, in ihrem günstigsten Leistungsbereich betrieben werden.

Wichtig ist, daß die Heizmediumstemperaturen in den Versorgungsleitungen und möglichst auch im Heizkessel nur in der Höhe vorgehalten werden, die von den Wärmeverbrauchsanlagen benötigt wird.

Eine Verkopplung von Heizwärmeverbrauchern mit deren relativ niedrigem Temperaturniveau, gleitend zwischen 40° und max. 90° C, und Wirtschaftswärmeverbrauchern mit höheren und z.T. tageszeitlich und vor allem jahreszeitlich weitgehend konstanten Temperaturanforderungen über dasselbe Versorgungsnetz sollte deshalb, soweit wie irgend möglich, vermieden werden. Bei großen Unterschieden in den Temperaturanforderungen zwischen Heiz- und Wirtschaftswärmeversorgung (z.B. für Wäschereien (bis 180°) oder Küchen (bis 130° C)) hat sich dies bereits seit längerem eingebürgert. Ähnliche Untersuchungen sollten allerdings auch durchgeführt werden für die dezentrale Warmwasserbereitung, wobei hier vor allem in ausgedehnteren Netzen

als Kompromiss eine Vergrößerung der dezentral aufgestellten Speicher und deren intermittierende Aufheizung über eine nur zeitweise angehobene Temperatur im Wärmeverteilungsnetz denkbar ist.

In ausgedehnten Wärmeversorgungsnetzen können die Betriebskosten für die Wasserumwälzung z.T. bis 10 % der Brennstoffkosten erreichen. Bei größeren Fernwärmeversorgungsanlagen wird diesem Kostenfaktor bereits besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Dies sollte jedoch auch bei kleineren Einheiten geschehen. Bei Unterbrechung der Wärmeversorgung in den Zeiten der Temperaturabsenkung der Gebäude ist eine Abschaltung der Umwälzpumpen möglich. In Zeiten reduzierten Heizleistungsbedarfes, d.h. während mehr als 80 % der Betriebszeit der Wärmeversorgungsanlage ist eine Reduzierung der Umwälzleistung möglich. Dies geschieht am einfachsten durch Einsatz zweier oder mehrerer Umwälzpumpen, die in geeigneter Weise einzeln oder kombiniert betrieben werden können. Zunehmend kommen auch mehrstufige oder kontinuierlich drehzahlgesteuerte Umwälzpumpen zum Einsatz.

Gewisse Einschränkungen gegenüber dieser Forderung sind erforderlich, wenn Heizwärmepumpen den Teillastbetrieb allein übernehmen. Hier führt eine zu große Spreizung zwischen Vorlauf- und Rücklauf-temperatur zu einer unerwünschten Anhebung der Kondensationstemperatur und damit einer Senkung der Leistungszahl der Wärmepumpe.

2.2. Art und Größe der Wärmeerzeuger

Die Jahresdauerlinie für den Heizleistungsbedarf und die vorstehenden Ausführungen über die Wärmeverluste der Wärmeerzeuger führen zu den nachstehenden Schlußfolgerungen:

a) Wärmeerzeugungsanlagen mit nur einem, durch intermittierenden Vollastbetrieb regelbaren, Wärmeerzeuger sind allerhöchstens auf die errechnete höchste Heizleistung einzustellen. Wegen der geringen Dauer des errechneten Spitzenleistungsbedarfes kann jedoch davon ausgegangen werden, daß dieser Wert bei normalen Gebäuden (ausgenommen Baracken) niemals erreicht

wird, so daß die Wärmeerzeugerleistung mit etwa 80 % dieses Wertes ausreichend bemessen ist, ohne daß hieraus Komforteinbußen zu erwarten sind. *)

b) Der große Jahreswärmeverbrauch bei Leistungsanteilen des Heizwärmebedarfs zwischen 20 und 50 % zwingt dazu, Überlegungen zum Einsatz von besonders energiesparenden Wärmeerzeugern auf diesen Leistungsbereich zu konzentrieren. Dabei ist gleichgültig, ob es sich um den Einsatz von Fernwärme, die Nutzung von Industrie-Abwärme, den Einsatz von Wärmepumpen oder die Rauchgasabwärmenutzung hinter Kesseln handelt.

Eine energiesparende Wärmeerzeugung in diesem Teilleistungsbereich kann mit Jahresnutzungsdauerwerten von ggf. mehr als 3.000 - 4.000 Stunden rechnen. Dem höheren spezifischen Kapitaleinsatz für die energiesparenden Techniken steht auch eine höhere spezifische Produktion an Wärmeerzeugungsarbeit zu günstigen "Brennstoff"-Kosten gegenüber. Allein auf diese Weise ist in der Regel eine Rentabilität der energiesparenden Investitionen erreichbar.

c) Oft sind aber auch Wärmeerzeugungskapazitäten in energiesparenden Techniken der gewünschten hohen Leistung garnicht verfügbar. Dies kann für die Fernwärme gelten, aber auch für Abwärmeströme aus benachbarten Industrieunternehmen oder auch die Wärmequellen von Wärmepumpen.

Wenn auch Luft als Wärmequelle in unbegrenzter Menge verfügbar sein mag, die erforderlichen Einrichtungen für den Wärmetausch zwischen der Wärmequelle und dem Verdampfer der Wärmepumpe einschließlich der zugehörigen Einrichtungen zur Begrenzung der Schallemissionen müssen auch auf dem zur Verfügung

*) Manche europäische Länder nehmen für Zeiten extrem niedriger Außentemperaturen auch Komforteinbußen in Kauf. So werden in England die Wärmeerzeugungsanlagen nur nach der bei Außentemperaturen von 0° C benötigten Heizleistung bemessen. Bei wesentlich niedrigeren Außentemperaturen, wie sie ja in diesem Jahr in England auch aufgetreten sind, nimmt man eine Reduzierung der Raumtemperaturen unter das gewünschte Niveau in Kauf.

stehenden Gelände oder in dem Gebäude errichtet werden können; d.h. sie dürfen oft bestimmte Obergrenzen der räumlichen Ausdehnung nicht überschreiten.

d) Bei der Nutzung von Abwärme aus Industrieunternehmen, die oft zu sehr günstigen Bedingungen verfügbar ist, kann meist nicht von einer kontinuierlichen Belieferung ausgegangen werden. Deshalb sind alternativ hierzu Wärmeerzeugungsanlagen zur Abdeckung des gesamten Leistungsbedarfes ohnehin erforderlich. Die in diesem Zusammenhang empfehlenswerte Begrenzung der Abwärme-Abnahmeleistung auf 50 % des benötigten Heizleistungsbedarfs und weniger führt dann zur Erlangung oder auch zur Verbesserung der Rentabilität des Anschlusses.

e) Für manche energiesparenden Techniken z.B. die Wärmepumpe, ist der Betrieb bei sehr geringer Teilleistung mit erhöhtem Verschleiß verbunden, wenn nicht durch Einsatz von Speichern und z.T. recht komplizierten Einrichtungen zur Regelung bestimmte Mindestbetriebszeiten gewährleistet werden. Die Begrenzung der Gesamtleistung der Wärmepumpe auf die genannten Teilleistungswerte der Wärmeversorgungsanlage führt automatisch zur Vermeidung, mindestens aber zu einer Verringerung dieser Probleme, so daß hier in der Regel ein Speichereinsatz nur in geringem Umfang und ergänzend hierzu sehr einfache Steuer- und Regeleinrichtungen erforderlich sind.

f) Die günstigen spezifischen Brennstoffkosten der energiesparenden Wärmeerzeuger erfordern, daß deren Betrieb zu Lasten der Spitzenwärmeerzeuger möglichst weit ausgedehnt wird. Diesem Petitum ist durch eine entsprechende Steuerung Rechnung zu tragen. Eine Umschaltung auf die Spitzenwärmeerzeugung bzw. deren Zuschaltung sollte in der Regel mit einer Zeitverzögerung erfolgen, die die Wärmespeicherfähigkeit des versorgten Gebäudes berücksichtigt und ggf. auch eine kleine Temperaturabsenkung in den Räumen zuläßt. Umgekehrt sollte der Betrieb dieser Zusatzwärmeerzeuger sofort abgeschaltet werden, wenn die energiesparende Einrichtung in der Lage ist, die Wärmeversorgung ohne Unterstützung zu übernehmen, z.B. bei Anstieg der Außentemperatur über einen bestimmten Grenzwert.

3. Auswirkungen einer Senkung des Temperaturniveaus der Energieverbraucher auf die Wärmeerzeugungskosten

Die Mehrzahl der Heizenergieverbraucher ist hinsichtlich der Größe der Wärmeaustauscherflächen z.Z. so ausgelegt, daß bei extrem niedriger Außentemperatur eine mittlere Heizmediumtemperatur von rd. 80° C benötigt werden. Diese Temperatur stellt in etwa die Obergrenze dessen dar, was man in offenen Warmwasseranlagen unter Berücksichtigung von Regelschwankungen und betrieblichen Bedürfnissen (Vermeidung zu starker Ausdampfung) erreichen kann.

Die v.g. Vorteile der Reduzierung der Heizmediumtemperaturen bei der Wärmeerzeugung und Verteilung führen zwangsläufig zu Überlegungen, nicht nur durch den Gleitbetrieb, die jahreszeitlichen Mittelwerte der Heizmediumtemperaturen zu senken, sondern auch deren Maxima.

Welche Mehrinvestitionen bei den Heizflächen der Wärmeverbraucher sind erforderlich, welche Kostenvorteile bei der Wärmeerzeugung erzielbar?

Die höchsten spezifischen Mehrkosten sind wegen der relativ geringen Wärmedurchgangszahlen bei den statischen Heizflächen, d.h. Heizkörpern in den Räumen zu erwarten.

Nach H. Bach ("Niedertemperaturheizung", Verlag C. F. Müller, Karlsruhe 1981) ergeben sich bei einer Senkung der maximalen Heizmediumtemperatur von 80° C auf rd. 50° C und einer Temperatur des zu beheizenden Raumes von 20° C für Plattenheizkörper einfacher Bauart Mehrinvestitionen in Höhe von rd. 140 DM/KW Heizleistung. Bei teureren Heizflächen, z.B. Röhrenradiatoren, steigt diese Mehrinvestition auf rd. 290 DM/KW an. Allerdings ist diese teurere Heizfläche bereits bei Auslegungstemperaturen von 80° C um rd. 100 DM/KW teurer als die preisgünstige Platte. Die v.g. höheren Investitionen bedingen bei einer Anuitätsrate von rd. 10 % ein Mehr an Kapitalfolgekosten von rd. 14 bis 29 DM/KW.a.

Bei einer vorhandenen Fernwärmeversorgung wird eine Niedertemperaturheizung der genannten Auslegung häufig leistungsfrei und außerdem zu günstigeren Arbeitspreisen versorgt. In einem untersuchten Fall lag der Leistungspreis

bei rd. 45 DM/KW.a, d.h. er war mehr als doppelt so groß als die Kapitalfolgekosten der höheren Investitionen für die Niedertemperaturheizung. Die Einrichtung dieses Systems war damit in hohem Maße wirtschaftlich vertretbar.

Bei dem Einsatz von Wärmepumpen bewirkt die Niedertemperaturheizung eine Erhöhung der Leistungszahl und damit der Jahresnutzungszahl der Wärmepumpe. Im betrachteten Fall (Senkung der maximalen mittleren Heizmediumtemperatur von 80° C auf 50° C) ergibt sich für eine Außenluft-Wasser-Wärmepumpe eine Verbesserung der Jahresnutzungszahl von rd. 35 %. Bei Wärmegestehungskosten von rd. 100 DM/MWh betragen die reinen "Brennstoffkosten" einer Elektrowärmepumpe rd. 60 % DM/MWh. Die Verbesserung der Jahresnutzungszahl führt somit zu einer Senkung der Wärmeerzeugungskosten um rd. 20 DM/MWh.

Die Wärmeabnahme der Heizfläche einer Leistung von 1 KW beträgt bei einer Jahresnutzungsdauer von rd. 1.500 Std/a rund 1,5 MWh/a. Die aus dem Kapitaldienst der Heizflächenvergrößerung resultierenden Mehrkosten für die Wärmeabgabe betragen somit zwischen 10 und 20 DM/MWh. Das heißt die Energiekosteneinsparung durch die Verbesserung der Jahresnutzungszahl der Wärmepumpe liegt auch bei extrem teureren Heizkörperausführungen noch in gleicher Größenordnung wie die höheren Kapitalfolgekosten infolge erhöhter Investitionen.

Bei höheren Temperaturen der Wärmequellen ist die Verbesserung der Jahresnutzungszahl der Wärmepumpe noch höher. Außerdem ist es bei Niedertemperaturheizung möglich, die Betriebszeit der Wärmepumpe weiter über die Heizperiode hinweg auszudehnen; so ist z.B. bei dem v.g. Maximalwert der mittleren Heizmediumtemperatur von 50° C auch bei den heute üblichen Kompressionswärmepumpen ein ganzjähriger Wärmepumpenbetrieb möglich.

Bei Abwärmenutzung aus Industrieunternehmen z.B. der Kondensatorwärme von Kältemaschinen kann der Einsatz von Niedertemperaturheizflächen den Verzicht auf umfangreiche Einrichtungen (Wärmepumpen) zur Anhebung des Abwärmetemperaturniveaus ermöglichen.

Probleme bei der Unterbringung von Niedertemperaturheizflächen der v.g. Ausführung sind unter Berücksichtigung des entsprechend den Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erhöhten Gebäudewärmeschutzes in Neubauten auch für Radiatoren nicht zu erwarten.

4. Zusammenfassung

Angesichts gestiegener Energiepreise sind sehr eingehende Überlegungen zur Auslegung und zum Betrieb von Wärmeversorgungsanlagen notwendig. Im Mittelpunkt des Interesses steht dabei die Senkung der Betriebstemperaturen auf das von den Wärmeverbrauchern gerade benötigte Niveau. Auf diese Weise werden sowohl die Wärmeverluste bei der Wärmeerzeugung reduziert als auch die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes neuer Techniken bei der Wärmeerzeugung, insbesondere von Wärmepumpen und der Industrieabwärmenutzung verbessert.

Der Einsatz dieser Techniken wird in der Regel nur für Anteile von 50 % und weniger, bezogen auf die jahreszeitlich auftretenden Leistungsbedarfs-Spitzen erfolgen.

Ergänzend zu diesen Verbesserungen in der Wärmeversorgung werden in aller Regel Maßnahmen zur Reduzierung der Betriebstemperaturen der Wärmeverbrauchseinrichtungen (Heizkörper, Wärmetauscher in raumlufttechnischen Anlagen) weitere wirtschaftliche und energiesparende Auswirkungen haben.

Autor: Dr. Ing. Hans Börner,
Nieders. Ministerium für Wirtschaft und Verkehr,
3000 Hannover, Landschaftstraße 5.

Kohle als Primärenergiebasis ?

von H. S. Greulich, Essen

Aufgrund der - zwar bereits seit 1973/74 erkennbaren, aber erst seit 1978/79 effektiv spürbaren - weltweit veränderten Energiesituation, im wesentlichen ausgelöst durch die politischen Ereignisse in Nahost, ist auch in Deutschland der Einsatz von Steinkohle wieder interessant geworden. Für die Verwendung der heimischen Steinkohle sprechen

- der günstigere Wärmepreis
- die größere Preisstabilität
- die höhere Versorgungssicherheit
- die politische Unabhängigkeit

Natürlich erwartet ein Betreiber nach der Substitution durch Steinkohle einen weitgehend Öl-/Gasäquaten Betrieb, dies gilt zumindest annähernd für

- den Automatisierungsgrad
- den Brennstoffumsatz
- den Kapitalrückfluß

1. Einleitung

Die beiden wesentlichen Komponenten einer Wärmeerzeugungsanlage werden nachfolgend an einigen Beispielen vorgestellt, vorab jedoch noch einige Randbemerkungen.

In der Bundesrepublik Deutschland befassen sich etwa 40 Firmen mit der Herstellung von Dampf- und Heißwassererzeugern, die Anzahl der Feuerungs-hersteller ist jedoch wesentlich geringer. In dieser Tatsache muß kein besonderes Problem liegen, wenn man bedenkt, daß der größere Teil der Kesselfirmen ihre Öl- bzw. Gasbrenner auch nicht selbst herstellen, sondern von Spezialfirmen beziehen. Diese sicher vernünftige Maßnahme ist auch auf Kohlefeuerungen anwendbar. Daraus läßt sich ableiten, daß alle Kesselproduzenten in Kooperation mit den Feuerungsherstellern auch jede Kohlefeuerung anbieten und liefern könnten.

2. Konventionelle Konstruktionen

2.1 DZK mit Schüttelrostfeuerung

Diese Konstruktion wurde entwickelt, weil Rostfeuerungen allgemein in Großwasserraumkesseln relativ hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Bei dem Schüttelrost handelt es sich um einen wassergekühlten Planrost, der mit leichter Neigung nach hinten in das Flammrohr eingebaut wird. Das gesamte Rohrsystem ist elastisch gelagert, der Antrieb der Schüttelrostfeuerung erfolgt durch einen Elektromotor über ein Unwuchtgetriebe mit gegenläufigen Massen.

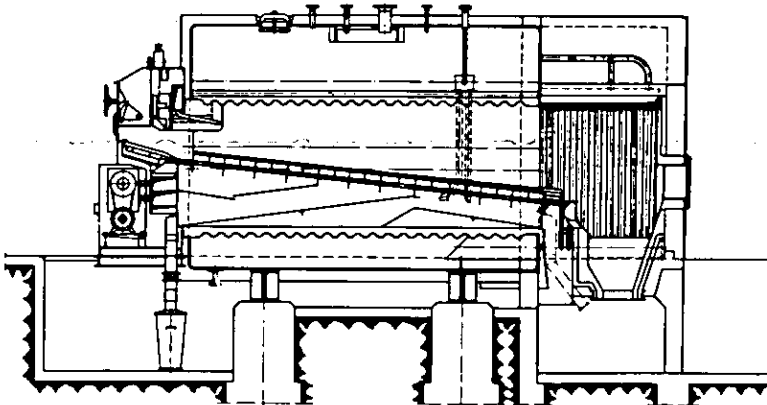


Abb.1 Dreizug-Einflammrohr-Rauchrohr-Kessel

Der Brennstoff gelangt aus einem Kohlebunker auf den vorderen Rostteil. Zeitweilige Schüttelbewegungen sorgen für den Transport und für die Vergleichmäßigung der Kohle auf dem Rostbett. In Verbindung mit der Rostbreite und der Stellung des Schichthöhenreglers ergibt sich unter Einbeziehung der Schüttelzeit der Brennstoffdurchsatz. Die Verbrennungsrückstände werden am Ende des Rostes, ebenfalls durch die Schüttelbewegungen, in den Schlacketrichter abgeworfen. Die Hauptverbrennungsluft wird der Feuerung durch die einzeln regelbaren Unterwindzonen zugeführt. Für eine gute Verwirbelung und den Ausbrand der Gase sorgt eine Sekundärluftanlage. Die Zweitluft wird durch die Sekundärluftdüsen, die im Zündgewölbe untergebracht sind, der Feuerung zugeführt. Das Rostkühlsystem ist an den Kesselkreislauf angeschlossen, die Strömung wird durch eine Umwälzpumpe gewährleistet. Diese Konstruktion kann mit allen erforderlichen Regelkreisen

- Wärmeleistung, Feuerraumunterdruck, Wasserstand und ggf. Heißdampf-temperatur

und nach TRD 602 ausgerüstet werden, so daß ein vollautomatischer Betrieb möglich ist.

Nicht unerwähnt sollte in diesem Zusammenhang bleiben, daß Schüttelrostfeuerungen außerordentlich günstige Teillastbedingungen und rasche Laständerungsgeschwindigkeiten aufweisen. Ein Flammrohr-Rauchrohr-Kessel mit Schüttelrostfeuerung ist für den Dampf- und auch für den Heißwasserbetrieb geeignet und wird für Leistungen von 4,0 bis 12,0 t/h hergestellt.

Der Kesselwirkungsgrad eines Dreizugkessels ist in erster Linie von der Abgastemperatur, demzufolge auch von der Medium-Temperatur abhängig und liegt bei diesem Kesseltyp in einem Bereich zwischen 82 und 85 %.

Art der Kesselanlage: Dreizug-Kessel mit Schüttelrost-Feuerung

	Schultheiß- Brauerei Berlin		DKV Lüdinghausen		Heizwerk Sonderfeld Essen	
	Garantie Werte	Versuchs Werte	Garantie Werte	Versuchs Werte	Garantie Werte	Versuchs Werte
Brennstoffart		FN 4		GFLN 4	FN 4	FN 4
Heizwert MJ/kg		32,45		29,23	31,82	31,82
Dampferzeugung t/h	12	10,4	10	7,7		
Kesselleistung MW					4,07	3,31
Belastung %	100	86,6	100	77	100	81
Betriebsüberdruck bar	16	14,9	16	14,7		
Dampftemperatur °C	t _s	t _s	250	288		
Vor-/Rücklauftemp. °C					110/70	104/74
Rauchgastemp. °C		292		195,4	230	190
CO ₂ -Gehalt %		14,3		12,1		12,5
Wirkungsgrad %	81	81,9	81	85,2	83	85
Messung durch:		Ruhrkohle		TÜV		Betreiber

Tab.1 Auszüge aus Abnahmeberichten

2.2 WRK mit Schüttelrostfeuerung

In vielen Fällen kann es zweckmäßig sein, der Kesselanlage eine Eigenstromerzeugungsanlage anzugliedern. Um ein günstiges Wärmegefälle nutzen zu können, wird dann allerdings ein Wasserrohrkessel zu wählen sein.

Stellvertretend für andere Konstruktionen sei hier ein Eckrohr-Strahlungskessel in kompakter Bauweise vorgestellt. Die Eckrohre, die als Fallrohre ausgebildet sind und einen eindeutigen Wasserumlauf im Kessel gewährleisten, bilden eine selbsttragende Kesselkonstruktion, so daß kein zusätzliches Kesselgerüst erforderlich wird.

Der Feuerraum ist in zwei hintereinanderliegende Räume aufgeteilt, so daß die Rauchgase mehrfach umgelenkt und durchwirbelt werden, bevor sie in die Berührungsheizfläche eintreten. Diese Anordnung ermöglicht es, bei konventioneller Feuerraumbelastung mit einer sehr geringen Kesselhöhe auszukommen. Hinter dem zweigeteilten Feuerraum befindet sich der Ober-

hitzer. Bei Sattdampfbetrieb kann hier eine zusätzliche Fahrenheizfläche untergebracht werden.

Im weiteren Verlauf gelangen die Rauchgase durch eine Eintrittsöffnung in den parallel angeordneten zweiten Zug und durchströmen das leichtgeneigte Paket der Berührungsheizfläche. Am Ende des zweiten Zuges ist der Speisewasservorwärmer untergebracht. Die längsliegende Obertrommel sorgt gemeinsam mit dem Kesselrohrsystem für einen verhältnismäßig großen Wasserinhalt, so daß in Verbindung mit der elastischen Feuerung auch plötzliche Lastschwankungen gut aufgefangen werden können.

Als Feuerung wurde auch hier der bewährte Schüttelrost gewählt. Der Unterschied zwischen diesem Schüttelrost und dem bereits erläuterten Einbau-Schüttelrost besteht darin, daß das Kühlsystem durch Fall- und Steigrohre im Naturumlauf an das Kesselsystem angeschlossen ist.

Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, daß auch schwere Wanderrostkonstruktionen in Verbindung mit Wasserrohrkesseln gut geeignet sind, stellvertretend sei hier der sogenannte "Schuppenwanderrost" erwähnt. Wegen der langen Tradition dieser Feuerung kann sicher auf eine Erläuterung verzichtet werden.

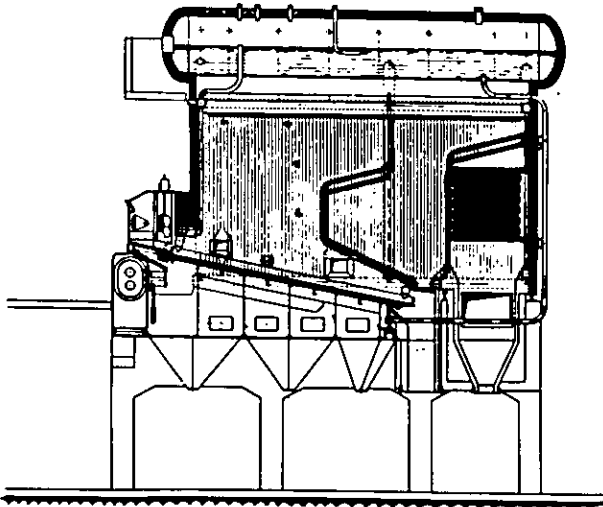


Abb. 2 Eckrohr-Kompaktkessel

Derartige Kompaktkessel werden werkstatmmontiert oder nahezu werkstatmmontiert für Dampfleistungen zwischen 4,0 und 25,0 t/h geliefert. Da es sich um einen Wasserrohrkessel handelt, kann er für alle üblichen Druckstufen in diesem Leistungsbereich bis etwa 67 bar und für Heißdampf-temperaturen bis 450 °C eingesetzt werden. Die Ausrüstung mit entsprechenden Regelkreisen ist obligatorisch, der Betrieb nach TRD 602 möglich, so daß auch hier ein vollautomatischer Betrieb gegeben ist.

Ein Auszug aus den umfangreichen Messungen zeigt, daß der Kesselwirkungsgrad je nach Leistung zwischen 86 und 88 % liegt und sich dem Wirkungsgrad einer Ölkesselanlage sehr nähert.

Art der Kesselanlage: Wasserrohrkessel mit Schüttelrostfeuerung

	AEG Drontheimerstr. Berlin		Landes- Krankenhaus Eickelborn		Leder- und Kunststoffwerk Bielefeld	
	Garantie Werte	Versuchs Werte	Garantie Werte	Versuchs Werte	Garantie Werte	Versuchs Werte
Brennstoffart		GN 4		FN 3		FN 4
Heizwert MJ/kg		31,87		32,37		32,50
Dampferzeugung t/h	4	3,8	10	8,6	25	13
Belastung %	100	94,3	100	86	100	52
Betriebsüberdruck bar	6	5,3	20	18,5	45	36
Dampf Temperatur °C	250	242,6	400	310	450	442
Rg. Austrittstemp. °C		136,6		169		170
CO ₂ -Gehalt %		13,6		12,9		13,9
Wirkungsgrad %	84	88,8	85	86,2	85	85,6
Messung durch:		TÜV		Ruhr kohle		TÜV

Tab.2 Auszüge aus Abnahmeberichten

2.3 DKZ mit Schüttelrostfeuerung

Für Zwischenleistungen und -druckstufen bietet sich die Kombination eines Dreizugkessels mit vorgeschalteter Strahlungskammer an. Mit dieser Konstruktion sind Leistungen bis etwa 20 t/h bei Druckstufen bis etwa 25 bar möglich. Es verbinden sich hierbei einige Vorteile beider Kesseltypen,

z. B. günstige Feuerraumgestaltung und große Eigenspeicherkapazität. Da sich die Heizflächen des Strahlungs- und des Großwasserraumteils wie 1 : 3 verhalten, gilt dieser Typ in der Bundesrepublik als Großwasserraumkessel im Sinne der TA Luft.

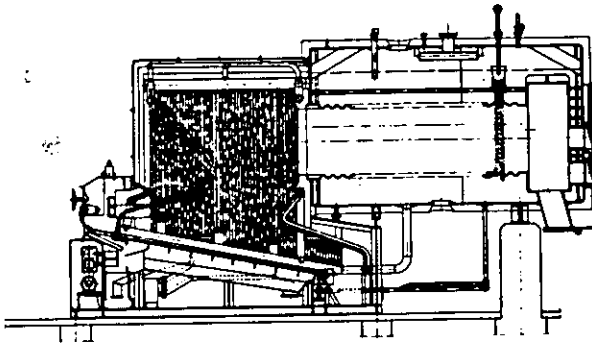


Abb.3 Großwasserraum-Kessel mit Vorfeuerung

2.4 HWK mit Schüttelrostfeuerung

Für den klassischen Heißwasserbetrieb wurden trommellose Wasserrohrkessel entwickelt, deren wesentlicher Unterschied darin besteht, daß auf die relativ teure Obertrommel verzichtet wird und daß die Heizflächen grundsätzlich hintereinander angeordnet werden. Das Wasser wird von den Umwälzpumpen über den Rücklaufstutzen durch den Kessel gedrückt und verläßt nach einmaligem Durchlauf den Vorlaufstutzen. Bei Ausfall der Netzpumpen können die Eckrohre als Fallrohre arbeiten, so daß ein natürlicher Umlauf in den Strahlungsheizflächen gewährleistet ist, diese also im Störfall nicht gefährdet sind.

Der Heißwasser-Strahlungskessel wird ebenfalls mit allen Regelkreisen geliefert, kann je nach Netzabsicherung nach TRD 602 betrieben werden, so daß auch hier der Wunsch nach weitgehender Automatisierung erfüllt ist.

Der Leistungsbereich dieses Kesseltyps liegt zwischen 3 und 30 MW_{th} bei allen üblichen Temperaturspreizungen und Druckstufen, die Kesselwirkungsgrade liegen zwischen 87 und 89 %.

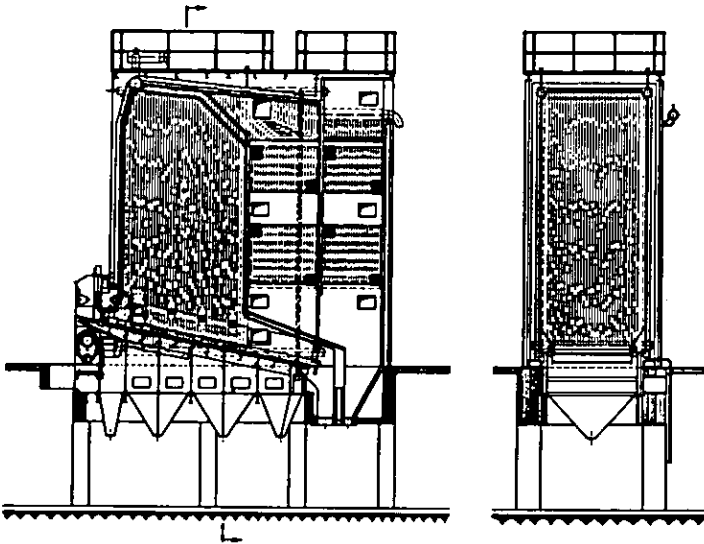


Abb. 4 Heißwasser-Kompakt-Kessel

Art der Kesselanlage: Eckrohr-Heißwasserkessel mit Schüttelrost

		Steag Heizwerk Bonn-Duisdorf		BW Liegenschaft Luttmersen		Fernheizwerk Essen Schederhofstr.	
		Garantie Werte	Versuchs Werte	Garantie Werte	Versuchs Werte	Garantie Werte	Versuchs Werte
Brennstoffart		FN 4/5	FN 4	FN 4	FN 4	FN 4/5	FN 4
Heizwert	MJ/kg	31,82	32,22	30,15	31,99	31,82	33,27
Kesselleistung	MW	11,63	10,76	4,94	5,19	13,96	13,50
Belastung	%	100	95,2	100	105	100	96,7
Verlauftemperatur	°C	180	173	130	130	135	116,8
Rücklauftemperatur	°C	100	98,5	90	88,8	75	63,6
Rg. Austrittstemp.	°C	180	162,6	180	135,3	170	202,5
CO ₂ -Gehalt	%		15,1		15,1		15,1
Wirkungsgrad	%	87	88,2	84	89	87	87,7
Messung durch:			TÜV		TÜV		TÜV

Tab. 3 Auszüge aus Abnahmeberichten

3. Neue Technologien

3.1 WRK mit Wirbelschichtfeuerung

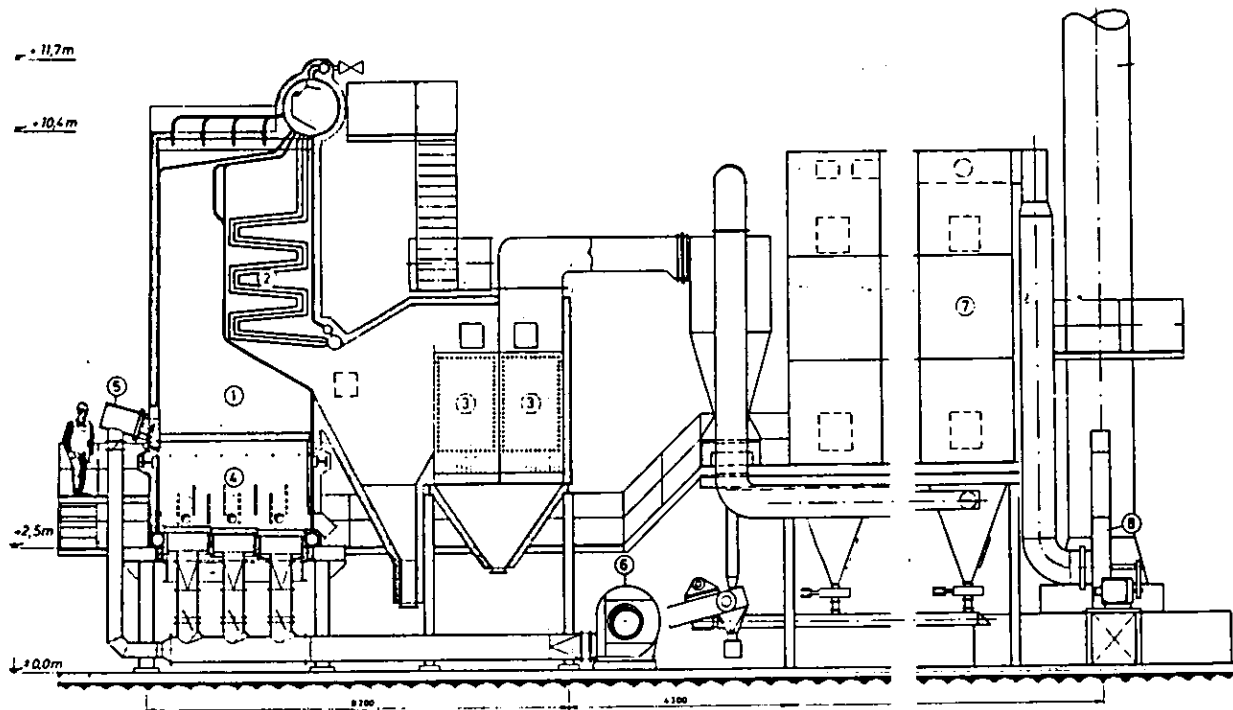
Die Wirbelschichtfeuerung ist technisch zwischen einer Rost- und einer Staubfeuerung einzuordnen. Das auf dem Düsenboden gelagerte Bettmaterial, das zu 98 % aus inerten Anteilen besteht, wird von der Verbrennungsluft mit hoher Geschwindigkeit durchströmt und so ein fluidisierender Zustand erreicht. Die Kesselheizflächen sind in das Wirbelbett eingetaucht. Ca. 50 % der Wärme werden per Konvektion erzeugt.

Sowohl die Kessel- als auch die Eintauchheizflächen können wasserseitig im Zwang- oder Naturumlauf geschaltet werden. Diese neue Feuerung ist nicht nur für Neuanlagen, sondern auch für die Modernisierung vorhandener Wasserrohrkessel geeignet.

Die Wirbelschichtfeuerung arbeitet in einem Temperaturbereich von ca. 850 °C, so daß die Bildung von Stickoxyden wesentlich geringer ist. Außerdem bestehen in diesem Temperaturbereich - bei Zugabe von Kalkstein - günstige Voraussetzungen für die Bindung des Schwefels, so daß ein hoher Primär-Schwefeleinbindungsgrad möglich ist.

Der Brennstoff kann sowohl von oben auf das Bett als auch seitlich in das Bett mechanisch aufgegeben werden, Sonderkonstruktionen ermöglichen auch die Brennstoffaufgabe pneumatisch durch den Düsenboden. Die Verbrennungsrückstände werden über eine wassergekühlte Abzugsvorrichtung entfernt, können zwischengelagert und bei Bedarf wieder zugegeben werden. Man unterscheidet zwischen atmosphärischer Wirbelschichtfeuerung und Feuerungen mit rauchgasseitigem Überdruck, weiterhin wird zwischen stationärer und zirkulierender Feuerung unterschieden. Die stationäre Feuerung ist weitgehend für die Prozeßwärmeerzeugung geeignet, die Entwicklung ist weitgehend abgeschlossen. Die Überdruckfeuerung würde einen gekoppelten Gas-Dampfturbinenprozeß und damit eine Steigerung des thermischen Wirkungsgrades um ca. 3 % ermöglichen.

Der Leistungsbereich der atmosphärischen Wirbelschichtfeuerung liegt zwischen 5 und 35 MW_{th}, bei größeren Leistungen wird vermutlich eine Modulbauweise erforderlich.



- ① Brenn- und Strahlkammer
- ② Verdampfer
- ③ Speiswasservorwärmer
- ④ Wirbelschicht - Feuerung

- ⑤ Anfahr-Brenner
- ⑥ Frischluft-Gebläse
- ⑦ Rauchgas-Entstauber
- ⑧ Saugzug-Gebläse

Dampfleistung	9 t/h
Dampfdruck	17 bar
Sattdampf Temperatur	204 °C
Speiswassertemperatur	102 °C

Die Ergebnisse mit den Pilotanlagen der Ruhrkohle haben die Erwartung erfüllt, hinsichtlich

- der Schwefel-Primäreinbindung
- der NO_x -Reduzierung
- des Regelverhaltens

Das Restprogramm umfaßt noch Optimierungen beim Brennstoffband und beim Brennstoffumsatz.

3.2 DZK mit Kohlenstaub-Kombibrenner

Klassische Kohlenstaubbrenner wurden bisher fast ausschließlich in Wärmeerzeugern ab 60 MW eingesetzt, da nur hier das erforderliche Profil zur Brennstoffzündung, Flammenstabilität und zum Ausbrand darstellbar ist. Hilfsinstrumentarien, beispielsweise Zündmuffeln, haben bei kleineren Leistungen nicht immer befriedigende Ergebnisse gebracht.

Günstige Voraussetzungen bietet jedoch ein Kohlenstaub-Kombibrenner, bei dem das erforderliche Feld hoher Temperaturen durch eine ständige Öl- oder Gasflamme erzeugt wird.

Bei dem dargestellten Brenner befindet sich der Stützbrenner als Drehzerstäuber im Zentrum, das Kohlenstaub-Luftgemisch wird über einen äußeren Brennkreis in den Feuerraum eingeblasen. Die Sekundärluft ist in 2 Ströme, z. T. verdrallt, aufgeteilt. Aufgrund der Konzeption ist eine innige Mischung der Luft- und Brennstoffströme möglich.

Der Kohlenstaub wird leistungsabhängig dem Brenner in einem Lastbereich zwischen 30 und 100 % automatisch zugeführt. Für Anlagen mit einer Wärmeleistung 20 MW wird in der Regel die Verwendung eines brennfertigen Staubes wirtschaftlich sein, während bei größeren Wärmeleistungen auch einfache Mahlanlagen verwendet werden können.

Der besondere Vorteil dieses Kohlenstaub-Kombibrenners besteht noch darin, daß dieses System in Verbindung mit klassischen Öl-Großwasserraumkesseln verwendet werden kann und zur Teilsubstitution gut geeignet ist.

Gasflammkohle	ca. 32% Fl. Bestandteile
Ausmahlung	ca. 10% Rückstand 0.09
Körnungsanalyse (Bahco)	ca. 5% < 2.9 μm
	ca. 12% < 5.6 μm
	ca. 23% < 9.0 μm
	ca. 38% < 14.6 μm
	ca. 58% < 24.0 μm
	ca. 73% < 38.6 μm
	ca. 79% < 48.9 μm

Tab.4 Brennstoff Bestandteile

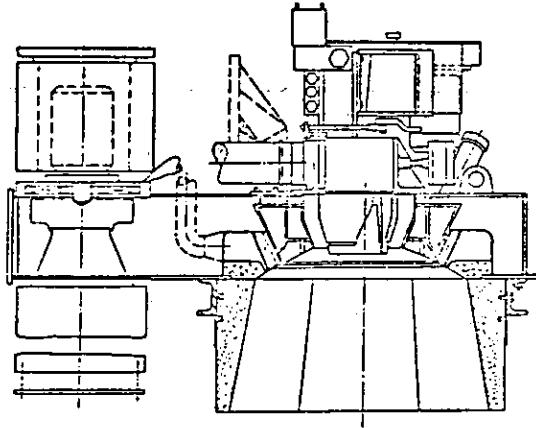


Abb.6 Kohlestaub-Kombi-Feuerung

Die ersten Versuchsreihen haben außerordentlich gute Ergebnisse erbracht, hinsichtlich

- der Funktion
- des Regelverhaltens
- der Flammenstabilität

Die Standzeit der Brenner sowie die Reisezeit der umgerüsteten klassischen Öl-/Gas-Dreizugkessel muß noch ermittelt und der Ausbrand optimiert werden.

4. Schlußbetrachtung

Diese Kurz-Darstellung sollte zeigen, daß mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln und von allen tangierenden Unternehmen die Weiterentwicklung der Steinkohlenfeuerung für den Einsatz im "Wärmemarkt" forciert vorangetrieben wird, um den Betreibern und Substitutionswilligen eine Palette wirtschaftlicher Konstruktionen anbieten zu können. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß von der Ruhrkohle eine Versuchsreihe angelaufen ist, die den Nachweis der Eignung von Hochdruck-Wärmeerzeugern mit Rostfeuerungen zum Betrieb nach TRD 604 - ohne Beaufsichtigung - ermöglicht. Die ersten Ergebnisse sind als sehr positiv zu bezeichnen.

Dieser Überblick über den Stand der Technik sowie über die neuen Technologien auf dem Gebiet kohlegefeuerter Kessel sollte zeigen, daß auf diesem Sektor erhebliche Verbesserungen möglich waren bzw. zu erwarten sind. Weiter sollten die Ausführungen zeigen, daß der Einsatz von Steinkohle technisch lösbar, ökonomisch sinnvoll und politisch relevant ist.

Auch die "Ruhrkohle" kann keinesfalls physikalische Gesetzmäßigkeiten ändern, ihre Mitarbeiter sind jedoch bemüht, Wärmeerzeugungsanlagen für Steinkohle so zu konzipieren, daß ein zu anderen Energieträgern möglichst adäquater Betrieb gewährleistet ist.

Obering. H.S. Greulich
Ruhrkohle AG
Rüttenscheider Str.1

4300 Essen 1

Konventionelle Heizungen im Krankenhaus-
Umstellung schon heute oder erst morgen?

Dr. H.L. von Cube, Worms *

Vorbemerkung:

Der Ölbedarf für ein Krankenhausbett liegt bei rd. 2.300 l pro Jahr.
Das ist so viel wie für ein Einfamilienhaus.

Der Staat finanziert dort dem Privatmann die dubiosesten Energie-
sparmaßnahmen mit 4.000,-- DM/Fall.

Täte er dasselbe beim Krankenhaus, für das er viel mehr Verantwortung
trägt, könnte ein mittleres Kreiskrankenhaus über 1 1/2 Mio. DM verfügen,
um seinen Wärmeverbrauch zu reduzieren.

Ich werde Ihnen beweisen, daß dies zusätzlich noch erheblich zur Kostendämpfung
beitragen würde.

Es ist traurig zu sehen, wie das Geld, z.B. die 6,3 Milliarden-Aktion, mit
der Gießkanne verteilt wird. Ganze 10% davon sind in Energiesparmaßnahmen
geflossen. Aber dort, wo ein sicherer Erfolg zu erwarten wäre, bleibt alle
Initiative im Gestrüpp längst überholter Gesetzgebung hängen.

*) Dr. von Cube ist Geschäftsführer und Gesellschafter der
CUBE-INGENIEURUNION GMBH, 6520 Worms/Rh. Dieses Unter-
nehmen plant gebäude- und betriebstechnische Anlagen,
insbesondere energiesparende Versorgungssysteme und
Energiesparmaßnahmen. Das Unternehmen besteht seit
20 Jahren und beschäftigt 30 Mitarbeiter.

1. Wie ist die Situation?

Wir haben in Deutschland rd. 3.500 Krankenhäuser mit 700.000 Betten. Der Verbrauch an Primärenergie, also z.B. Öl, für die Wärmeerzeugung liegt schätzungsweise bei 1,5 Mio. Tonnen. Dazu kommt noch ein Stromverbrauch von rd. 2 Mio. MWh.

Aber noch im Jahr 1980 mußte die Forschungsstelle für Energiewirtschaft in München feststellen, daß es kaum so etwas wie Richtwerte für den Verbrauch gibt und daß deshalb die installierte Kesselleistung doppelt so hoch wie die max. erforderliche Heizleistung sein kann [1].

Fragt man aber nach den detaillierten Verbrauchsdaten für Brauch-Warmwasser, für Wirtschaftswärme und Dampf, so sind die Unterlagen "spärlich", wie sich ein Planer bescheiden ausdrückte [2].

Anläßlich der Krankenhaus-Fachtagungen sind eine Reihe von wichtigen Beiträgen zu Energiefragen geliefert worden, aber auch da fehlen Verbrauchsdaten fast völlig [3], [4].

Wir hatten das Glück, im vergangenen Jahr für die Erhebung von Sparmaßnahmen den Verbrauch von 3 Krankenhäusern nachprüfen zu können. Die Ergebnisse erlauben einige allgemein gültige Aussagen:

1.1 Verbräuche:

In Anlehnung an die Arbeit von Jensch [1] sowie eigener Untersuchungsergebnisse läßt sich der Wärmeverbrauch gem. Tabelle 1 darstellen. Die Bandbreiten sind noch sehr groß. Dies hängt von vielen Einflüssen ab, vornehmlich:

- Wäscherei ja oder nein?
- Höchster Betriebsdruck in der Dampfwirtschaft
- Bauweise, Lüftungsrate
- Betriebsführung

Kennzahlen verleiten dazu, seine eigenen Daten an den schlechteren zu messen. Das normale Krankenhaus liegt aber in der Regel wohl eher an den niedrigsten Werten.

Kliniken mit großen Bereichen für Forschung und Lehre sind z.T. noch wesentlich aufwendigere Verbraucher, wie ein Vergleich von Neubauten zeigt [5]. Für sie gelten die Klammerwerte in Tabelle 1. Ich habe anläßlich der 8. Fachtagung 1981 darüber ebenfalls berichtet [6] und eine Vergleichstabelle veröffentlicht (Tabelle 2).

Tab 1

Tab 2

Sehr wesentlich ist die Abnahmecharakteristik. Die sehr eingehende Untersuchung von Jensch [17] brachte dazu folgende Ergebnisse:

- Jahreswärmeverbrauch durchschnittlich 42 - 44 MWh/B/a
- Die mittleren Tagesverbräuche sind zwischen Werktagen und Feiertagen nur wenig verschieden
- Die geordnete Dauerlinie des Heizwärmebedarfs zeigt einen Grundbedarf von mehr als 20% für mehr als 8.000 Jahresstunden (Bild 1).
- Der Wärmeverbrauch am kältesten Wintertag ist nur etwa doppelt so hoch wie bei einer Außentemperatur von + 10°C. Er fällt nie unter 25% des Maximalverbrauchs. Er bleibt über 16°C konstant etwa 60% des Jahresmittelwertes.
- Die stündliche Wärmeleistung zeigt im Tagesgang ebenfalls nur wenig Schwankungen von + 1% abs. um den theoretischen Mittelwert von 4,16% (Bild 2).

B1

B2

Für den Stromverbrauch gilt ähnliches:

Der Anteil HT : NT-Strom ist ziemlich genau 2/3 : 1/3. Je nach der Struktur der RLT-Anlagen (Klimatisierung oder nur Lüftung) ist entweder im Winter oder im Sommer ein leichter Mehrverbrauch von + 10% des Jahresmittelwertes festzustellen. Die Spitzen treten in den Morgenstunden ab 6.00 Uhr bis 11.00 Uhr auf. Sie ergeben eine Vollnutzungsdauer von wenigstens 3.000 h; in Häusern mit höherem Technisierungsstand und gegebenenfalls Maximumüberwachung kann diese 5.000 h übersteigen.

1.2 Kostenentwicklung:

Leider ist die Erfassung der Energiekosten in den Haushalten der Verwaltung oft nicht so übersichtlich, wie dies wünschenswert wäre. Dies hängt maßgeblich davon ab, daß die erforderlichen Meßeinrichtungen, wie sie seit 1976 für Bauten der Länder gefordert werden, nicht vorhanden sind [7].

Die Energie- und Wasserkosten werden in den Bewirtschaftungskosten für Gebäude und Grundstücke erfaßt. Sie betragen etwa 5 bis 7% des Pflegesatzes. Der Pflegesatz ist seit 1972 um rd. 300% gestiegen, die Energiekosten um 250% bis 400%, je nach Energieart (Bild 3).

B3

Bei den heutigen Energiepreisen ist der Pflegesatz mit etwa 7,- bis 10,- DM für Wärme und Strom belastet, wobei etwa 1/4 für Strom, 2/3-3/4 für Wärme anfallen.

Bei der über-inflationären Entwicklung der Energiepreise - die Kosten steigen ungefähr doppelt so schnell, wie die Personalkosten - wird bei Beibehalten der derzeitigen Versorgungsstrukturen in den nächsten 10 Jahren der Energiekostenanteil am Pflegesatz von derzeit rd. 5% auf wenigstens 8% ansteigen.

Im Jahr 1990 wird der Energieanteil im Pflegesatz mehr kosten als der ganze Pflegesatz in den 60-iger Jahren, nämlich rd. 25,- bis 30,- DM.

2. Was kann getan werden?

Ohne Zweifel gilt für ein Krankenhaus dasselbe wie für jeden Wirtschaftsbetrieb und jedes Einfamilienhaus:

Es kann durch einfache, billige Maßnahmen gespart werden.

2.1 Die Maßnahmen der ersten Stufe:

Diese Maßnahmen greifen nicht in die Versorgungsstruktur ein. Hier bleibt alles beim Alten. Es wird nur dafür gesorgt, daß keine Energie vergeudet wird. Dies fängt bei den Kesseln an, beachtet die Betriebsweise und Regelung, reduziert unnötig hohe Temperaturen und unnötig lange Betriebszeiten. Wir haben dazu für unsere Beratungstätigkeit eine 30-Punkte-Liste entwickelt, deren Befolgung mit Sicherheit eine Ersparnis von mehr als 10% erwarten läßt.

In einem Krankenhaus betrug der Ölverbrauch 1979: 2,1 Mio. l; 1980: 1,97 Mio. l; 1981: 1,63 Mio. l. Dies ist eine Einsparung von rd. 25%, welche nur auf solche Maßnahmen zurückzuführen ist. Der Investitionsaufwand dafür war nahezu 0.

2.2 Die Maßnahmen der zweiten Stufe:

Verlustbehaftete Wärmeverbraucher sind fast immer die Dampfwirtschaft und der Bereich der RLT-Anlagen. Auch hier lassen sich mit geringen Eingriffen in die Versorgungsstruktur erhebliche Ersparnisse erzielen.

Nach Siebert [8] ist der Anteil am Wärme-Anschlußwert (Bedarf) bei rd. 26 kW/Bett für

- Raumwärme	3,4 kW	=	14 %
- RLT-Anlagen	11,4 kW	=	43 %
- Wirtschaftswärme	11,2 kW	=	43 %

Viele RLT-Anlagen in älteren Häusern haben keine Wärmerückgewinnung, obwohl eine solche mit sog. kreislaufverbundenen Systemen verhältnismäßig einfach realisierbar wäre. In einem Krankenhaus mit rd. 1050 Betten ist die behandelte Luftmenge 457.000 m³/h (rd. 430 m³/B/h); der Wärmeverbrauch 14,3 MWh/B/a; der Anschlußwert 7,1 kW. Mit einem Investitionsaufwand von rd. 2 Mio. DM (brutto) (= rd. 2.000,- DM/B) lassen sich rd. 8000 MWh (= 50 %) einsparen. Das sind rd. 0,5 Mio. DM. Dabei wird die vorhandene Versorgungsstruktur noch nicht einmal angetastet.

In der Dampfwirtschaft wird wegen der Wäscherei (und dort nur wegen Mangel und Trockner) der Dampf mit 12 bis 14 bar erzeugt, obwohl nur 12% davon bei diesem hohen Druck gebraucht werden. 1/3 wird bei 3 bar, 1/3 sogar nur bei 0,5 bar benötigt [9]. Dabei ist die Brauchwarmwassererzeugung mit enthalten.

Werden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Stilllegen der Wäscherei und Vergabe nach außen
- Umstellen der Warmwassererzeugung auf Heizungswasser mit minimaler Vorlauftemperatur von rd. 60 °C, d.h. also Vergrößern der Boiler und Heizflächen

kann die Dampfleistung auf rd. 3 - 4 kW/B bei gleichzeitiger Minderung von Druck und Temperatur reduziert werden. Wieviel Einsparung dies bringen kann, hängt vom Zustand der Dampferzeugungs- und Verteilungsanlagen ab, dem Wärmeschutz, der Dichtheit und der Kondensatwirtschaft.

In dem Krankenhaus mit 1050 Betten und einem Gesamtbrennstoffverbrauch von rd. 55.000 MWh werden rd. 22.000 MWh (= 40 %) für die Dampferzeugung eingesetzt. Tatsächlich geliefert werden rd. 17.400 t Dampf/a. Dies ist ein Wirkungsgrad von etwa 56%. Dieser Dampf teilt sich auf in

- rd. 3.700 t für Warmwasser
- rd. 6.800 t für Krankenhausbedarf
- rd. 3.200 t für Wäscherei
- rd. 3.700 t für Sonstiges

wobei im Teil "Sonstiges" mit Sicherheit noch weitere Verlustquellen versteckt sind.

Bei einer Umstellung der Dampfwirtschaft auf das tatsächlich erforderliche Maß sind mit einem Aufwand von rd. 350.000 DM Ersparnisse in Höhe von wenigstens 145.000,-- DM/a erzielbar.

2.3 Die Maßnahmen der dritten Stufe:

Wärme- und Stromverbrauch stehen in Krankenhäusern in einem, wohl von Fall zu Fall verschiedenen, aber doch gut überschaubarem Verhältnis. Dies gilt natürlich besonders für bestehende Häuser, bei welchen man notfalls durch kurzfristige Messungen die erforderlichen Informationen bekommen kann. Typische Zahlen sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3

Bei reiner Kraft-Wärme-Kopplung wird je nach verwendetem System

- HD-Kessel mit Dampfturbine im Gegendruckbetrieb
- BHKW mit Diesel- oder Gasmotor

entweder relativ wenig Strom (z.B. 7,5 % bis 8%) bei viel Abwärme erzeugt oder relativ viel Strom (z.B. 29 % bis 33%) bei wenig Abwärme.

Welches der beiden Systeme in einem gegebenen Fall wirtschaftlicher ist, kann nur eine detaillierte Berechnung aufzeigen. In dem vorhin erwähnten Fall des 1050 Betten-Krankenhauses ist es - mit knappem Vorsprung - das BHKW. Hier kann mit einem Kostenaufwand von rd. 650.000,-- DM eine Ersparnis von rd. 200.000,-- DM erzielt werden. Die Primärenergieersparnis ist dabei über 6.100 MWh/a.

Eine bessere Anpassung an den unterschiedlichen Wärme- und Strombedarf läßt sich durch Kombinationen von Elektro-Wärmepumpen und Blockheizkraftwerken erzielen. Hierbei sind natürlich eine Menge von einschränkenden Bedingungen zu beachten:

- Das Heizsystem muß Wärmepumpenbetrieb erlauben, zumindest während eines Großteils des Jahres.
- Es muß eine leicht erschließbare Wärmequelle sein, wobei auch Luft in Betracht kommen kann. Eine erweiterte bivalent-alternative Betriebsweise kann bei den hier anstehenden Leistungsgrößen durchaus wirtschaftlich sein.

In einem Krankenhaus sind für das Jahr 1982 Strom- und Ölkosten in Höhe von 1,7 Mio. DM (brutto) zu erwarten. Eine Umstellung der Wärme- und Stromversorgung in dem angedeuteten Sinn und zwar mit rd. 600 kW Elektroleistung aus BHKW und rd. 1,2 kW Wärmeleistung aus Wärmepumpe wird bei einem Investitionsaufwand von rd. 2,5 Mio. DM (dies sind etwa 4000,-- DM/B, von

welchen ich anfangs gesprochen habe) eine Ersparnis von rd 600.000,- DM bringen (Bild 4).

B4

3. Umstellen - Heute oder Morgen?

3.1 Vor einem Jahr konnte ich an dieser Stelle über die Energiesparmaßnahmen im Klinikum Aachen berichten [67]:

- von zu erwartenden 116 GWH Wärme werden 32,2 GWH eingespart = 27,8% (Bild 5). Die Maßnahmen bedeuten heute eine Ersparnis von rd. 2,3 Mio. DM/a bei einem zum größten Teil abgerechneten Investitionsaufwand von rd. 5,5 Mio. DM. Die Kapitalrückflußzeit ist also rd. 2,4 Jahre):

B5

Diese Mitteilung hat insoweit Früchte getragen, als wir zwischenzeitlich über wenigstens zwei weitere Objekte berichten können:

- In dem Fall des 1050-Betten-Krankenhauses werden mit den verschiedensten Maßnahmen etwa 1,1 Mio. DM eingespart. Die Investitionskosten werden etwa 4,5 Mio. DM betragen. Die Kapitalrückflußzeit ist 4,1 Jahre.
- In dem letzten Fall ist die Untersuchung noch nicht abgeschlossen. Aber die Ersparnis von 600.000,- DM ist mit Sicherheit zu erreichen; so daß auch hier eine Kapitalrückflußzeit von rd. 4,1 Jahren zu erwarten ist.

3.2 Energiespar-Investitionen sind wegen der hohen Steigerungsrate der Energiekosten rentabler als andere Rationalisierungsinvestitionen. Bei einer Preissteigerungsrate von 10% und einer Kapitalrückflußdauer von 4 Jahren kann eine innere Verzinsung des eingesetzten Kapitals von rd. 30% erwartet werden (Bild 6) [10].

B6

Krankenhäuser der öffentlichen Hand sind leider nicht in der Lage, nach kostenwirtschaftlichen Gesichtspunkten zu planen. Hier ist es wahrscheinlich ein dornenvoller Weg bis zur Genehmigung zusätzlicher Mittel mit der einzigen Absicht Energie zu sparen. Schon die Erlangung einer entsprechenden Haushaltsunterlage bereitet Kopfzerbrechen, denn auch sie kostet Geld, was nicht im Etat vorhanden ist. Dies ist eine Feststellung.

Privatwirtschaftlich geleitete Häuser sind besser dran. Diese können zumindest die Kosten für die Erstellung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Investitionsplänen bereitstellen. Sie sind wohl auch in der Finanzierung solcher Maßnahmen flexibler. Und sie sind kostenwirtschaftlich orientiert.

Für sie gibt es m.E. gar keine Frage. Das Umstellen in den genannten Stufen ist sowieso ein mehrjähriger Prozeß, welcher in der Regel und vernünftigerweise mit anderen Modernisierungsmaßnahmen verknüpft werden sollte. Für den ersten Schritt, nämlich die Analyse des Bestehenden und die Prognosen des Neuen, ist es deshalb nie zu früh.

3.3 Wie kann die Verwaltung die Umstellung einleiten?

In vielen Fällen sind Energieverbräuche nur global, d.h. entsprechend der Öl-, Gas- und Stromrechnungen bekannt. Es ist daraus weder der Anteil an Wirtschaftswärme noch der jahres- und tageszeitliche Gang erkennbar. Auch die eingebauten oder durch den Zahn der Zeit entstandenen Verlustquellen werden oft als Gottgegeben hingegenommen.

Der 1. Schritt ist deshalb die Aufstellung einer Energiebilanz und einer Verbrauchsanalyse, bei welcher alle Energieformen, auch das Wasser, beachtet werden müssen. Sie muß die Verlustquellen ausweisen.

Der 2. Schritt ist zweckmäßig mit dem ersten zu verbinden. Er umfaßt die Untersuchung möglicher Einsparungen, die dazu erforderlichen Investitionen die Machbarkeit und die Effektivität.

Es entsteht daraus die Energieexpertise, in welcher die Einzelmaßnahmen im Rang ihres Nutzens und ihrer Dringlichkeit aufgelistet sind. Die Expertise ist die Basis eines Investitionsplanes oder einer langfristigen Haushaltsvorlage.

Bis dahin ist, außer den Honoraren für diese Arbeiten, welche nur wenige Prozente der beabsichtigten Investitionen ausmachen, noch keinerlei Geld geflossen.

Erst im 3. Schritt wird Geld benötigt. Dies sind dann meist nur die Maßnahmen der ersten Stufe. Sie zeigen sehr bald Wirkung und festigen das Vertrauen in die Planungsvorlagen. Der Mitarbeiterstab wird energiebewußter und erkennt Erfolge. Und von nun an gehts bergauf.

Deshalb:

- Umstellungen bescheiden einleiten
- Voraussetzungen für sinnvolle Planungen schaffen
- Erst dann in die Hauptmaßnahmen einsteigen.

Der Erfolg ist gewiß.

- [1] Jensch, K. : Leistungs- und Energiebedarf eines Krankenhauses
Energie 32 (1980) H. 9, S. 343/348
- [2] Schemkes, W. : Elektrische Brauchwassererwärmung mit Wärmerückgewinnung in einem Krankenhaus
Elektrowärme Int. A 39 (1981) H. 11, S. 339/342
- [3] : 6. Fachtagung Krankenhaustechnik vom 27./29.03.1979
"Energie im Krankenhaus"
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Klie
Med. Hochschule Hannover
- [4] : 8. Fachtagung Krankenhaustechnik vom 19./20.03.1981
"Technik zentraler Dienste im Krankenhaus"
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Glöckle
Med. Hochschule Hannover
- [5] : Technische Versorgung neuer Hochschulkliniken.
Planen und Bauen 21
Zentralarchiv für Hochschulbau
Stuttgart 1980. Sauer-Verlag, München
- [6] von Cube, H.L. : Abwärmeverwertung im Krankenhaus
Veröffentlicht in [4], S. 43/50
- [7] Graff, K.W. : Erfassung und Vergleich von Verbrauch und Kosten für
Energie und Wasser im Krankenhaus.
Veröffentlicht in [3], S. 1/13
Dort ausführliches Literaturverzeichnis
- [8] Siebert, L. : Fernwärme- und Eigenwärmeversorgung
Veröffentlicht in [3], S. 74/84
- [9] Riedle, K. : Heizungs-systeme im Krankenhaus - HD-Dampf, ND-Dampf,
MW-Heizungsanlage
Veröffentlicht in [3], S. 85/105
- [10] von Cube H.L. : Die Energiesparinvestition - eine der rentabelsten
Rationalisierungsinvestitionen
Energiespartechnik (1981), H. 5, S. 18/22

Kenndaten für Leistung und Jahresverbrauch von Wärme und Strom im Krankenhaus, bezogen auf das „Bett“ (B)

Verbrauchsgruppen	Leistung kW/B	Verbrauch MWh/B/a
Gesamt	10 - 25 (35)	20 - 28 (45)
Schwerpunkt	13 - 15	22 - 25
Anteiliger Verbrauch:		
Heizung + Lüftung	10 - 15	17 - 25
Dampf (mit Wäscherei und Brauch-WW.)	1,5 - 4 (11)	3,5 - 6,5
Brauch-Warmwasser	(50-150 l/B/d)	2,0 - 3,5
Strom	1 - 1,5 (5)	3 - 4

Tabelle 1

Der Energiebedarf in Krankenhäusern (Anschlußwerte)

Nutzfläche/Bett: 50 bis 75 m²

spezifischer Bedarf		pro m ²	pro Bett
Wärme	(KW)	0,2 - 0,4	17 - 35
Kälte	(KW)	0,1 - 0,15	8 - 12
Strom	(KW)	0,08 - 0,13	5 - 10
Luft	(m ³ /h)	12 - 28	800 - 2000
Wasser	(l/h)	2 - 4	200 - 300

Tabelle 2

Spezifische Verbrauchswerte von Wärme und Strom und ihre Verknüpfung durch Kraft/Wärme-Kopplungssysteme

Verbrauch im Krankenhaus	Leistung kW/B	Verbrauch (Lieferung) MWh/B/a	Vollnutzungsstunden h
Wärme	15	22	1.500
Strom	1,1	3,6	3.200
Dampf-Turbo	7,5 (therm) 0,6 (elektr.)	22 = 100% 1,8 = 50%	rd. 3.000
BHKW	1,1 0,7	4,5 = 20% 2,8 = 77%	rd. 4.000
Wärmepumpe + BHKW	3,5 1,9	20 = 90% (4,4) + 2,3 = 65%	rd. 3.500

Tabelle 3

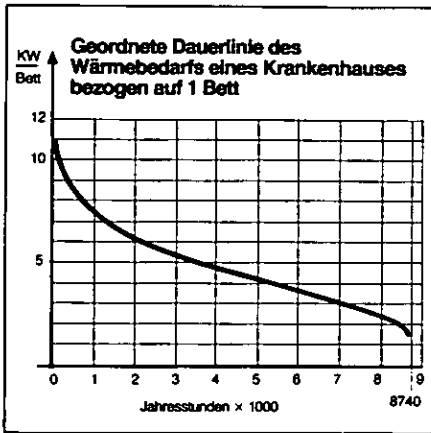


Bild 1

Bild 2

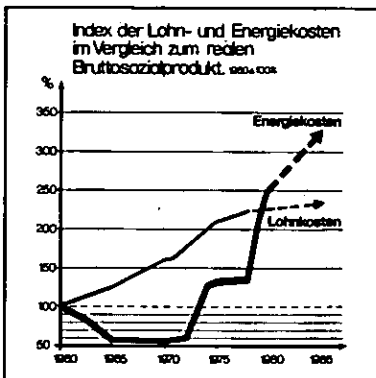
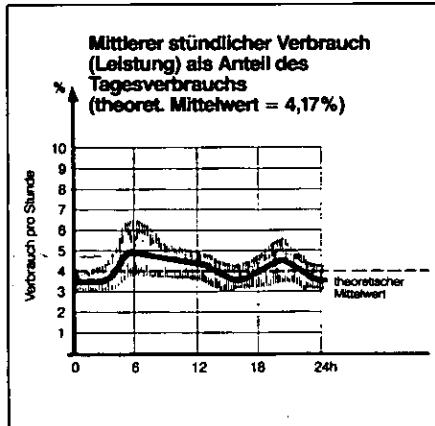
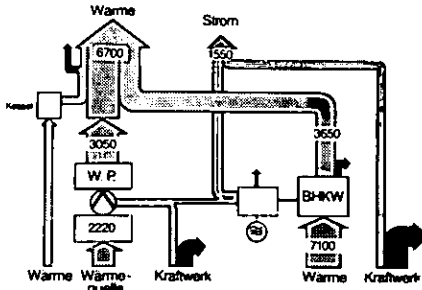


Bild 3

Verbundsystem BHKW + Wärmepumpen

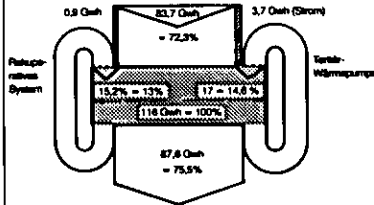


Primärenergie: 7940 MWh
 Ersparnis: 5260 MWh
 Energiekosten: DM 365.000,—
 Ersparnis: DM 275.000,— (= 43%)

Bild 4

Bild 5

Die Abwärmernutzung
 des Klinikums Aschen
 es werden 32,2 GWh/a eingespart
 = 20 MWh pro Jahr und Bett!
 = 27,8% des Gesamtbedarfs



Die innere Rendite (Zinssatz) einer Energiepar-
 investition als Funktion des Mehrkosten-Nutzen-
 Verhältnisses (BNV) und der Nutzungsdauer n
 der Investition.

Es ist eine Durchgangsbewertung von 10% pro Jahr angenommen.

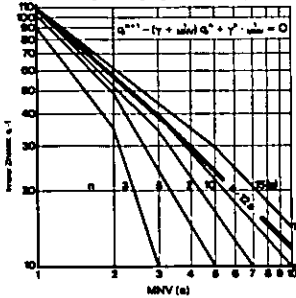


Bild 6

DIN 1946 Teil 4 - Anpassung an die veränderte Energie-
und Finanzsituation wünschenswert ?

Von o.Prof.Dr.-Ing.H.Esdorn, Berlin

1. Neufassung 1978 der Norm - Anlaß und Leitgedanke

Die Neufassung der Norm DIN 1946 Teil 4 aus dem Jahre 1978 ist in der Fachwelt, soweit bekannt, nirgends wegen technischer oder hygienischer Mängel beanstandet worden, wohl dagegen die mit den neuen Anforderungen der Norm verbundenen Mehrkosten gegenüber der bisherigen, technisch und hygienisch jedoch nicht mehr dem heutigen Stand entsprechenden Ausgabe der Norm. Besonders aktuell geworden ist diese Thematik durch die in allen Bereichen ständig steigenden Kosten der Krankenversorgung und durch die extremen Energiepreisstigerungen der letzten Jahre.

Man kann diese Problematik jedoch nicht erörtern, ohne sich noch einmal den Anlaß der seinerzeitigen Neubearbeitung und das daraus resultierende Leitmotiv für die Beratungen vor Augen zu halten: Auslösendes Moment war eine Reihe von postoperativen Infektionsfällen, die, ohne daß schlüssige Beweise vorlagen, von den Medizinern den OP-Klimaanlagen angelastet wurden (z.B. [1], [2]). Entsprechende verallgemeinernde Artikel in der Tages- und Boulevardpresse führten zu einer generellen Diskriminierung der Raumluftechnik, die durch nichts begründet war. Bei der Neubearbeitung der Norm gingen daher die beteiligten Ingenieure, unterstützt von den Hygienikern des Ausschusses, von dem Grundsatz aus, die Anforderungen an die RLT-Anlagen so festzulegen, daß spekulative Vorwürfe der obigen Art gegen die Raumluftechnik weitgehend ausgeschlossen werden konnten. Dieses bedeutete, auf der einen Seite auch alle baulichen Voraussetzungen für die aufgabengerechte Funktion der RLT-Anlagen in der Norm aufzuführen, zum anderen in Zweifelsfällen bei Alternativen den sichereren Weg zu gehen, wenn beispielsweise gewisse hygienische Anforderungen nicht hinreichend quantifizierbar waren.

Speziell für den Fall, daß Finanzierungsschwierigkeiten später doch zur Inkaufnahme gewisser Risiken zwingen sollten, wurden in die Norm im Abschnitt 1.1 Passagen aufgenommen, die dieses

in jedem Einzelfall mit einer Begründung durch ein verantwortliches Gremium ermöglichen sollten.

Inzwischen ist über die Frage einer möglichen Reduzierung einzelner Anforderungen der Norm in der Fachöffentlichkeit breit diskutiert worden. Teilweise sind auch bereits Richtlinien bzw. Empfehlungen einiger Bundesländer in dieser Richtung ergangen. Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit diesen Problemen.

2. Diskutierte Alternativen zu einzelnen Festlegungen der Norm

2.1 Übersicht

Verbindliche Richtlinien über eine in Teilen eingeschränkte Anwendung der Norm sind erlassen worden in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen [3], Baden-Württemberg [4] und Hamburg [5]. In den übrigen Bundesländern ist die Handhabung unterschiedlich. In einzelnen Ländern wird die Norm praktisch ohne Einschränkung angewendet, in anderen werden Abweichungen in jedem Einzelfall über den genannten Passus in Abschnitt 1.1 des Normblattes festgelegt und begründet. Dabei werden teilweise die erwähnten Richtlinien anderer Bundesländer oder weitere hierzu ausgearbeitete Unterlagen [6] bzw. eigene Vorstellungen der zuständigen Fachleute zugrunde gelegt.

2.2 Verzicht auf RLT-Anlagen in einzelnen Bereichen

Aus lufthygienischen Gründen werden in den genannten Richtlinien bzw. Arbeitspapieren teilweise RLT-Anlagen in folgenden Bereichen für entbehrlich angesehen: Internistische Intensivpflege, Intensivüberwachung, Entbindung, Frühgeborenen- und Neugeborenen-Station, Umkleide- und Massageräume, Zentralsterilisation, Bettenreinigung, Flure und Isotopenräume. Für die Infektionsabteilung werden teilweise RLT-Anlagen nur für einen kleinen Teil der Station oder gar nicht als erforderlich betrachtet. Vorliegende Stellungnahmen von Hygienikern hierzu sind uneinheitlich, so daß es hier von dieser Seite einer klärenden Abstimmung bedarf.

Bezüglich der Infektionsabteilungen ist darauf hinzuweisen, daß der Verzicht auf RLT-Anlagen hier im Widerspruch zu der entsprechenden BGA-Richtlinie [7] steht. Hier wird nicht nur

eine Abschirmung der Infektionsabteilung gegen das übrige Haus, sondern auch eine solche der einzelnen Zimmer gegen den Flur der Abteilung gefordert. Dieses ist ohne RLT-Anlagen nicht möglich. Auch hier ist eine Klärung von hygienischer Seite erforderlich.

Gegen einen Verzicht auf RLT-Anlagen für Flure müssen von seiten der Raumlufttechnik Bedenken wegen mangelnder Luftqualität geltend gemacht werden. Man sollte hier die jetzige Regelung der Norm ("RLT-Anlagen nach Bedarf") bestehen lassen.

2.3 Alternativen für Operationsabteilungen

2.3.1 Verringerung des Luftwechsels in OP-Räumen

Alle obengenannten Länder-Richtlinien und das Arbeitspapier [6] sehen in den OP's der Raumklasse II LW 15 statt LW 20 vor, wobei dieses in den Hamburger Richtlinien an bestimmte Voraussetzungen bezüglich des Schutzes gegenüber Außeneinflüssen und bezüglich einer bevorzugten Versorgung der Schutzbereiche mit keimarmer Luft ([9], [10], [11] und [12]) geknüpft wird. Die Hygieniker Gundermann, Kanz und Rüden vertreten ähnliche Standpunkte.

Die untere Grenzkurve in Bild 1, in dem Korrelationsuntersuchungen zwischen postoperativer Infektionsrate und Luftwechsel dargestellt sind, zeigt, daß unter Beachtung von Nutzen und Aufwand schon ein Luftwechsel von 20, wie er seinerzeit vom Ausschuß ausgewählt wurde, sinnvoll erscheint, andererseits ist angesichts der vielen Unwägbarkeiten, die in der begrenzten Anzahl der zugrunde liegenden Untersuchungen und in deren Deutung liegen, aus der Sicht des Ingenieurs gegen eine Reduzierung auf LW 15 für die Raumklasse II sicher keine Einwendung zu erheben. Dieses gilt besonders, wenn hier noch einschränkende Voraussetzungen bezüglich geeigneter Luftführungssysteme gemacht werden. Aus dem in Bild 2 wiedergegebenen Zusammenhang zwischen dem Kontaminationsgrad und dem Luftwechsel ersieht man, daß es sinnvoll wäre, in der Norm einen Mindestluftwechsel für Luftführungssysteme mit Mischströmungscharakter anzugeben und als Beurteilungsmaßstab das Produkt aus diesem Luftwechsel und dem jeweiligen Kontaminationsgrad des Luft-

führungssystem, der experimentell zu bestimmen wäre, festzulegen.

Die möglichen Einsparungen bei LW 15 an Stelle von LW 20 liegen ohne Wärmerückgewinnung bei ca. 50 DM/m³a, bei Betrieb mit 50% Luftstrom sowie ohne Befeuchtung und Kühlung außerhalb der Betriebszeiten. Für einen OP üblicher Größe entspricht das etwa 2.000 DM/a. Für Anlagen mit Energierückgewinnung reduzieren sich die Werte entsprechend.

2.3.2 Stärkere Luftstromreduzierung bei OP-Anlagen außerhalb der Betriebszeiten

In allen genannten Richtlinien wird eine Luftstromreduzierung auf 30% an Stelle von 50% (Norm) festgelegt. Ob dieses aus Ingenieursicht vertretbar ist, hängt von der lufthygienischen Zielsetzung ab. Will man lediglich unerwünschte Rückzirkulationen in den Kanälen vermeiden, so ist eine Reduzierung auf 30% vertretbar. Soll dagegen die Druckhaltung in der Station aufrechterhalten bleiben, sind beträchtliche technische Schwierigkeiten infolge der Toleranzen von Volumenstromreglern und auf Grund unterschiedlicher Ventilator- und Netzkennlinien der Zu- und Abluftanlagen zu erwarten. Hier muß gegebenenfalls seitens der Hygieniker die Zielsetzung neu formuliert werden.

Die möglichen zusätzlichen Betriebskosteneinsparungen liegen hier ohne Wärmerückgewinnung bei ca. 0,60 DM/(am³/h). Für OP-Einheiten üblicher Größe entspricht dieses einer zusätzlichen Einsparung von ca. 2.500.-- bis 3.000.-- DM/a, bei Anlagen mit Energierückgewinnung entsprechend weniger.

2.3.3 Reduzierung der Filteranforderungen

Die Anforderungen an die Qualität der 3. Filterstufe wurden seinerzeit jeweils nach der sicheren Seite hin festgelegt, da seitens der Hygieniker keine verlässlichen Grenzbedingungen genannt werden konnten. Inzwischen liegen hierzu jedoch Äußerungen von Hygienikern und Mikrobiologen vor (Drescher, Kanz, Rüdén), die eine Reduzierung der Filterklassen (z.B. R an Stelle von S in RK I) für erwägenswert halten. Teilweise wird hier jedoch noch eine experimentelle Klärung für erforderlich gehalten, die nach Ansicht des Referenten vergleichsweise einfach durchführbar sein sollte.

Die möglichen jährlichen Einsparungen ("R" statt "S") liegen für einen OP-Raum bei ca. 40.-- bis 50.-- DM/a. Bei dieser Größenordnung sollte eine Änderung nur dann erfolgen, wenn hygienische Nachteile sicher ausgeschlossen werden können.

2.3.4 Veränderung der zulässigen Raumzustands-Sollwerte

In den genannten Richtlinien bzw. Arbeitspapieren werden folgende Änderungsvorschläge gemacht:

Auslegung Sommerfall	$t_{zul} = t_{Norm} \pm 2 \text{ K}$	(/ 3 /, / 4 /)
Auslegung Kälte auf	$t_{max} = 24^{\circ}\text{C}$	(/ 5 /)
Maximale Soll-Temperatur für RK I und II	$t_{max} = 26^{\circ}\text{C}$	(/ 6 /)

Eine Auslegung auf 26°C an Stelle von 21°C wirkt sich fast ausschließlich in den Investitionskosten für die Kälteanlagen aus. Sie betragen ohne Wärmerückgewinnung für eine OP-Einheit ca. 20.000.-- bis 25.000.-- DM, mit Wärmerückgewinnung reduzieren sich die Werte auf ca. 40 bis 50%. Bei Auslegung auf 24°C liegen die Ersparnisse bei ca. 60% der genannten Werte.

Da die maximalen Außentemperaturen nicht während des üblichen OP-Betriebes, sondern erst etwa gegen 15 Uhr erreicht werden, erscheint es sinnvoller, für die Auslegung nicht die Raumtemperatur, sondern die Außentemperatur abzusenken, beispielsweise von 32 auf 27°C bei gleicher absoluter Feuchte. Die Reduzierung der Kälteleistung ist dabei die gleiche. Die Luftkühler erlauben dabei jedoch bis auf die wenigen Vormittagstunden im Jahr mit Außentemperaturen über 27°C (in Berlin weniger als 20 h/a vor 12 Uhr) ohne spürbare Kostenauswirkungen einen Betrieb mit der normgemäßen Minimaltemperatur von 21°C .

Die oben genannte Toleranzbedingung von $\pm 2 \text{ K}$ hat effektiv die gleichen Auswirkungen wie die maximale Soll-Temperatur von 26°C . Die negative Toleranz dürfte sich auf den unteren Grenzwert von 21°C kaum anwenden lassen.

Einige Länder-Richtlinien ([3], [4]) legen die minimale relative Feuchte auf 40% fest. Dieser Wert ist für die heutigen Verhältnisse technisch akzeptabel. Seinerzeit wurde jedoch der Grenzwert von 45% für die Norm gewählt, da man evtl. zukünftige Entwicklungen in der Anästhesie nicht durch evtl. kritische Luftfeuchtigkeiten einengen wollte. Gegebenenfalls muß dieser Gesichtspunkt fallen gelassen werden.

2.4 Reduzierung der Anforderungen an die Abschirmung keimge- fährdeter Bereiche

2.4.1 Luftschleusen

Auf Grund von Fehlinterpretationen der Norm sind in der Vergangenheit häufig wesentlich mehr Luftschleusen als erforderlich geplant worden. Der Ruf der Norm als kostentreibende Vorschrift ist auch hierauf mit zurückzuführen.

Bei innenliegenden OP-Abteilungen einer einheitlichen Raumklasse werden beispielsweise Luftschleusen nur an allen Verkehrs- und Transportverbindungen zum übrigen Gebäude als Funktionsvoraussetzung für die Druckhaltung genannt. Befinden sich innerhalb einer Abteilung neben OP-Einheiten der RK II auch solche der RK I, so sind nur diese nochmals an ihren Verbindungen zur Abteilung durch Luftschleusen abzutrennen, nicht jedoch die Einheiten der RK II.

Im Gegensatz zu diesen Festlegungen für OP-Abteilungen stellen sich die Meinungen der Hygieniker bei der Intensivüberwachung sowie bei einigen anderen Raumgruppen der RK II (Intensivpflege, Entbindungsräume, Frühgeborenen-Station) uneinheitlich dar. Ebenso herrschen unterschiedliche Ansichten bezüglich einer Abschleusung von Infektionsabteilungen. Wie bereits erwähnt, sieht die entsprechende BGA-Richtlinie [7] hier Schleusen sowohl in den Trennflächen zum übrigen Gebäude als auch zwischen den Patientenräumen und den Fluren vor. Hier müssen zwischen den Hygienikern Klärungen herbeigeführt werden.

2.4.2 Luftdichte Klappen

Bei den luftdichten Klappen gilt noch in wesentlich stärkerem Maße als bei den Luftschleusen, daß diese in völlig falscher Auslegung des Norm-Textes in der Vergangenheit teilweise in geradezu unsinnigem Umfang und zu hoher Qualität geplant bzw. eingebaut worden sind. Es ist daher verständlich, daß von seiten der Länder dieser Tendenz entgegengewirkt wird.

Nach den genannten Richtlinien für Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen sollen nunmehr zwischen Räumen der Klassen I und II sowie in Geschoßabzweigen die in der Norm vorgesehenen luftdichten

Klappen entfallen. Bezüglich der Klappen in den Trennflächen zwischen verschiedenen Raumklassen müßte der Norm-Text ohnehin in der Richtung präzisiert werden, daß die Klappen selbstverständlich nur dann erforderlich sind, wenn der entsprechende Kanal zu beiden Raumbereichen hin Luftdurchlässe besitzt. Unabhängig davon erscheint jedoch für den Fall der Raumklassen I und II der Fortfall der Klappen vertretbar, da ein Rückströmen ungefilterter Luft in das Zuluftkanalnetz bei Anlagenstillstand (Bild 3) praktisch nur während des Filterwechsels möglich ist, was z.B. dadurch vermieden werden kann, daß der Filterwechsel bei laufender, jedoch durch die vorgesehene Handdrosselklappe abgesperrter, Anlage vorgenommen wird. Über das Abluftkanalnetz dagegen kann bei Anlagenstillstand unter entsprechenden Druckdifferenzen ohne Absperrklappen ein Luftaustausch von den Räumen der RK II zu denen der RK I erfolgen. Diesem könnte jedoch durch eine Desinfektion der Räume nach Wiederinbetriebsetzung begegnet werden. Bei den seinerzeitigen Norm-Beratungen wollte man diesen Betriebserschwernissen aus dem Wege gehen.

Der Verzicht auf die in der Norm vorgesehenen luftdichten Klappen in den Geschoßabzweigen erscheint dem Referenten hingegen aus folgenden Gründen nicht sinnvoll: Zum einen stellen Geschosse immer Brandabschnitte dar, so daß in den Abzweigen ohnehin Feuerschutzklappen angeordnet werden müssen, die die Anforderungen der DIN 1946, Teil 4 bezüglich der Dichtigkeit erfüllen. Hier ist zusätzlich lediglich für eine geeignete Steuerung der Klappen zu sorgen, so daß der Mehraufwand hier vergleichsweise gering ist. Von der Aufgabe der Klappen her ist zu bedenken, daß - namentlich bei höheren Gebäuden - der Luftaustausch zwischen verschiedenen Geschossen auf Grund der thermischen Druckdifferenzen über nicht in Betrieb befindliche Luftkanalnetze wegen der großen Öffnungsquerschnitte in den Kanälen sehr stark sein kann. Ein solcher Austausch zwischen den Krankenzimmern unterschiedlichster Abteilungen eines Bettenhauses beispielsweise ist sicher von seiten der Hygiene nicht erwünscht, auch wenn diese Bettenzimmer alle der Raumklasse III zuzuordnen sind. Hierbei ist außerdem zu beachten, daß die Norm keine Festlegungen darüber enthält, daß Anlagen der Raumklasse III im

Dauerbetrieb gefahren werden müssen. Ein Verzicht auf luftdichte Geschoßabsperrrklappen kann daher aus den genannten Gründen bei einer Neubearbeitung der Norm nicht empfohlen werden.

2.5 Wärmerückgewinnung

Das einfachste Verfahren der Wärmerückgewinnung ist die Beimischung von Umluft. Es wird in der Zwischenzeit von mehreren Hygienikern in Deutschland (u.a. Gundermann, Kanz, Rüden, Werner) für erwägenswert gehalten, bei entsprechend hohen Anforderungen an die Zuluftfilterung Umluft in gewissen Bereichen des Krankenhauses zuzulassen. Hierüber müßte bei einer Neubearbeitung der Norm eingehend beraten werden.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen muß festgestellt werden, daß die bisher in der Norm festgelegten Anforderungen an Wärmerückgewinner als wesentlich zu hoch angesehen werden müssen. Die zulässige maximale Übertragungsrate zwischen der Fortluft und der Abluft in Wärmerückgewinnern müßte demnach in der gleichen Größenordnung liegen dürfen, wie der möglicherweise zugelassene Umluftanteil. Eine solche neue Festlegung würde sicher den Fortfall der bisher vorgesehenen Fortluftfilterung bei gewissen Anlagen mit Trennflächen bedeuten, wenn hier möglicherweise automatische Anlagenabschaltungen bei Beschädigung von Trennflächen vorgesehen werden. Bei Anlagen ohne Trennflächen müßte die bisher zulässige Übertragungsrate von 10^{-4} , die einem Umluftanteil von 0,01% (!) entsprechen würde, drastisch gesenkt werden.

Einzelheiten solcher Festlegungen müssen der Beratung mit den Hygienikern vorbehalten bleiben.

3. Überarbeitung der Norm wünschenswert ?

Die Darlegungen haben gezeigt, daß nach den bisher vorliegenden Erfahrungen die Norm in allen Punkten die zu stellenden Anforderungen erfüllt. Einzelne Punkte, in denen die Anforderungen mit Rücksicht auf den finanziellen Aufwand bei den für die Krankenhausfinanzierung zuständigen Stellen für zu hoch gehalten werden, wurden kritisch betrachtet. Dabei zeigte sich,

daß auf Grund der jetzt vorliegenden Erfahrungen in der Tat an einigen Stellen die Anforderungen reduziert werden können. Wenn dieses unter der Prämisse geschieht, daß mit einer möglichen Neubearbeitung auch wieder eine einheitliche Anwendung dieser Norm in Deutschland erreicht wird, ist eine Neubearbeitung sicher als wünschenswert anzusehen. Dabei wird es zweckmäßig sein, die Zusammensetzung des Ausschusses in der Richtung zu verändern, daß die für die Krankenhausfinanzierung zuständige Ingenieurseite und die Mediziner stärker als bisher vertreten sind.

4. Literatur

- [1] Thomsen, K.; Krebs, D.: Fehlerhafte Klimaanlage infizierte Operationstrakt. Deutsches Ärzteblatt 69 (1972), S.544
- [2] Bericht des Parlamentarischen Untersuchungsausschusses zur Überprüfung der Vorfälle im Zusammenhang mit postoperativen Todesfällen in der Universitäts-Frauenklinik Eppendorf. Drucksache VII/3090 vom 5.7.73. Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg
- [3] Richtlinien über das Verfahren bei der Förderung von Baumaßnahmen kommunaler und freier gemeinnütziger Krankenhäuser sowie gleichgestellter Einrichtungen bis zur endgültigen Festlegung der Landesförderung. Anwendung der DIN 1946, Teil 4, Raumluftechnische (RLT) Anlagen in Krankenhäusern (Fassung April 1978) Rd.Erl.des Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales vom 5.12.1980 - VD 1-5701.20. Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr.5 vom 22.1.1981
- [4] Erlaß des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung über die Planung von Krankenhäusern; hier: Raumluftechnische Anlagen in Krankenanstalten nach der Norm DIN 1946, Teil 4, vom 1.10.1979. Az. VI 8107/79. Gemeinsames Amtsblatt des Landes Baden-Württemberg 27.Jahrg., Nr.39, Stuttgart, 4.12.1979
- [5] Beschluß des Senats der Freien und Hansestadt Hamburg vom 29.7.1980 (Drucksache Nr.605) und vom 15.12.1981 (Drucksache Nr.144) über die eingeschränkte Anwendung allgemeiner technischer Regelungen im Krankenhausbau.
- [6] Arbeitspapier betreffend DIN 1946, Teil 4 vom April 1978 für Rheinland-Pfalz (nicht veröffentlicht)
- [7] Bundesgesundheitsblatt 19.Jahrg. (1976) Nr.1. Hier: Anforderungen der Hygiene an die funktionelle und bauliche Gestaltung für Infektions-Einheiten. BGBI.22, Nr.10 vom 11.5.1979

- [8] Esdorn, H.:
Raumlufthechnische Anlagen im Krankenhaus -Gefahrenquelle oder Mittel zur Erfüllung hygienischer Anforderungen ?
gi 98 (1977) Nr.6, S.153-159
- [9] Esdorn, H.; Nouri, Z.:
Vergleichsuntersuchungen über Luftführungssysteme mit Mischströmung in Operationsräumen.
HLH Heizung Lüftung Klimatechnik Haustechnik 28 (1977) Nr.12, S.427-437
- [10] Esdorn, H.; Nouri, Z.:
Anwendung energiesparender Reinfeldverfahren in Operationsräumen. Forschungsbericht T 81-049 Technologische Forschung und Entwicklung -Nichtnukleare Energietechnik- BMFT-FB-T 81-049 (April 1981)
- [11] Esdorn, H.; Kecskés, S.; Klems, H.; Nouri, Z.:
Das Reinfeldverfahren - Klinische Erfahrungen in der Unfallchirurgie. SWISS Med., Bd.4, Dr.Wuest-Verlag, Zürich, Seiten 47-54 (1980)
- [12] Specht, G.; Esdorn, H.; Nouri, Z.:
Klinische Erfahrungen mit dem Reinfeldverfahren am Operationstisch. VDI-Bericht Nr.386, S.175-179
- [13] Kanz, E.:
Die Non-Infektion als hygienisches Grundkonzept in der Chirurgie. Hygiene und Medizin 4 (1979) S.40-45
- [14] Intag, E.; Wiebe, H.; Partain, C.:
An Investigation of the Importance of Air Flow in Control of Post-Operative Infections.
ASHRAE Journal, February 1975, p.27/33
- [15] Galson, E.; Goddard, E.:
Hospital Air Conditioning and Sepsis Control.
ASHRAE Journal, July 1968, p.33/41
- [16] Arbeitstagung "Realismus in der Krankenhaushygiene".
Heidelberg, 27./28-November 1981

Anschrift des Verfassers:

Gf.Direktor des Hermann-Rietschel-Instituts für Heizungs- und Klimatechnik der Technischen Universität Berlin, Marchstraße 4, 1000 Berlin 10.

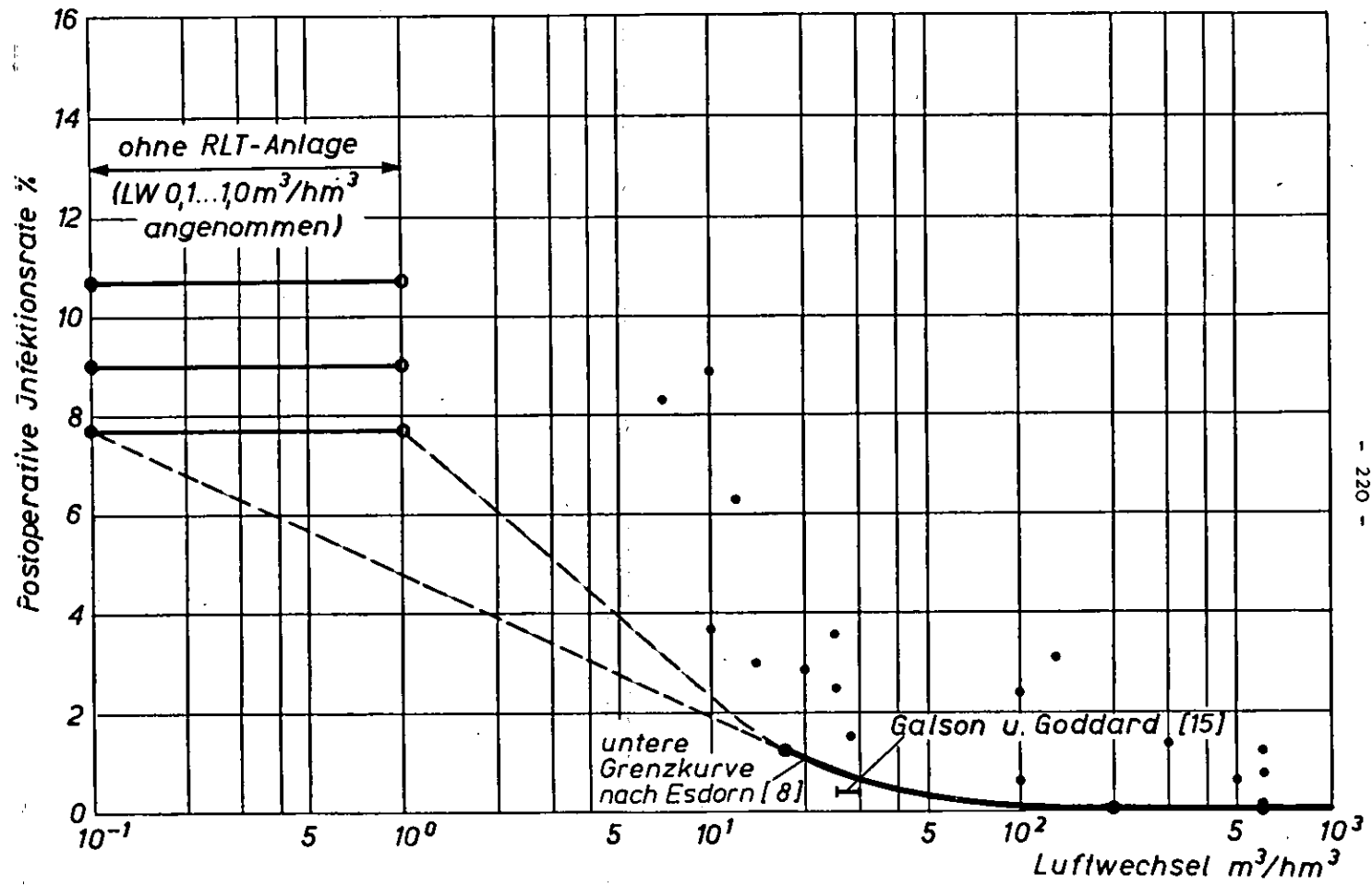
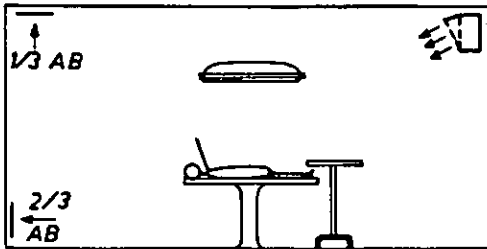
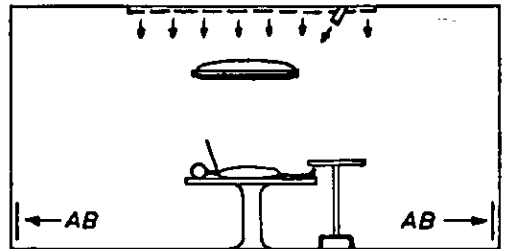


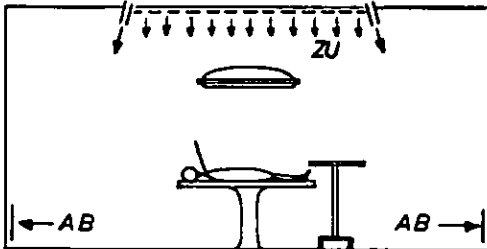
Abb.1 - Korrelation zwischen postoperativer Infektionsrate und Luftwechsel nach Intag, Wiebe, Partain /14/



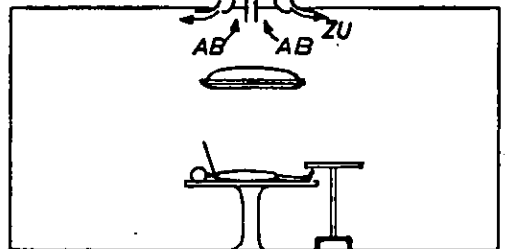
Wandkanal-Auslass (WK)
a)



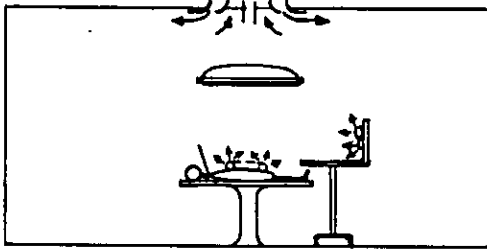
Lochdeckenfeld mit Düsen (LD+DUE)
b)



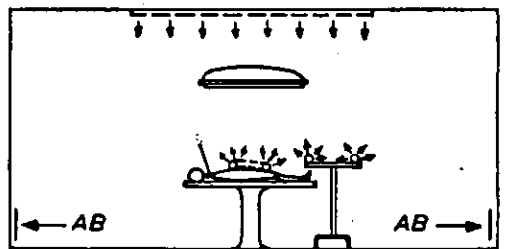
Lochdecke System ALLANDER
c)



Zentralauslass (ZA)
d)



Zentralauslass mit Reinfeldverfahren (ZA+RF)
e)



Lochdeckenfeld mit Reinfeldverfahren (LD+RF)
f)

Abb.2 - Untersuchte Lüftungssysteme /9/
(Schnitt in Raummitte)

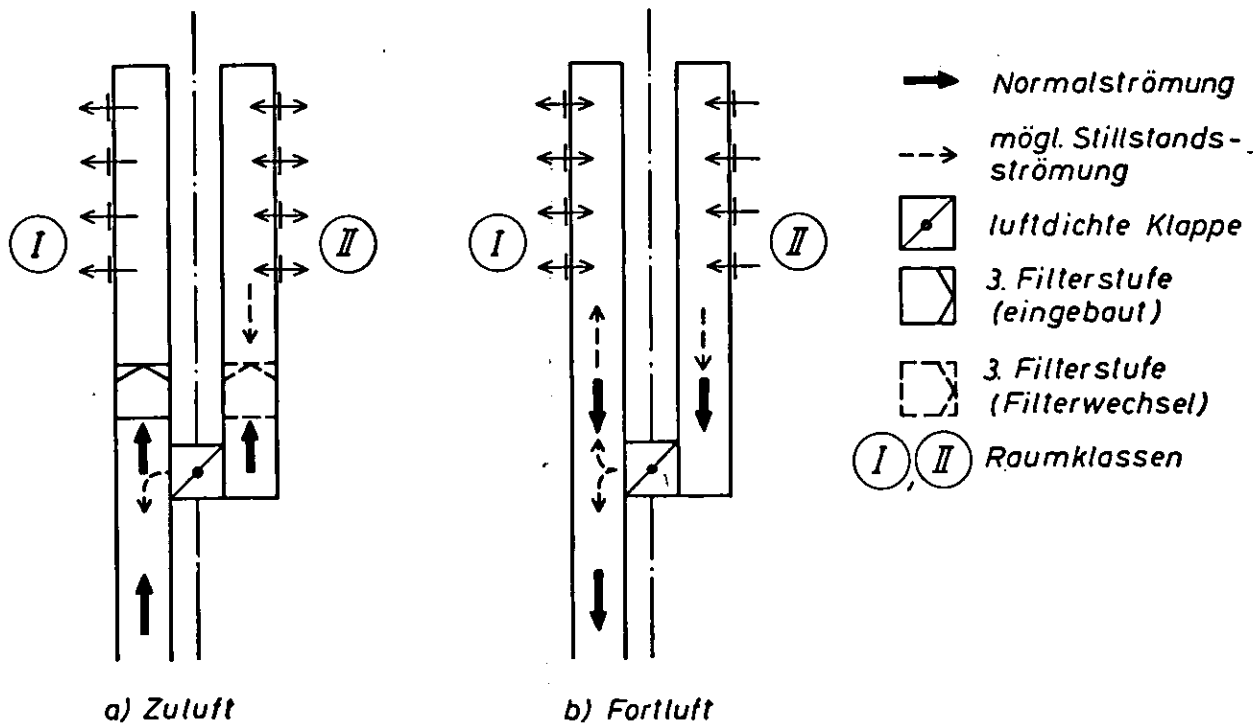


Abb.3 - Mögliche Stillstandsströmungen zwischen Räumen der Klasse I und II

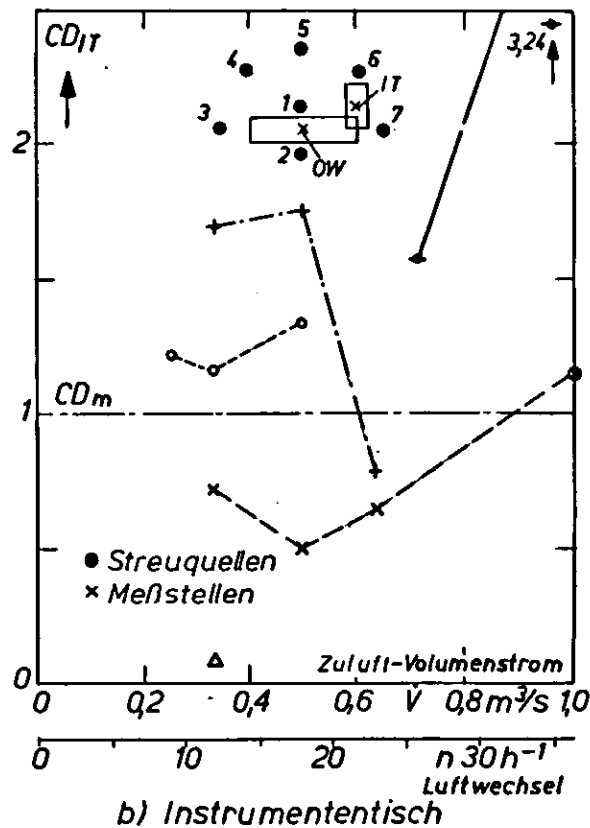
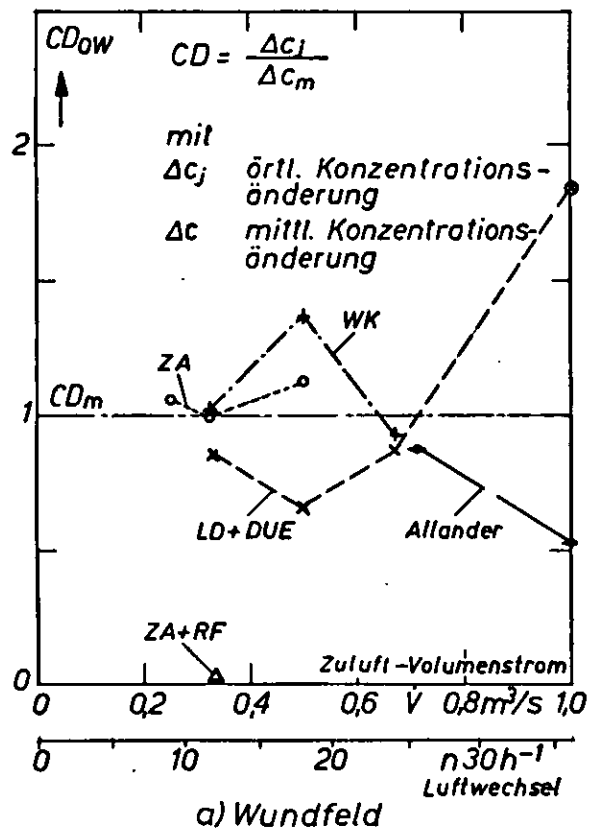


Abb.4 - Mittelwert der Kontaminationsgrade durch Streuquellen
 1...7 bei Kühllast 2400W /9/

Wärmerückgewinnung aus Prozeßwärme, Abluft, Abfall und Müll im Krankenhaus

von N. Gößl, München

Einführung

Die Energieversorgung, d. h. Primär- und Endenergie, ist insbesondere seit 1973 in Bewegung geraten. Zunächst war der Umweltschutz vorherrschend und dann gleichrangig mit den energiewirtschaftlichen Fragen zu behandeln. Im Baugeschehen, besonders im Bereich der Krankenhäuser sind diese Fragen eingebettet in die übrigen Anforderungen, die an den Betrieb und die Errichtung eines Gebäudes zu stellen sind. Die Energieversorgung endet aber nicht an der Grundstücksgrenze, sondern muß auch die Infrastruktur, wie die der leitungsgebundenen Energie (Strom, Gas, Fernwärme und Abwärmequellen) innerhalb und außerhalb des Umgriffes des Krankenhauses einbeziehen.

Energieträger und Abwärmequellen

Strom

Beim Einsatz von elektrischem Strom ist auf die Kosten- und Tarifstruktur Rücksicht zu nehmen wie Arbeits- und Leistungspreis, Baukostenzuschüsse, Niederzeiten und Hochtarifzeiten, Wochenendtäler. Insbesondere für den Einsatz von Wärmepumpen ist es von Bedeutung, ob nicht eine für die Nachtstromheizung zugestandene tarifliche Behandlung erreicht werden kann, was für die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen ausschlaggebend sein kann.

Gas

Beim Einsatz von Gas ist ähnlich wie beim elektrischen Strom ebenfalls auf die Tarifstruktur zu achten. Von besonderer Bedeutung ist aber der Unterschied Sommer/Winter und die Tatsache, daß eine möglichst große Benutzungszeit erreicht werden kann. Hierauf ist beim Einsatz von Abwärme, Solarenergie zu achten, da diese vor allem in

der Übergangszeit erhebliche Leistungsanteile beanspruchen, die einer leitungsgebundenen Energie verlorengehen.

Fernwärme

Beim Einsatz von Fernwärme tritt zu der Tarifstruktur noch hinzu, daß diese auch in der Höhe der Vorlauftemperatur noch beschränkt ist.

Es besteht also eine Art Konkurrenzsituation zu den Abwärmequellen, die überwiegend Niedertemperaturwärme anbieten.

Abwärme

Die Nutzung von Abwärme nimmt seit 1973 ständig zu. Hier liegt ein Temperaturniveau vor, das auch bei der Fernwärme vorkommt. Jedoch sollte nicht nur die Abwärmenutzung im gewohnten Umfang wie im Wärmekraftkopplungsprozess oder in der Abluft und bei der Abfallverbrennung betrachtet werden, sondern über den Zaun des Krankenhauses geblickt werden, ob nicht eine nahe gelegene Wärmequelle genutzt werden kann, wie dies bei Brauereien, Molkereien, Industriebetrieben und bei Kläranlagen der Fall ist.

Öl

Öl eignet sich besonders zur Energiespeicherung wegen des hohen Energieinhaltes von etwa 9,9 MWh je m³. Damit ist der Einsatz als Spitzenenergie allen anderen Energieträgern vorzuziehen.

Solarenergie

Die Verwendung von Solarenergie erfordert z. Z. dezentrale Anlagen und kann wegen des ungleichmäßigen Anfalls ohne Speicher größeren Umfangs nicht wirtschaftlich erschlossen werden.

Regenerierbare Energie

Darunter ist z. B. Biogas zu verstehen, das in zahlreichen Klärwerken schon seit Jahrzehnten genutzt wird. Neu ist die Überlegung, dieses Faulgas extern zu nutzen. Die

Technologie Biogas aus Gülle ist so weit entwickelt, daß eine externe Nutzung für ein Krankenhaus geplant werden kann.

Nutzung dieses Energieangebotes

Um dieses reichhaltige Angebot zu nutzen, ist ein breitgefächertes Instrumentarium von Komponenten erforderlich wie z. B. Wärmepumpen, Wärmespeicher, Kesselanlagen, Verbrennungsmotoren in der dezentralen Kraft-Wärmekopplung und Wärmerückgewinner.

Auch das Energiesystem der raumlufttechnischen Anlagen ist für die Nutzung der eingesetzten Energie von Bedeutung geworden. Ebenso muß auch das Gebäude in das Energiesystem einbezogen werden. In Hochbauten ist eine wesentliche Energieverminderung durch Energieeinsparung und Energierückgewinnung möglich, wobei es regenerierbare und nicht regenerierbare Energie im Gebäude gibt. Um die nicht regenerierbare - im wesentlichen Transmissionsenergie - zu beschränken, ist eine Optimierung der Wärmedämmung nötig. Die regenerierbare Energie im Gebäude besteht im wesentlichen aus Abwärme, aus Fortluft und Abwasser, die mit den Komponenten Wärmerückgewinner, Wärmespeicher verbunden und ergänzt durch Verbrennungsmotoren erschlossen werden kann. Die Energieumsetzung im Gebäude kann man als innere Energieerschließung bezeichnen. Die außerhalb des Gebäudes liegende Energieversorgung kann ebenfalls nach den Energiekriterien regenerierbare und nicht regenerierbare Energie eingeteilt werden.

Das innere Gebäudesystem ist nach der Morphologie, dem Wärmeschutz und der Wärmespeicherung sowie nach den Installationssystemen zu optimieren.

Bevor von der Nutzung der Abwärme die Rede sein kann, ist zu prüfen, ob ein angemessener Aufwand vorliegt oder ob der gewählte Standort nicht überzogen ist. Eine Anwendung von Normen und Richtlinien ohne die Prüfung ihrer Unabweisbarkeit kann zu Folgelasten führen, die nicht

finanzierbar sind. Für den verbleibenden unabweisbaren Bedarf gibt es folgende Rückgewinnungssysteme:

regenerative Wärmetauscher direkt Luft - Luft

rekuperativer Wärmetauscher direkt Luft - Luft

Wasser - Luft

Wasser - Wasser

indirekt Luft-Medium - Luft

Wasser-Medium - Luft

Wasser-Medium - Wasser

Wärmepumpen Luft - WP - Luft

Luft - WP - Wasser

Wasser - WP - Luft

Wasser - WP - Wasser

Kaskadenlüftung - Wärmekompensation - Außenluft -
Umluftbetrieb

Für das äußere Energieversorgungssystem dürften monovalente Systeme nicht mehr bevorzugt werden. In den Leit-sätzen zum energiesparenden Bauen und zur Betriebsüber-wachung ist dies unter der Forderung nach Diversifikation der eingesetzten Energie enthalten. So sollten Kranken-häuser wegen der Forderung nach einer höheren Versorgungs-sicherheit grundsätzlich mit 2 Energieträgern versorgt werden, wie dies beim Einsatz von Öl und Gas der Fall ist. Eine solche Fülle von Energieversorgungsmöglichkeiten bedarf der Ordnung und Optimierung in einer integrierten Energieversorgung und Umsetzung. Dabei schälen sich bestimmte Grundlinien heraus: Strom, Fernwärme und Gas sind ihrer Tarifstruktur nach Energieträger, die eine größere Benutzungsdauer erfordern. Unbestritten ist die Verwendung von Kältemaschinen in einer Wärmepumpenschal-tung zum gleichzeitigen Heizen und Kühlen, gleichgültig, ob die dafür erforderliche mechanische Leistung durch Strom oder Gas erbracht wird. Weiter unbestritten ist die Verwendung von Öl als Spitzenenergie beim Einsatz von Gas oder Fernwärme. Als Beispiel einer multivalenten

Energienutzung wird in dem folgenden Bild das Versorgungsmodell eines Krankenhauses gezeigt, in dem die Energieträger Strom, Gas, Fernwärme, Solarenergie und Abwärme auf das Verbrauchskollektiv verteilt sind.

Wärmerückgewinnung aus Prozesswärme, Abluft, Abfall und Abluft

Prozeßwärme in einem Krankenhaus fällt im Wirtschaftsbereich an wie :

Wäscherei

Die Wärme des ablaufenden Wassers kann über einen Wärmetauscher, der Frischwasser erwärmt, zurückgewonnen werden. Eine Anlage dieser Art arbeitet in der Universitätsklinik Erlangen noch nicht zufriedenstellend, weil die Filterung noch nicht ausreichend ist. Im übrigen werden in Waschmaschinen die Energieströme so geführt, daß eine weitgehende Wärmerückgewinnung erreicht wird. Das Recycling in Maschinen ist wirtschaftlicher als eine externe Abwärmenutzung, weil sie mit dem Bedarf in Phase ist.

Küche

Neben einer Wärmerückgewinnung in der Abluft werden z. B. Geschirrspüler mit Wärmepumpen ausgestattet. Wenn man dabei nur den Geschirrspüler betrachtet, lohnen sich Anlagen dieser Art nicht eindeutig. Betrachtet man aber auch das System Raumlufte, dann ergibt sich für das Gesamtsystem Geschirrspüler-Raumlufte ein Vorteil.

Abfall und Müll

Die anhaltenden Schwierigkeiten, insbesondere bei kleinen Anlagen mit Verbrennung haben zu Bestrebungen geführt, den Abfall und Müll zentral zu verbrennen oder diesen so vorzubehandeln, daß er als Hausmüll deponiert oder verbrannt werden kann. Auf die Probleme Transport und getrennte Behandlung des Problemmülls wird nur hingewiesen.

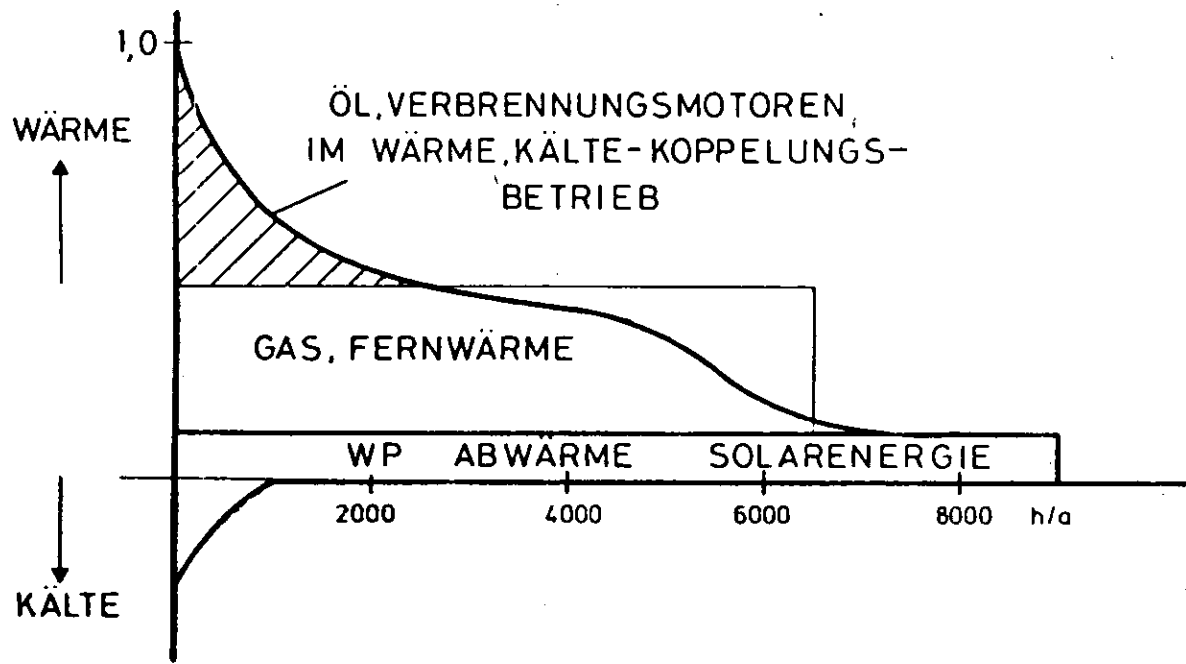


Abb.1 Beispiel Krankenhaus

Prozeßwärme aus Abluft

Wärmerückgewinnung aus Abluft wird im Krankenhaus in steigendem Maße angewandt. Der Wärmerückgewinner gehört im Krankenhaus zur Standardausstattung. Probleme mit regenerativen Tauschern sind weitgehend gelöst. Die Wärmerückgewinnung aus Abluft verringert den thermischen Energieverbrauch ganz beträchtlich. Der elektrische Energieverbrauch nimmt spezifisch unangemessen zu, so daß auch hier Maßnahmen angezeigt sind, dem elektrischen Energieverbrauch durch ein Bündel von Maßnahmen zu Leibe zu rücken. Dies kann durch eine Verbesserung des Ventilatorwirkungsgrades, aus einer Verringerung der Geschwindigkeiten in den Kanälen, in einer Verbesserung der Auslässe sowie in einer Verbesserung der Raumdurchströmung erreicht werden.

Prozeßwärme aus externen Bereichen

Auch die Nutzung der Abwärme außerhalb eines Krankenhauses kann lohnend sein. Dies ist schon der Fall, wenn das Krankenhaus an ein Fernwärmesystem mit Wärmekraftkopplung angeschlossen werden kann. Aber auch Abwärme aus Industrie, Wärmekraftwerken über die sogenannte kalte Fernwärme und aus Klärwerken kann nützlich sein. Als ein Versorgungsbeispiel für eine Fernwärme aus niedertemperierter Abwärme sei die Versorgung der Stadt Ochsenfurt genannt, bei der Abwärme aus der dortigen Zuckerfabrik verwertet wird. Ferner sei auf die Versorgung der Stadt Arzberg mit Abwärme aus dem Kraftwerk der BELG verwiesen. Voraussetzung für eine solche Lösung ist eine anschlussgerechte Ausführung der Wärmeversorgung im Krankenhaus, was in der Regel dann der Fall ist, wenn Niedertemperatursysteme vorhanden sind.

Zum Abschluß sei auf eine weit fortgeschrittene Planung in Oberviechtach hingewiesen, bei der vorgesehen ist, Biogas aus Gülle und anderer Biomasse für die Versorgung des dortigen Kreiskrankenhauses zu verwenden. Interessant

ist dabei die Tatsache, daß der angebotene Gaspreis wegen seines hohen Kapitalanteils nicht so stark ansteigt wie der Gas- und Ölpreis und auch wie der Strompreis.

Zusammenfassung

Seitdem das Energieangebot vielfältig und hinsichtlich der Preisentwicklung nicht mehr kalkulierbar ist, müssen alle Möglichkeiten konsequent ausgeschöpft, alle Energiequellen in- und außerhalb des Gebäudes erschlossen und in einer integrierten Energieversorgung zusammengefaßt werden. Dazu zählt auch die Nutzung von Prozeßwärme, Abluftwärme und die im Abfall und Müll enthaltene Wärme. Damit wird auch eine Mehrschienigkeit der Versorgung erreicht, die Veränderungen auf dem Energiemarkt flexibler folgen kann. Vor allem für die Krankenhäuser ist eine solche Versorgungsphilosophie von großer sicherheitstechnischer und wirtschaftlicher Bedeutung.

Dr.-Ing. Nikolaus G ö ß l
Oberste Baubehörde im
Bayerischen Staatsministerium
des Innern
Karl Scharnagling 600
8000 München 22

Der wirtschaftliche Betrieb von Heizungsanlagen durch Regelung und Schaltung

H. Bitter, Fellbach

1. Allgemeines

Eine umfassende Betrachtung aller möglichen Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Beheizung von Gebäuden ist durch die Energiebilanz gegeben. Bild 1.

$$Q = A \cdot k \cdot (t_i - t_a)$$

Einsparungen bei der Leistung Q der Anlage können durch die Verbesserung des Anlagenwirkungsgrades erzielt werden. Außer der richtigen Auslegung und Wartung sind insbesondere bei großen Anlagen Schaltungen und Regelungen im Umfeld der Wärmeerzeuger empfehlenswert.

Die beiden nächsten Faktoren $A \cdot k$ sind durch bautechnische Maßnahmen zu optimieren. Durch erhöhte Wärmedämmung der $R_{\text{umumschließungen}}$ können bekanntermaßen Einsparungen erzielt werden, bei Neubauten auch durch ein optimales Flächenverhältnis Fenster zum Mauerwerk.

Die Raumlufttemperatur t_i ist durch die Regelung zu beeinflussen.

2. Regelung und Schaltung zur Wirkungsgradbeeinflussung

2.1 Kesselfolgeschaltung

Die Kesselfolgeschaltung wird bei größeren Anlagen mit mehreren Wärmeerzeugern angewandt. Durch sie können die Bereitschaftsverluste der Kessel dezimiert werden, indem je nach Leistungsbedarf die Kessel stillgelegt oder in Betrieb gesetzt werden.

Es muß bei der Abschaltung die Wasserdurchströmung des Kessels verhindert werden. Für eine sinnvolle Schaltung ist die Wahl der Schaltgrößen von Bedeutung. Es gibt mehrere Möglichkeiten, die je nach Anlage zu wählen sind.

- Eine außenlufttemperaturgeführte Umschaltung ist bei reinen Raumheizungsanlagen die einfachste und gebräuchlichste Art. Sie ist dann anzuwenden, wenn die Leistung der Anlage überwiegend vom Transmissionswärmebedarf abhängt. Bei Anlagen, die zudem noch unterschiedlich große innere Lasten zu decken haben, wie es im Krankenhaushaus überwiegend der Fall ist, durch den Anschluß von Klima- und Lüftungsanlagen, von Wäschereien und Großküchen und ähnlichem, ist diese Schaltart ungünstig.
- Hier hat sich eine andere Möglichkeit der Schaltung bewährt, die der abgenommenen Leistung adäquat ist, nämlich in Abhängigkeit des vom Kesselkreis in den Anlagenkreis überführten Wasserstromes. Er wird z. B. durch eine Meßblende oder ein Durchflußmeßgerät, die in die Rohrleitungen eingebaut sind, gemessen.
- Etwas aufwendiger jedoch mit der gleichen Wirkung, ist die Schaltung in Abhängigkeit der gemessenen Wärmeleistung, die von der Anlage abgenommen wird.
- Die einfachste Möglichkeit, nach der Kessel- bzw. Vorlauf-temperatur zu schalten, ist nicht empfehlenswert, obwohl man sie noch häufig antrifft. Dieses System reagiert zu träge auf etwaige Veränderungen.

2.2 Brennerregelungen

Weitere Wirkungsgradverbesserungen können durch die Verwendung von mehrstufigen oder durch stufenlos geregelte Feuerungsautomaten erzielt werden, die ebenfalls nach der

Leistungsanforderung geschaltet oder geregelt werden. Dadurch sind im Teillastgebiet längere Brennerlaufzeiten zu erzielen.

2.3 Einrichtungen zur Reduzierung der Auskühlverluste

Eine weitere Möglichkeit zur Energieeinsparung, die im Zusammenhang mit den voranstehend beschriebenen Schaltungen und Regelungen gesehen werden muß, sind die Einrichtungen, die bei Stillstand der Kessel den Luftstrom durch den Feuerraum und den Schornstein verhindern. Dadurch können die sogenannten Auskühlverluste verringert werden.

Alle diese Schaltungen können in den allermeisten Fällen auch nachträglich ohne größeren Aufwand installiert werden. Die Einsparungsquoten, die dabei erzielt werden, reichen bis zu 5 %.

3. Raumlufttemperaturregelung

3.1 Allgemeines

Für die Regelung der Raumlufttemperatur sind für die Energieeinsparung zwei Grundsätze entscheidend:

1. Die Konstanzhaltung der eingestellten, erforderlichen oder gewünschten Raumlufttemperatur, der sogenannten Solltemperatur, und zwar unabhängig von den Störgrößen, wie der Außenlufttemperatur und der Fremdenergie. Dadurch ist es möglich, daß die Fremdenergie, wie z. B. die Beleuchtungs- und Gerätewärme, plötzliche Sonneneinstrahlung, Wärmeabgabe der sich im Raum befindlichen

Menschen usw. für Heizzwecke ausgenutzt werden kann. Sie macht in der Regel einen beträchtlichen Anteil des Wärmebedarfs aus.

2. Die Erkenntnis, daß die Solltemperatur als niederster möglicher Wert in Abhängigkeit der Raumnutzung und der zeitlichen Nutzung eingestellt werden muß.

Aus diesen Forderungen ergibt sich, daß für eine moderne Heizungsanlage eine Einzelraumregelung erforderlich ist. Denn nur durch sie kann die Fremdenergie ausgenutzt werden und eine individuelle Einstellung des Sollwertes erfolgen.

Als Regelgröße im Einzelraum bietet sich die Raumlufttemperatur an. Die Regelstrecke bildet die Heizungsanlage, der Heizkörper, oder allgemein die Heizfläche, und der Raum. Eine erhöhte Wärmeabgabe der Heizfläche geht nicht direkt in höhere Raumlufttemperatur über, sondern die Speicherkapazität der Wände und der Einrichtungen stellen ein Verzögerungsglied dar. Dies hat zur Folge, daß die Regelstrecke sehr träge ist. Daraus kann die Forderung abgeleitet werden, daß für eine ausreichende Regelgüte eine stetige Regelung erforderlich ist. Eine Zweipunktregelung, also eine Auf- und Zu-Regelung, würde das System ins Schwingen bringen.

Bei dieser trägen Regelstrecke ist es sinnvoll, jede ohne diese Verzögerung zu erfassende Störgröße vorab zu berücksichtigen. So ist es richtig und erforderlich, die Änderung der Außenlufttemperatur mit einer vorgegeschalteten zentralen Regelung zu erfassen, da diese Änderung der Außenlufttemperatur außerdem dem Wärmebedarf nach einem bekannten Zusammenhang zugeordnet werden kann.

Durch das Streben, eine bessere Regelung durch eine schnelle Regelstrecke zu erhalten, können folgende Forderungen aufgestellt werden:

- wenig Speicherkapazität der Heizfläche, wie Wasserinhalt bei Heizkörpern
- großer Betriebswasserstrom
- kleine Speicherkapazitäten der Raumschließungswände
- gute Wärmedämmung.

3.2 Zentrale Regelung

Die Außenlufttemperatur wird gemessen und über einen Regler nach einem bekannten Zusammenhang die Vorlauf-temperatur eingestellt. Diese Regel Systeme sind technisch ausgereift und an keiner größeren Heizungsanlage mehr wegzudenken. Trotzdem darf im Endeffekt nicht zuviel von diesem Regel System erwartet werden, da es nicht in der Lage ist, z.B. ungleich dimensionierte Heizkörper auszugleichen. Sie muß deshalb nach dem schwächsten Glied in der Anlage ausgelegt und eingestellt sein. Auch muß sich die Sollwert-einstellung dieser Regelung nach dem höchsten erforderlichen Wert richten.

Eine Sollwertführung nach zeitlichen Erfordernissen ist nur begrenzt, aber doch wirkungsvoll ansetzbar. Eine durch sie durchzuführende Nacht- oder Wochenendabsenkung hat sich bei den Energieeinsparungsmaßnahmen sehr bewährt.

3.3 Einzelraumregelung mit thermostatischen Heizkörperventilen

Die zur Zeit gebräuchlichste Art der Einzelraumregelung ist die Regelung mit Thermostatventilen.

Bei ihnen handelt es sich um Proportionalregler ohne Hilfsenergie. Sie stellen entsprechend der Abweichung von der eingestellten Solltemperatur den Wasserstrom im Heizkörper ein.

Bei der Auslegung wird häufig der Fehler gemacht, daß die Thermostatventile in gleicher Weise wie Handventile berechnet und ausgelegt werden. Man vergißt dabei, daß es sich hier um Regelorgane handelt und daß diese ihr stetiges Regelverhalten bei falscher Auslegung schnell verlieren. Viele Thermostatventile, die in letzter Zeit in Anlagen eingebaut wurden, regeln im Zweipunktverhalten.

Es sind zur Auslegung von Thermostatventilen folgende wichtige Grundsätze zu beachten:

1. Der am Stellglied im Extremfall auftretende Differenzdruck soll nicht mehr als 0,2 bis 0,3 bar betragen.
2. Die Ventilautorität des Thermostatventiles, also das Verhältnis des Differenzdruckes am Ventil zum gesamten Differenzdruck des Heizkreises, muß zwischen 0,3 und 0,7 liegen.
3. Der bei der Auslegung zu wählende Proportionalbereich soll zwischen 1 und 2 K sein.

Bei größeren Differenzdrücken als 0,3 bar besteht bei Thermostatventilen die Gefahr der Geräuschentwicklung.

Ventilautoritäten über 0,7, die äußerst selten auftreten, bergen die Gefahr eines nicht mehr ordnungsgemäßen hydraulischen Abgleichs des Netzes. Bei Ventilautoritäten, die unter 0,3 liegen, ist die Gefahr der Zweipunktregelung vorhanden.

Proportionalbereiche bei der Auslegung über 2 K haben im Lastverhalten zu große Raumlufttemperaturerhöhungen. Die Fremdenergieausnutzung ist nicht mehr zufriedenstellend. Proportionalbereiche unter 1 K bergen insbesondere bei überdimensionierten Heizkörpern wieder die Gefahr des Zweipunktverhaltens.

Bei großen Anlagen bereitet oftmals die Einhaltung der ersten beiden Forderungen Schwierigkeiten. Es muß dann geprüft werden, welche Thermostatventile an der Anlage gleichzeitig geschlossen sein können, um die Einhaltung der Ventilautorität von den entsprechenden Verzweigungspunkten der Stränge an zu berechnen. Auch sind oftmals dezentrale Differenzdruckregleinrichtungen vonnöten.

Bei Thermostatventilen mit Voreinstellung ist besonders auf die Einhaltung der minimalen Ventilautorität zu achten, denn jede Voreinstellung, die durch einen zusätzlichen Widerstand hervorgerufen wird, vermindert die Ventilautorität. Voreinstellungen dürfen nicht zu weit durchgeführt werden. Das Thermostatventil muß andererseits auch noch die Möglichkeit haben, die Leistungsabgabe der Heizkörper über den Auslegungsfall hinaus zu erhöhen.

Bild 2 zeigt die Abhängigkeit des Heizkörperwasserstromes von der Raumlufttemperatur bei verschiedenen Ventilautoritäten.

Die Qualitätsmerkmale der Thermostatventile sind in der vor kurzem verabschiedeten Norm DIN 3841, Teil 2, aufgeführt. In dieser Norm sind gleichzeitig Verfahren zur Prüfung dieser Merkmale beschrieben und es werden Mindestanforderungen gestellt.

Für Thermostatventile, die die Anforderungen der Norm erfüllen, und an einer neutralen Prüfstelle geprüft sind, kann das DIN-geprüft-Zeichen verliehen werden. Es ist also in Zukunft durchsichtiger und einfacher, entsprechende Qualitätsventile auszuwählen.

Bestehende Anlagen auf Thermostatventile umzurüsten, ist oftmals ein schwieriges Unterfangen. Sicher darf nicht einfach ein Handventil unbezogen durch ein Thermostatventil ersetzt werden, womöglich mit gleichem Anschlußdurchmesser. Bei jeder umzurüstenden Anlage müssen zunächst die Netz Widerstände und die Pumpendruck erhöhungen ermittelt werden, bevor die Auswahl der Thermostatventile nach den beschriebenen Kriterien erfolgen kann. Oft ist es notwendig, daß an einzelnen Verzweigungspunkten, z. B. an den Strangabgängen, Differenzdruckregaleinrichtungen installiert werden.

Eine weitere wichtige Forderung an eine Thermostatventilregelung ist die Möglichkeit, die Raumlufttemperatur korrekt zu messen. Es sind dabei folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- keine direkte Wärmestrahlung auf den Thermostatfühler, im Zweifel sind sogenannte Fernfühler zu verwenden.
- Ungehinderte Luftführung zum Fühler, keine Vorhänge, keine Möbelstücke vor den Fühlern, usw.

Bild 3 zeigt einige richtige und falsche Anordnungen von Thermostatventilfühlern.

Entwicklungsmöglichkeiten bestehen noch bei der Sollwert-einstellung bzw. der Sollwertsteuerung. Eine Möglichkeit der Sollwertfernsteuerung wird zur Zeit auf dem Markt angeboten. Bei diesen Systemen befindet sich im oder am Thermostatkopf ein elektrischer Widerstand, der je nach Beheizung dem Thermostatfühler eine höhere Raumlufttemperatur vortäuscht.

Durch diese relativ einfachen Konstruktionen sind beliebige zeitabhängige Sollwertverstellungen möglich. Wichtig bei diesen Konstruktionen ist, daß die Regelqualität der Thermostatventile nicht beeinträchtigt wird.

3.4 Zonenregelungen

Weitere Möglichkeiten der Einzelraumregelung, die insbesondere bei größeren Anlagen Anwendung finden, bei denen gleichzeitig noch raumluftechnische Anlagen vorgesehen sind, sind Regler mit motorisch oder pneumatisch angetriebenen Stellventilen, also Regler mit Hilfsenergie. Diese bedeutend teureren Regler werden zumeist zonenweise, also für mehrere gleichbenutzte Heizflächen bzw. Räume angewandt. Sie können in Sequenz mit der Klimaanlage geschaltet werden, so daß kein Betriebszustand entstehen kann, bei dem gleichzeitig die Zuluft abgekühlt und im Raum geheizt wird.

Zweipunktregel Systeme, also Systeme bei denen der Heizkörperwasserstrom durch Magnetventile völlig abgestellt wird, erzielen nur dann Erfolge, wenn in genau bekannten Zeitabläufen große innere Lasten in den Räumen auftreten. Große Einsparungserfolge werden dann allerdings nicht durch Regelung sondern durch Steuerungseffekte erzielt. Insbesondere für Lehrsäle und Schulen sind diese Systeme sehr geeignet.

4. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei Heizungsanlagen außer mit Regelungen und Schaltungen zur Verbesserung des Wirkungsgrades der Anlage, insbesondere durch ein Regelssystem, das aus einer zentralen Vorlauftemperaturregelung, geführt nach der Außenlufttemperatur und nachgeschalteten Einzelraumregelungen Energieeinsparungen zu erzielen sind.

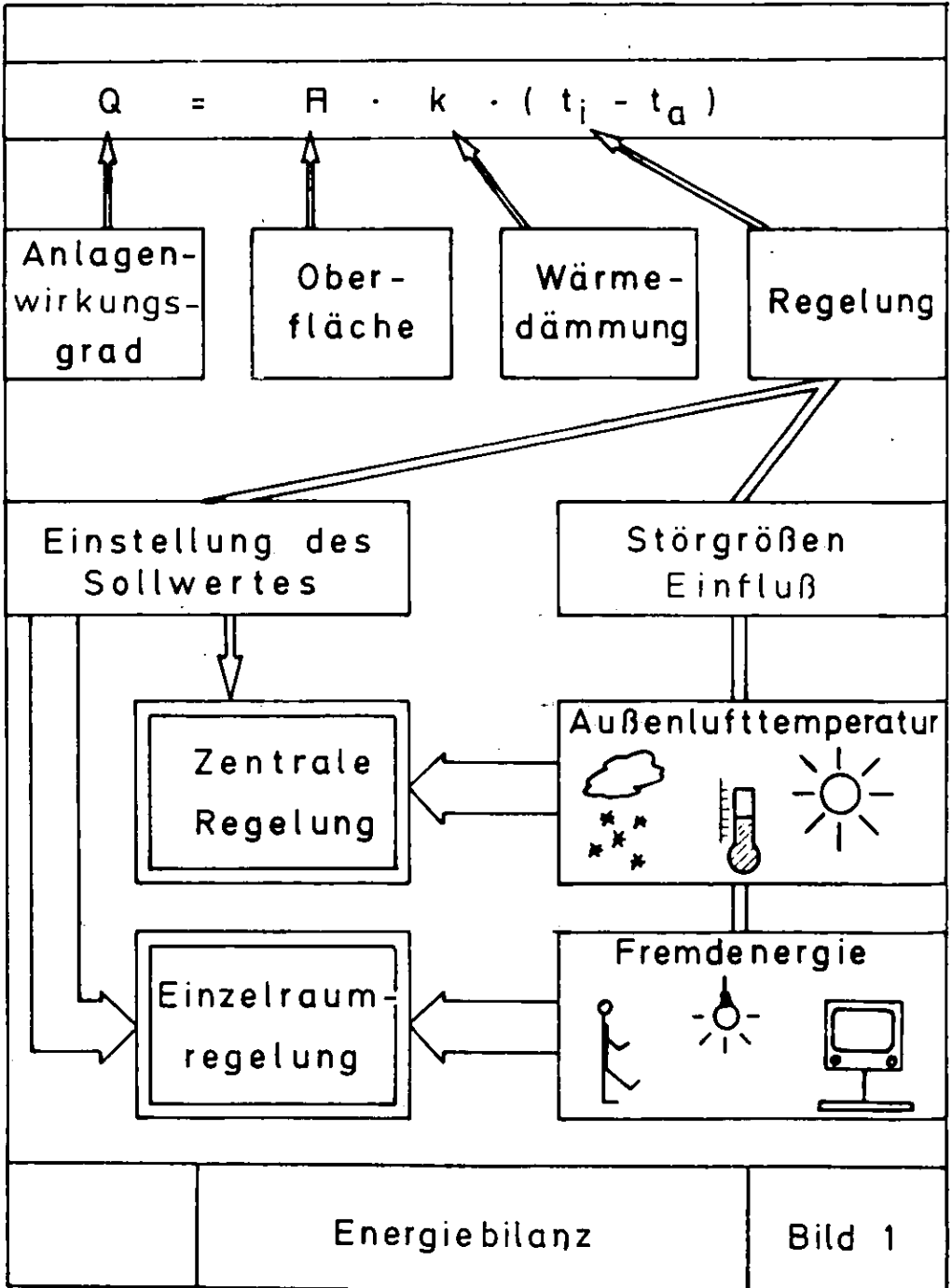
In Bezug auf die Auslegung und Anordnung der Einzelraumregelung sind jedoch noch viele Versäumnisse nachzuholen.

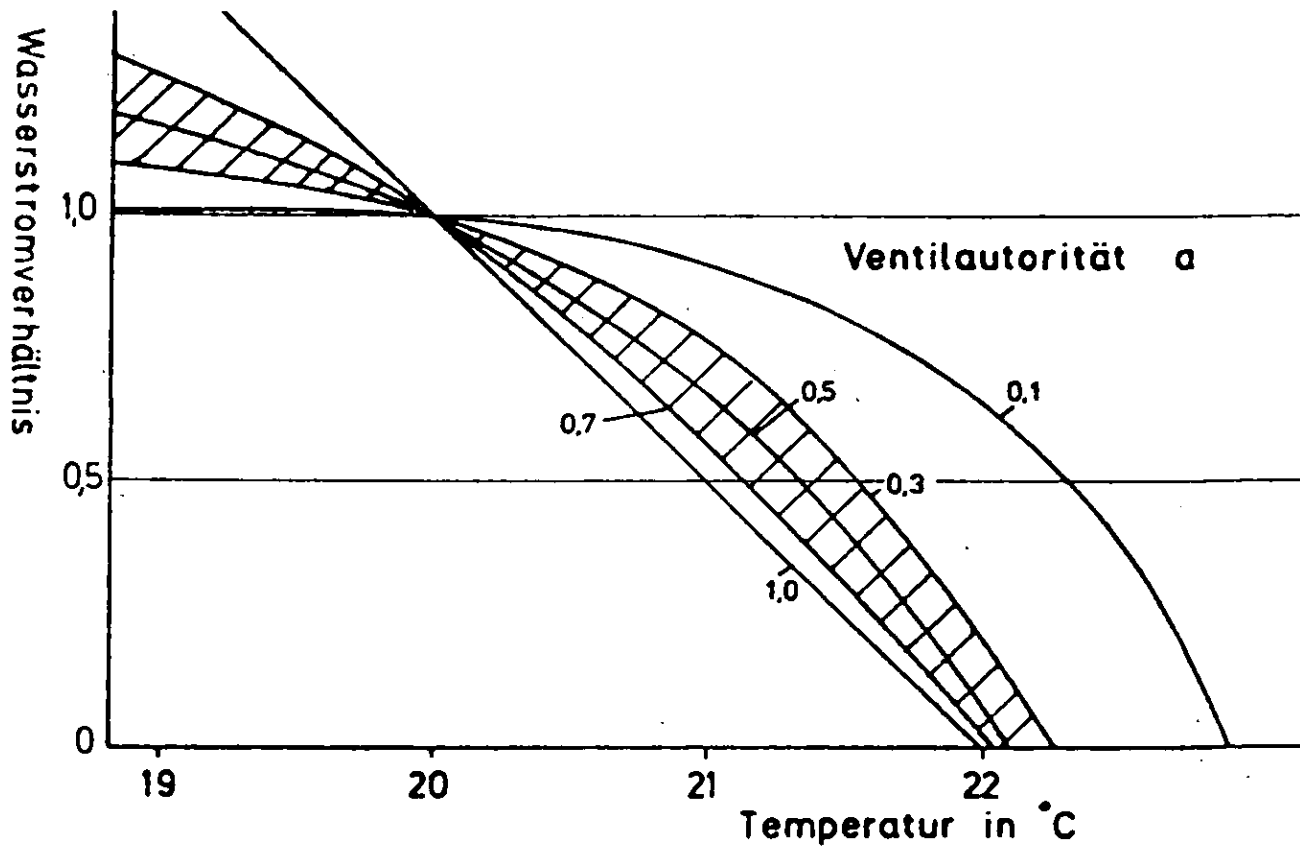
Es ist lohnend, bevor große Anlagen auf Einzelraumregelung umgerüstet werden, Fachleute zur Aufnahme der vorhandenen Anlagenverhältnisse und zur Auslegung der Thermostatventile hinzuzuziehen.

Bei weiteren Entwicklungen ist insbesondere der Sollwert-einstellung und der Sollwertsteuerung größere Bedeutung zuzumessen.

Dr.-Ing.H Bitter
Gutenbergstr. 40

7012 Fellbach 4

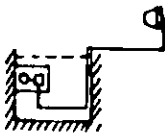
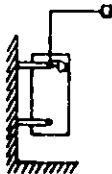




Verlauf des Wasserstromverhältnisses über der Raumlufttemperatur bei verschiedenen Ventilautoritäten

Bild 2

richtig



falsch



Anordnungen von Heiz-
körperventilen - Beispiele -

Bild 3

Innen- und Außenkorrosion in Heizungsinstallationen

W. Stichel, Berlin

1. Einleitung

Die Mechanismen der Korrosion in Heizungsanlagen unterscheiden sich nicht von denen in Trinkwasserinstallationen. Dies gilt sowohl für die Innen- als auch für die Außenkorrosion. Der wesentlichste korrosionstechnische Unterschied, zumindest in Zentralheizungsanlagen ist, daß es sich hierbei um ein relativ geschlossenes Umlaufsystem handelt. In der Regel wird nur selten sauerstoffhaltiges Frischwasser ergänzt. Dies hat entscheidende Konsequenzen für die Haltbarkeit der in Heizungssystemen üblicherweise verwendeten Anlagenteile aus unlegiertem Stahl, aber auch anderer Metallegierungen. Fragen der Außenkorrosion sollen hier nur im Zusammenhang mit Schäden an Rohrleitungen, nicht jedoch mit rauchgasbeaufschlagten Anlageteilen behandelt werden.

2. Innenkorrosion

Sowohl in Trink- als auch in Brauchwässern ist der im Wasser gelöste Sauerstoff der die Korrosionsvorgänge bestimmende Inhaltsstoff. Ohne ihn kommen die meisten Korrosionsprozesse zum Stillstand. In Heizungsanlagen gibt es ohne Sauerstoff meist keine Korrosionsschäden. Die VDI-Richtlinie 2035 (1) "Verhütung von Schäden durch Korrosion und Steinbildung in Warmwasserheizungsanlagen", Juli 1979 geht davon aus, daß Korrosionsschäden, also in diesem Fall Leckagen, bei Sauerstoffgehalten unter 0,1 mg/l sehr unwahrscheinlich sind. Bei dieser niedrigen Sauerstoffkonzentration bilden sich auf den Innenflächen gleichmäßige schwarze Schutzschichten aus einem als Magnetit bezeichneten Eisenoxid (Fe_3O_4). Diese Schichten verhindern einen weiteren Angriff der Stahl- bzw. Gußflächen im Bereich glatter Oberflächen.

Nachdem von Schmeken (2) seinerzeit zahlreiche Untersuchungen über die Ursache von Korrosionsschäden in Heizungsanlagen durchgeführt worden sind, konnten auch eine Reihe von Ursachen aufgeklärt werden, die für den Zutritt von Sauerstoff in ein relativ abgeschlossenes System verantwortlich waren. Diese Erfahrungen flossen in die erste Ausgabe der VDI-Richtlinie 2035, 1970, und auch in Merkblätter (3) ein, die der Industrieverband Stahlheizkörper herausgegeben hat. Die dort aufgeführten Grundregeln zur sachgerechten Anordnung von Ausdehnungsgefäßen, Sicherheitsleitungen und Umwälzpumpen haben sich zunehmend durchgesetzt. Diese erfreuliche Tatsache sowie die steigende Anzahl geschlossener Anlagen haben die Zahl der Korrosionsschäden in Heizungsanlagen wesentlich gesenkt.

In sachgerecht installierten Heizungsanlagen bestehen auch keine Bedenken gegen eine gleichzeitige Verwendung von Kupfer und Stahl in einer Anlage. Der Lochkorrosionsfördernde Einfluß von Kupfer aber auch Kontaktkorrosionsprobleme, wie sie aus Trinkwasserinstallationen bekannt sind, brauchen in Heizungsanlagen mangels ausreichender sauerstoffbedingter Triebkräfte nicht beachtet zu werden. Das gleiche gilt auch für die gleichzeitige Verwendung von rostfreien Stählen in Heizungsanlagen. Abzuraten ist jedoch von einer Mischinstallation aus Kupferrohren und Aluminiumheizkörpern, da letztere auch bei geringen Sauerstoff- und Kupfergehalten sehr korrosionsanfällig sind.

Trotz aller konstruktiven Maßnahmen gelingt es nur selten, den Sauerstoff quantitativ aus dem Heizungswasser zu entfernen. In den letzten Jahren sind deshalb auch zahlreiche Schadensfälle an Stahlradiatoren oder Plattenheizkörpern bekannt geworden. Eigene Untersuchungen haben gezeigt, daß derartige als Leckagen auftretende Schäden auch in Wässern entstehen, die nur geringe, weit unter 0,1 mg/l betragende Sauerstoffkonzentrationen aufweisen. Die Un-

dichtigkeiten treten dann oft an konstruktiv bedingten Spalten neben Schweiß- und Punktschweißverbindungen, aber auch an anderen Spalten auf. Enthärtete Fernheizwässer scheinen hier auch folgenschwerer zu wirken als kalkhaltige Leitungswässer. Die Ursachen für diese Korrosionsschäden sind nicht, wie oft vermutet wird, auf mangelnde Werkstoffqualitäten zurückzuführen. Vielmehr unterstützen die engen Spalten, aber auch eingeschwemmte Ablagerungen innerhalb der Heizkörper die Entstehung von Belüftungselementen. Diese können nach eigenen Untersuchungen schon bei Sauerstoffgehalten unter 0,01 mg/l aktiv werden und unter ungünstigen Umständen auch Undichtigkeiten verursachen. Gußheizkörper sind infolge ihrer korrosionsschutzgerechteren spaltfreien Innenflächen, der größeren Wanddicke und wahrscheinlich auch wegen der Gußhaut wesentlich unempfindlicher. Auch Rohrheizkörper sind zumindest aus korrosionstechnischer Sicht wegen der glatten und spaltfreien Innenflächen günstiger als Stahlheizkörper anderer Konstruktionen. Diese konstruktionsbedingte erhöhte Korrosionsanfälligkeit ist auch bei einigen Typen von Aluminiumheizkörpern zu beobachten.

Im wesentlichen bestimmt also der Sauerstoffgehalt eines Heizungswassers dessen Schädlichkeit. Andere Wasserinhaltsstoffe, wie Chloride, Sulfate u.a., haben aber nicht nur dann eine korrosionsbeschleunigende Wirkung, wenn eine sauerstoffinduzierte Korrosion stattfindet, sie erleichtern auch die Ausbildung von Korrosionselementen. In zahlreichen Fernheizsystemen werden den Heizwässern zentral Chemikalien zur Abbindung von Sauerstoff zugesetzt. Hierzu zählen Natriumsulfit und Hydrazin. Hiermit lassen sich manche Erfolge erzielen, wenn die Konzentrationen regelmäßig überwacht werden. Beide Stoffe haben aber auch Nachteile, wie eine Aufsalzung bei ersterem und die Toxizität beim Hydrazin oder dessen aktivierten Varianten (z.B. Levoxin).

Die wachsende Anwendung von Kunststoffrohren bei Flächenheizungen wirft neue Korrosionsprobleme auf. Alle Kunststoffe sind mehr oder weniger durchlässig für Luftsauerstoff. Auch durch die z.B. in der Fußbodenheizung verwendeten Polyethylen(PE)-Rohre gelangt Sauerstoff an das Heizungswasser und somit auch in die Kessel oder in die Metallrohre. Diese Materialien werden dann zwangsläufig korrodiert. Ob diese Korrosion Undichtigkeiten oder nur Rostschlamm erzeugt, hängt von Betriebsbedingungen und der Konstruktion der Wärmeerzeuger ab. Bislang sind zwar erst wenige Schäden bekannt geworden. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß die Entwicklung hier ähnliche Formen annimmt, wie die des Lochfraßes in Kupferrohren.

Die Sauerstoffdurchlässigkeit ist sehr materialabhängig. So wurde ermittelt, daß strahlenvernetztes PE nur halb so viel durchläßt wie unvernetztes PE oder auf andere Weise vernetztes Polyethylen. Es sind auch schon Rohre aus einem Verbundwerkstoff aus Kunststoffen mit einer radial umhüllten Aluminiumfolie entwickelt worden, die absolut undurchlässig sind. Andere Korrosionsschutzmaßnahmen sind die Abtrennung des Heizwasserkreislaufes vom Kessel über korrosionsbeständige Wärmetauscher oder der Einsatz von schutzschichtbildenden Inhibitoren.

3. Außenkorrosion

Da in der Heizungstechnik überwiegend unlegierter Stahl verwendet wird, sind Korrosionsprobleme immer dann zwangsläufig zu erwarten, wenn Feuchtigkeit an die Außenseiten von Rohren oder Heizkörpern gelangt. Oft wird vermutet, daß Korrosionsschäden in diesem Fall erst durch die Anwesenheit aggressiver Stoffe verursacht werden. Dies trifft nicht zu. Schon gewöhnliches Leitungswasser kann sehr bald örtlich konzentrierte Muldenkorrosionsangriffe initiieren. Voraussetzung ist, daß das Wasser fixiert wird und die Möglichkeiten für die Entstehung von Korrosionselementen vorliegen. Sehr gute Voraussetzungen hierfür bieten viele der gängigen Dämmstoffe, z.B. Filze,

Steinwolle, Schaumstoffe u.a. Sie nehmen Wasser auf, speichern es und setzen den umhüllten Stahl einer Dauerkorrosionsbelastung aus. Obwohl sie in den meisten Fällen frei von korrosionsfördernden Stoffen sind, begünstigen sie zusätzlich die Elementbildung an Stahl und somit den "Rohrbruch".

Zementhaltige Baustoffe sind in der Regel ein vorzüglicher Korrosionsschutz für den Werkstoff Stahl. Solange Stahl unmittelbaren Kontakt mit Beton hat, bildet sich auf dem Metall eine schützende Passivschicht. Sobald jedoch zwischen Stahl und zementhaltigen Baustoffen Hohlräume entstehen, kehrt sich dieser Vorteil ins Gegenteil um. Sobald Feuchtigkeit in diese Zwischenräume gelangt, bilden sich Korrosionselemente zwischen den großen passiven, vom Beton umhüllten Stahlflächen und den Fehlstellen. In solchen Fällen können örtlich begrenzte, sehr hohe Korrosionsgeschwindigkeiten zu schnellen Rohrdurchrostungen führen. Vom Baustoff umhüllte Stahlbewehrung kann den Korrosionsangriff durch Verstärkung des Elementstromes noch wesentlich beschleunigen, wenn ein elektrisch leitender Kontakt zwischen ihr und dem Rohrsystem besteht. Derartige Schäden können bei Fußbodenheizungen auftreten, wenn die Rohre nicht vollständig vom Baustoff umhüllt oder wenn durch Wärmebewegung Hohlräume entstanden sind.

Schäden, die durch den Einsatz schnell abbindender chloridhaltiger Mörtel oder Gips erzeugt werden, sind in den letzten Jahren selten geworden. Sie sollten jedoch nicht in Vergessenheit geraten. Auch die gegenüber metallischen Werkstoffen sehr aggressiven chloridhaltigen Estriche sind heute noch gebräuchlich. Beim Verlegen von Rohren in oder auf derartigen Baustoffen muß dem Feuchtigkeitsschutz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Obwohl glücklicherweise selten, so haben doch in den letzten Jahren beobachtete Außenkorrosionsschäden an Kupferrohren großes Aufsehen erregt (5). Sie entstanden

überwiegend in Zusammenhang mit Rohrumhüllungen aus Schaumstoffschläuchen und traten als Spannungsrißkorrosion auf. Wurden Kupferrohre betroffen, so waren es sogenannte harte Rohre, die beim Herstellungsprozeß entstehende innere Spannungen enthalten; eine der Voraussetzungen für das Entstehen von Spannungsrißkorrosion. Eine weitere Voraussetzung ist die Anwesenheit Spannungskorrosion auslösender Stoffe. In diesem Zusammenhang ist Ammoniak der bekannteste Stoff. Gerade Ammoniak entsteht aber auch beim Schäumen einiger Dämmstoffe als Zersetzungsprodukt und wird offensichtlich zumindest in den meisten Schadensfällen die Schadensursache gewesen sein. Die betroffenen Dämmstoffhersteller bemühen sich intensiv, diese Schadstoffe aus ihren Produkten zu entfernen oder gar nicht erst entstehen zu lassen. Auch in diesem Fall ist jedoch die Anwesenheit von Feuchtigkeit eine notwendige Voraussetzung für die Schadensentstehung. Der beste Schutz gegen das Zutreten von Feuchtigkeit ist also in allen Fällen auch der sicherste Korrosionsschutz.

Literatur

- 1) VDI-Richtlinie 2035, Juli 1979
 - 2) H. Schmeken: Mitteilungen DFBO 17(1966)8/9, S. 130
 - 3) Korrosionsverhütung in Wasser-Heizungsanlagen
4. Auflage, März 1971 Industrieverband Stahl-
heizkörper, 58 Hagen, Hochstr. 113
 - 4) Merkblatt Qualitätsanforderungen an Fernheizwasser,
VGB-M 410 N, 1980
 - 5) B. Genath: Sanitär und Heizungstechnik (1981)12,
S. 1156/58
- Dr. W. Stichel, BAM, Unter den Eichen 87, 1000 Berlin 45

Schadensfälle bei Öl- und Gasfeuerungen und deren Verhütung

R. Brinke, München

Der in der Bundesrepublik Deutschland erreichte Stand der Sicherheitstechnik im Bereich von Öl- und Gasfeuerungen ist außerordentlich hoch (1).

Zur Aufrechterhaltung dieses hohen Niveaus ist es jedoch erforderlich, entsprechende Schlußfolgerungen sowohl aus den statistischen Untersuchungen über Schadensfälle als auch aus den Untersuchungen einiger bestimmter Schadensfälle zu ziehen, damit rechtzeitig vorsorglich Maßnahmen zur Schadensverhütung ergriffen werden können. Daneben sind auch zunächst als unbedeutend geltende Änderungen in der angewandten Technik auf die Auslösung von Störeinflüssen ständig zu überprüfen.

Eine Betrachtung der Schadensfälle an Zentralheizungsanlagen im Lande Bayern für die Berichtsjahre 1973 und 1974 lassen Mängelursachen erkennen, ähnlich wie sie in Bild 1 aufgezeigt sind.

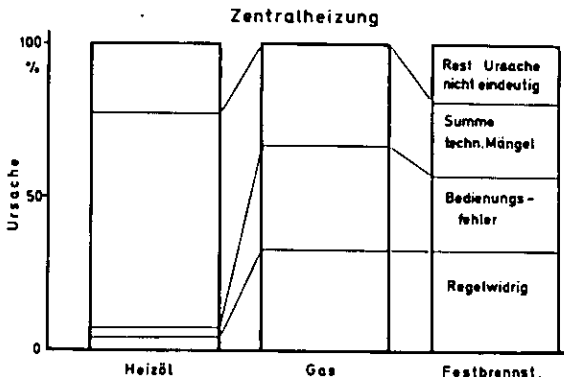


Bild 1: Verteilung der Schadensursachen

Die Schadensursachen "Technische Mängel" und "Bedienungsfehler" sind zusammen mit rd. 75 % bei Ölfeuerungen und mit rd. 70 % bei Gasfeuerungen beteiligt.

Diese Ergebnisse können auch auf das Bundesgebiet übertragen werden.

Bezieht man die Schadenshäufigkeit auf den Zeitpunkt des Schadenseintrittes bei Explosionen und unterteilt auch schadensursächliche Ausrüstungsteile, dann kann mit hoher Wahrscheinlichkeit das Schadensgeschehen wie in Bild 2 erfolgt, dargestellt werden.

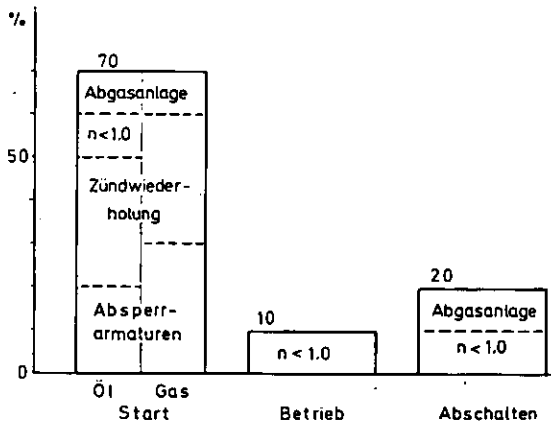


Bild 2: Betriebsphase und Schadensursache

Mängel an einzelnen Ausrüstungsteilen, unsachgemäße Bedienung, Auslegungsfehler der Anlage und technische Veränderungen, verursacht durch Abnutzung, Demontage und Wiedermontage und anderes mehr, können sich schadensursächlich auswirken.

Eine sachgemäße Betrachtung der Arbeitsweise von Feuerungsanlagen, auch von automatischen Feuerungsanlagen ist daher erforderlich. Die nachfolgenden Hinweise sollen mit dazu beitragen, diese Beobachtungen zweckmäßig zu führen.

Brennstoffversorgung

Bei Ölfeuerungen ergibt sich durch die Ausnutzung der in DIN 51706 (2) festgelegten Grenzwerte für die Viskosität von Heizöl EL eine Qualitätsveränderung, die bei gleichem Zerstäubungsdruck den Ölmassenstrom selbsttätig erhöht. Da aber auch der Cloudpoint etwas angehoben wird, also die Handelsware bei höherer Temperatur zur Paraffinausscheidung neigt, ist eine Unterkühlung des Heizöles nicht nur im Lagerbehälter, sondern auch in den Zuleitungen zum Brenner beispielsweise bei von kalter Außenluft durchströmten Leitungskanälen zu vermeiden. Ausgeschiedenes Paraffin verlegt Filter, auch Düsenfilter und kann so ursächlich sein für Störungen der Zerstäubung und somit Störungen des Verbrennungsablaufes. Durch die Verwendung von Düsen mit Vorwärmung, auf die später noch Bezug genommen wird, können also Querschnittsverengungen in den Ölleitungen nicht behoben werden.

Bei Vorhandensein von mehreren Lagerbehältern ist darauf zu achten, daß das Rücklaufheizöl in den Behälter zurückgeführt wird, aus dem es als Vorlaufheizöl entnommen wird. Damit wird eine Überfüllung vermieden.

Ölbrenner, die nach dem Rücklaufprinzip arbeiten, sind empfindlich auf eine nennenswerte Änderung des Rücklaufdruckes, weil dadurch das eingestellte Brennstoff-Luft-Verhältnis selbsttätig, und zwar eindeutig nach der ungünstigen Seite verschoben wird. Da fast alle Pumpen für Kleinbrenner wegen der Wellendichtung nur für einen bestimmten niedrigen Rücklaufdruck ausgelegt sind,

müssen die Ölabsperroorgane in der Rücklaufleitung gegen unbeabsichtigtes Schließen gesichert sein. Behälter und alle Rohrleitungen für Heizöl sind in regelmäßigen Abständen auf Dichtheit zu besichtigen.

Bei Gasfeuerungen mit Versorgung aus dem öffentlichen Netz schaltet sich bei einer nennenswerten Qualitätsänderung des Gases z. B. bei Übergang von L-Gas auf H-Gas, das Gasversorgungsunternehmen mit zeitlichem Vorgriff ein. Die Qualitätsanforderungen an das Gas sind in dem DVGW Arbeitsblatt G 260 (3) zusammengestellt. Durch die Odorierung des Gases, also durch die Zugabe eines geruchsintensiven Stoffes zum Gas, wird die Feststellung einer Undichtheit an der Versorgungsanlage und der Feuerstätte wesentlich erleichtert. Bei Gasgeruch ist die Anlage möglichst unter Benutzung von nichtelektrisch betätigten Ausrüstungsteilen außer Betrieb zu nehmen, also z. B. durch das Schließen der an jeder Anlage vorhandenen von Hand zu bedienenden Gasabsperreinrichtung.

Bei mit Flüssiggas betriebenen Anlagen ist eine Wahrnehmung von Undichtheiten außerordentlich schwierig, weil das Gas nicht odoriert ist. Größere Undichtheiten können nur anhand von Ausströmgeräuschen oder von Schlierenbildung wegen des Dichteunterschiedes zwischen Gas und Luft bei entsprechendem Lichteinfall festgestellt werden. An Flüssiggasanlagen unter Erdgleiche, die soweit wie möglich vermieden werden sollten, empfiehlt sich die Benutzung von Explosimetern zum Absaugen von Luftproben über dem Fußboden oder an Verbindungsstellen von Rohrleitungen und Armaturen.

Brenner

Grundsätzlich sind alle Brenner gemäß Wartungsanleitung zu warten und gemäß Bedienungsanleitung zu bedienen. Im besonderen sind die für den Gefahrenfall oder auch für den sogenannten Notbetrieb zu ergreifenden Maßnahmen, die in der Bedienungsanleitung hervorgehoben sein müssen, zu üben und gelegentlich zu wiederholen.

Ölbrenner müssen nach DIN 4787 Teil 1 (4) oder nach TRD 411 (5) gebaut, ausgerüstet und geprüft sein, wobei für sogenannte DINBrenner der Feuerungsautomat DIN 4787 Teil 2 (6) entsprechen muß.

Da jede Inbetriebnahme durch Verursachung einer Miniexplosion erfolgt, wie aus Bild 3 hervorgeht, muß im besonderen auf eine möglichst unverzögerte Durchzündung des zugeführten Brennstoff-Luftgemisches geachtet werden.

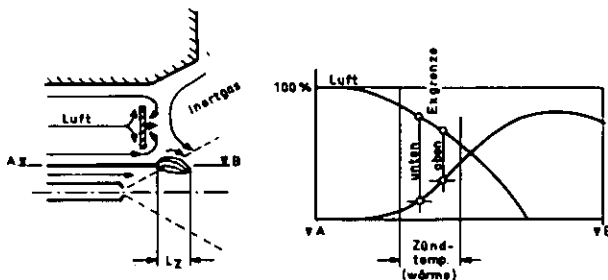


Bild 3: Lage der Zündquelle

Je kürzer die Verzögerungszeit, umso geringer ergibt sich der sogenannte Anfahrstoß beim Brennerstart unter sonst gleichen Bedingungen. Dies geht aus Bild 4 als Beispiel hervor.

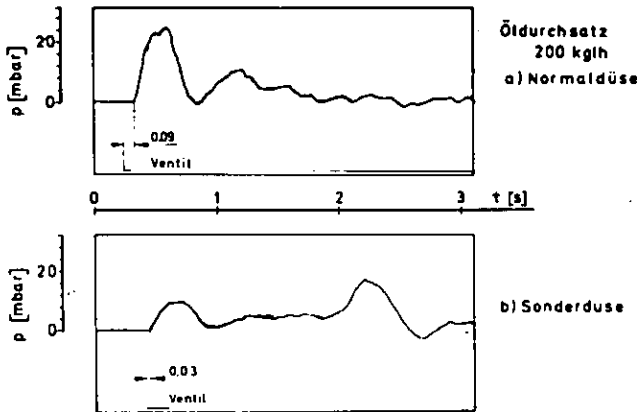


Bild 4: Anfahrstoß und Zeitverzögerung beim Durchzünden

Wird ein Anlauf des Brenners festgestellt, bei dem Verbrennungsgase in nennenswerter Menge in den Aufstellungsraum gelangen, dann ist der Anfahrstoß groß und es ist möglichst umgehend die Ursache der Verzögerung für die Durchzündung zu ermitteln. Sie kann beispielsweise durch verzögerte Ausbildung oder unrichtige Lage der elektrischen Funkenstrecke oder durch eine ungenügende Zerstäubung beim Brennerstart verursacht sein.

Ein durch Funkenerosion angegriffener Düsenkörper, wie in Bild 5 dargestellt, läßt auf die erstere Möglichkeit als Schadensursache und die Veränderung der in Bild 6 aufgezeigten temperaturabhängigen Zerstäubungs-

qualität an einer Düse mit Vorwärmeinrichtung auf die zweite Möglichkeit als Schadensursache schließen, falls im letzteren Falle kein Freigabethermostat für die Heizöltemperatur vorhanden ist.

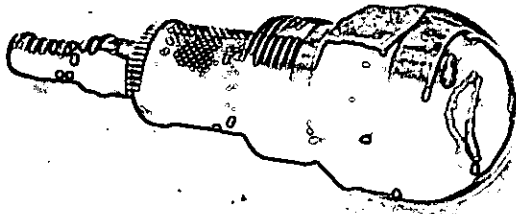


Bild 5: Funkenerosionsspuren am Düsenkörper

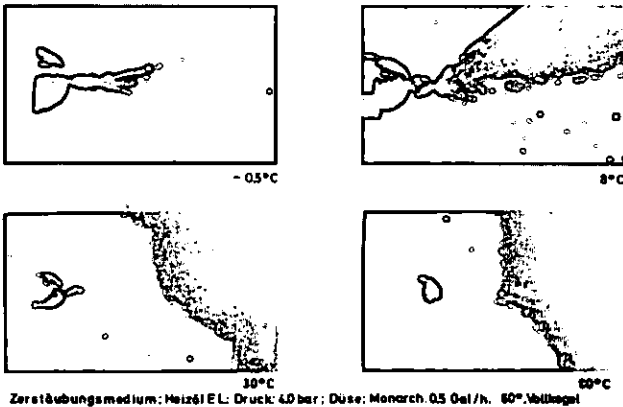


Bild 6: Zerstäubung und Heizöltemperatur

Kommt es beim Brennerstart zum sogenannten Pumpen, also zur Ausbildung einer Stotterflamme, wie in Bild 7 oben dargestellt, dann ist der Brenner sofort außer Betrieb zu nehmen und die Ursachen zu ergründen. Diese können auch in einer verschmutzten oder in ihrer Lage veränderten Flammenhalteeinrichtung liegen. Bei Ausbildung einer Stotterflamme erhöht sich der Anteil an unverbrannten Gasen im Abgas schlagartig in erheblichem Ausmaß und trägt so zur Förderung einer Rauchgasverpuffung bei.

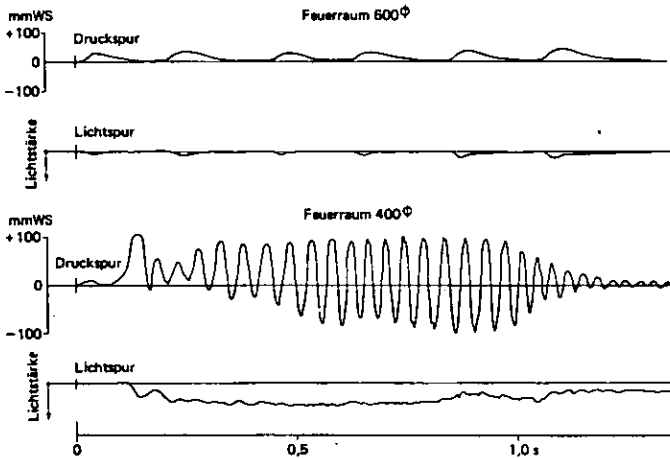


Bild 7: Stotterflamme (oben) und Bildung einer Dauerflamme (unten)

Wie bereits ausgeführt, sind Rücklaufbrenner besonders empfindlich auf den in der Rücklaufleitung anstehenden Druck. Kommt es zum Schließen einer Armatur in der Rücklaufleitung, dann erhöht sich der Ölmassenstrom durch die Brennerdüse selbsttätig und das eingestellte Brennstoff-Luftverhältnis wird bei Vorhandensein von

mechanischen Verbundreglern nach der Luftmangeseite hin verschoben. Derartige Brenner sind zweckmäßigerweise nachträglich umzurüsten, ähnlich wie in Bild 8 als Beispiel dargestellt, zumindestens sind aber alle von Hand zu bedienenden Absperreinrichtungen in der Rücklaufleitung zu beseitigen.

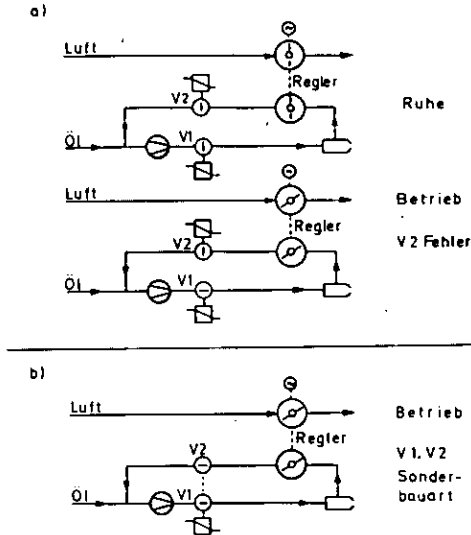


Bild 8: Rücklaufbrenner mit mechanischem Verbundregler

a) übliche Ausrüstung

b) Beispiel für besondere Ausrüstung

Sturzbrenner, das sind Brenner, die von oben senkrecht nach unten brennen, sind empfindlich auf Verschmutzung von Zündkabeln, Brennerrohr und Flammhalteeinrichtung. Sind die Schmutzteilchen brennbar und mit Öl getränkt, dann kann beim Abschalten der Brenner eine Rückzündung vor den Flammhalter erfolgen, so daß durch Brandeinwirkung elektrische Leitungen bestimmter Ausrüstungsteile, Lichtfühler usw., beschädigt werden können oder das Brennerrohr sogar abschmelzen kann

Bei Ölbrennern mit Dampf oder Luftzerstäubung ändert sich der Ölmassenstrom ebenfalls selbsttätig bei Änderung bestimmter Betriebsparameter, z. B. der Druckdifferenz zwischen dem Druck des Heizöles und dem Druck des Zerstäubungsmediums.

In Bild 9 sind die Verhältnisse für Heizöl EL an einem bestimmten Brenner dargestellt. Da mit abnehmendem Druck des Zerstäubungsmediums und bei konstantem Öldruck der Ölmassenstrom zunimmt, ist die Gefahr eines Betriebes unter Luftmangel gegeben, was insbesondere bei ungenügender Temperatur oder ungenügender Menge von Zerstäubungsdampf durch Kondensation des Dampfes im Brennergeschränk oder in der Düse selbsttätig verursacht wird. Ursache ist der Übergang von Zweiphasenströmung zur Einphasenströmung.

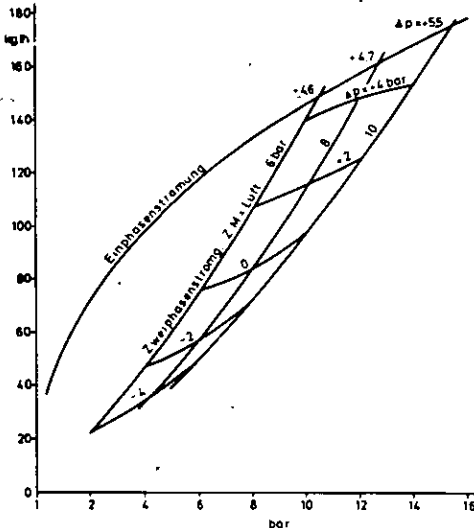


Bild 9: Öldruck und Ölmassenstrom abhängig von der Druckdifferenz zwischen Öldruck und Druck des Zerstäubungsmediums im Zweiphasenbereich

Die an den Brennern vorhandenen Flammenüberwachungseinrichtungen können zwar den Flammenausfall, jedoch nicht einen Betrieb unter Luftmangel signalisieren. Bei Ölfeuerungen werden fast ausschließlich nur nach dem lichtelektrischen Effekt arbeitende Geräte verwendet, die etwa eine spektrale Empfindlichkeit aufweisen, wie aus Bild 10 hervorgeht.

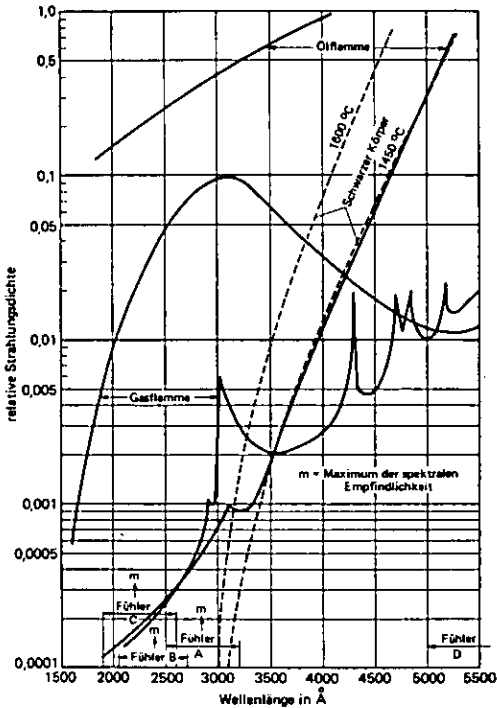


Bild 10: Strahlungsspektrum von Flammen und spektrale Empfindlichkeit einiger Flammenfühler

Der in letzter Zeit aus angeblichen wärmewirtschaftlichen Gründen propagierte Einbau von Schamottesteinen

in den Feuerraum von Heizkesseln stellt eindeutig einen sicherheitstechnischen Rückschritt ohne Verbesserungseffekt dar. Abgesehen davon, daß durch die dann vorhandenen Bauteile mit erhöhter Wandungstemperatur eine verstärkte Verdampfung des ungezündet zugeführten Heizöles und damit eine Erhöhung der Explosionsgefahr verursacht wird, wird durch die erhöhte Wärmerückstrahlung auf den Flammenfühler und andere Bauteile die Schadensanfälligkeit erhöht. Ähnliches wird auch bei einem nachträglichen Einbau von Rauchgasabsperrklappen erreicht, falls der Feuerraum mit feuerfestem Werkstoff in nennenswerter Menge ausgemauert ist. Glühendes Mauerwerk sendet eine Strahlung aus, die von sogenannten Tageslichtfühlern aufgenommen wird, wodurch wegen der Fremdlightsicherheit ein ordnungsgemäßer Brenneranlauf verhindert werden kann.

Gasbrenner müssen nach DIN 4788, Teil 1 (7) oder Teil 2 (8) oder nach TRD 412 (9) gebaut, ausgerüstet und geprüft werden. Sogenannte DIN-Brenner müssen mit Feuerungsautomaten nach DIN 4788, Teil 3 (10) ausgerüstet sein.

Für Gasbrenner mit Gebläse gelten die meisten der im vorstehenden unter Ölbrenner aufgeführten Bemerkungen vollständig oder sinngemäß. Während eine geringe Undichtheit an den Ölabsperrventilen noch nicht zu einer akuten Explosionsgefahr führen muß, ist dies bei Gasabsperrventilen wesentlich wahrscheinlicher. Aus diesem Grunde sind vor allem die Armaturen auf veränderte Arbeitsweise hinsichtlich ruckartiger, auf Verkanten bewegter Teile schließender Bewegungen zu beobachten.

Ein erhöhter Abrieb von bewegten Teilen kann, da es sich stets um Trockenlauf handelt, zum funktionellen Versagen führen.

In Bild 11 ist ein Magnetventil mit Eisenabrieb am Ankerkopf und in Bild 12 der Abrieb an einer Spindel eines größeren Gasventiles festgehalten. In letzterem Falle kann der Abrieb auch durch zusätzliche mechanische Vorspannung, durch Temperatureinfluß und anderes mehr verursacht sein.

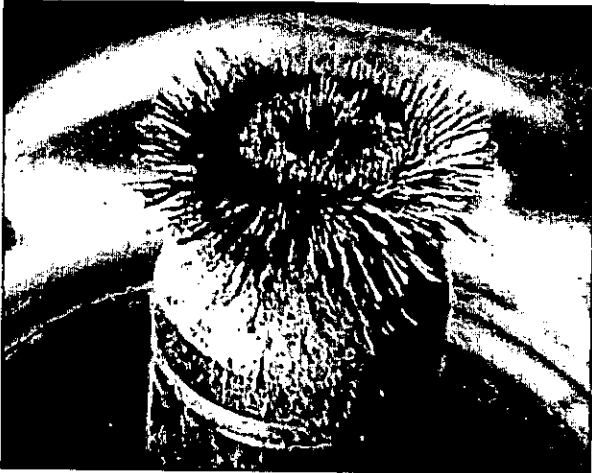


Bild 11: Eisenabrieb am Ankerkopf eines Magnetventiles

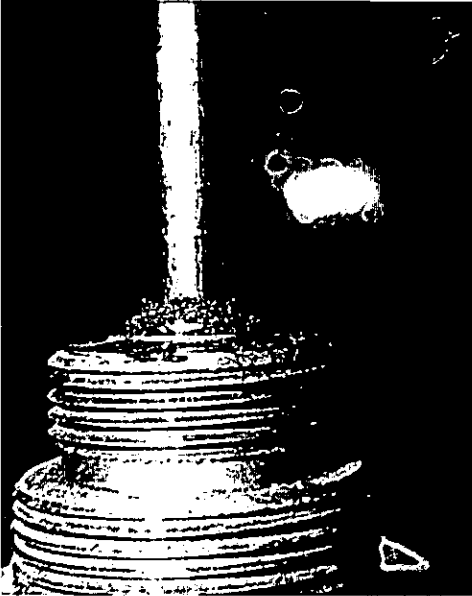


Bild 12: Eisenabrieb an einer Ventilspindel

Keineswegs sollte man Teile von Feuerungen mit dem Wasserschlauch zwecks Reinigung bearbeiten, weil nicht alle Bauteile über einen entsprechenden Wasserschutz verfügen.

In Bild 13 ist ein Anker und ein Spulengehäuse eines Magnetventiles dargestellt, das durch eine derartige Behandlung durch Rostbildung funktionsunfähig geworden ist.

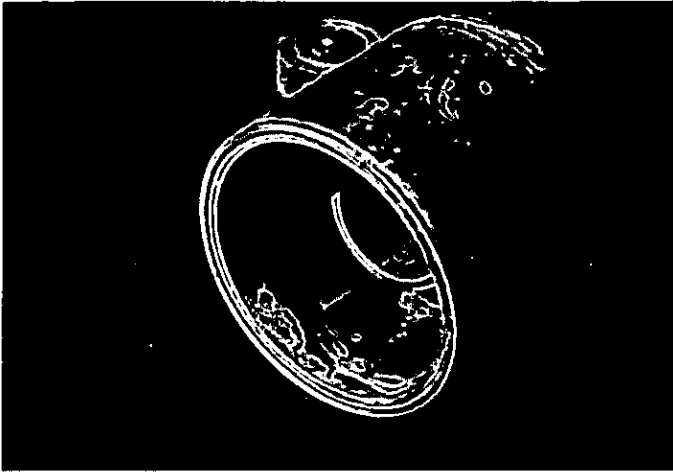


Bild 13: Durch Wassereinwirkung Anker und Spulengehäuse angerostet.

Gasbrenner ohne Gebläse werden bekanntlich in Verbindung mit dem zugehörigen Wärmeerzeuger beurteilt. Dieser Wärmeerzeuger muß mit einer Strömungssicherung ausgerüstet sein, die bei Stau und Rückstrom die Abgasabfuhrung aus dem Wärmeerzeuger aufrecht erhält und damit die Luftzufuhr zum Gasbrenner ermöglicht. Eine gelegentliche Überprüfung der Arbeitsweise dieser Strömungssicherung auf Abgasaustritt mit einer Tauplatte, durch Anwendung einer Rauchprobe, wie in Bild 14 dargestellt, oder auch durch Abfühlen, erscheint zweckmäßig.

Bei dauernden oder langzeitigem Abgasaustritt ist zunächst die Belastung der Anlage bis zur Behebung des Mangels zu mindern. Im besonderen können hier Kesselkaskaden ein empfindliches Verhalten aufweisen.

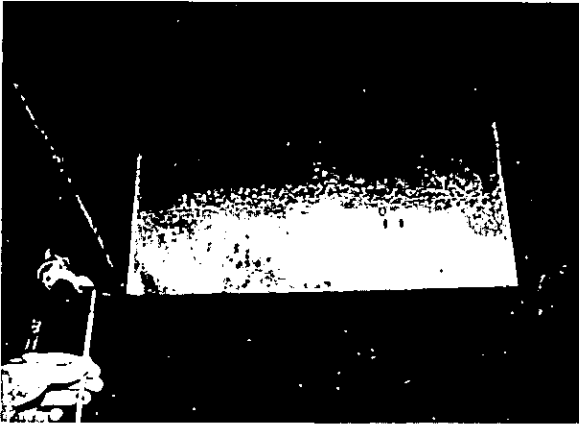


Bild 14: Nachweis von Abgasaustritt durch Rauchprobe

Abgasanlage

Abgasanlagen müssen dem Technischen Regelwerk, wie z. B. DIN 4705 (10) und der Musterfeuerungsverordnung (11) entsprechen. Durch die in der Vergangenheit verstärkte Anwendung von Feuerungsanlagen mit geringem Abgasmassenstrom in Verbindung mit zu großen Schornsteinen ergeben sich besondere Probleme beim Start einer Brenneranlage durch die Vorspülung. Während in den weitaus meisten Fällen Brenner und Kessel aufeinander abgestimmt sind und daher mit Sicherheit bei der Vorspülung allenfalls vorhandene zündfähige Restgase ausgeblasen werden, trifft diese Abstimmung für die Abgasanlage, insbesondere für den Schornstein wegen zu großer Querschnitte sehr häufig nicht zu. Bei Unterschreiten einer bestimmten Mindestspülgeschwindigkeit während der Vorspülung erfolgt gemäß Bild 15 kein kontinuierlicher Abbau des Restgas-

anteils im Schornstein und damit sind bei Vorhandensein einer Zündquelle, z. B. ein Durchschlagen einer Flamme oder Funkenflug bis in den Schornstein, alle Voraussetzungen für eine Explosion in diesem Bereich gegeben. Der Anschluß moderner Feuerstätten an überdimensionierte Schornsteine führt häufig zu Schäden ähnlich wie sie in Bild 16 erkennbar sind.

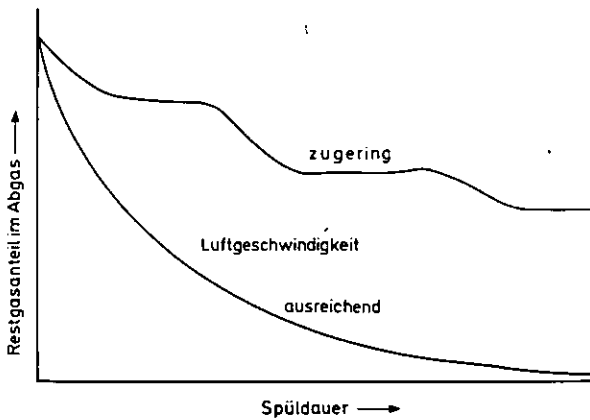


Bild 15: Spüldauer, Restgasanteil im Abgas und Luftgeschwindigkeit beim Spülen

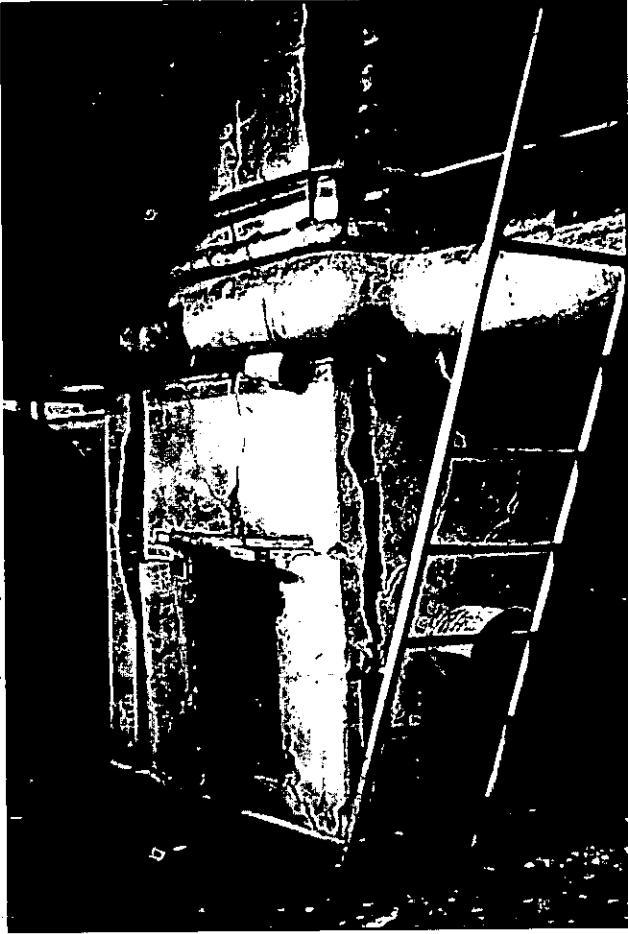


Bild 16: Durch Verpuffen beschädigter überdimensionierter Schornstein

Beim Zusammenschalten von zwei oder mehreren Abgasströmen aus verschiedenen Feuerungen, können sich ebenfalls schadensträchtige Verhältnisse ergeben. Wird bei einem negativen Start der Feuerung ungezündeter Brenn-

stoff in die Abgasanlage gefördert und kommt dieser mit heißen Abgasen in Berührung, dann kann abhängig von der Brennstoffart, dem Anteil an freiem Sauerstoff im Abgas und abhängig von der Abgastemperatur Selbstzündung eintreten.

In Bild 17 sind die Verhältnisse für verschiedene Brennstoffe dargestellt. Die sogenannte Induktionszeit für die verzögerte Selbstzündung verlängert sich mit abnehmender Temperatur, wobei gleichzeitig wegen des Einflusses der ungezündeten vergrößerten Brennstoffmasse der Druckanstieg bei der Selbstzündung zunimmt.

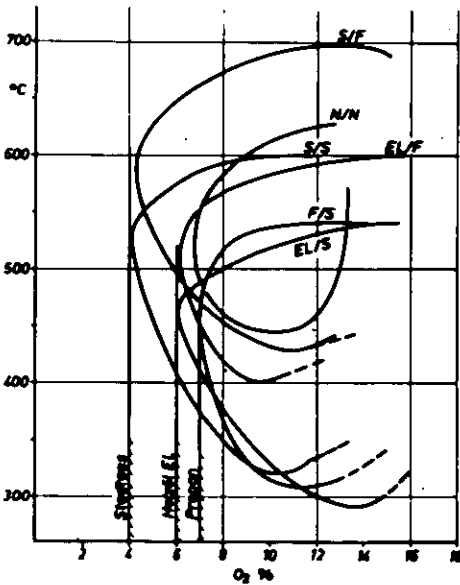


Bild 17: Selbstzündbereiche von Brennstoffen beim Auftreffen auf temperierte Abgase mit unterschiedlichem freiem O₂-Anteil

EL = Heizöl EL, F = Flüssiggas (Propan)
N = Naturgas (Erdgas), S = Stadtgas

Ablesebeispiel: EL/S = den Abgasen einer Heizöl-EL-Feuerung mit einem bestimmten Anteil an freiem Sauerstoff wird bei einer bestimmten Abgastemperatur als brennbare Komponente Stadtgas S kalt zugeführt.

Durch eine entsprechende Festlegung von Einschaltfolgen, Staubbelastungen und ähnlichem, können die Verhältnisse entschärft werden. Dies gilt auch für die Zusammenführung von Abgasströmen aus mehreren Ölfeuerungen.

Zusammenfassung

Die aufgezeigten Zusammenhänge sind zwar kennzeichnend für eine Reihe von Schadensfällen, sie sind jedoch keineswegs umfassend. Durch geänderte Techniken, durch Imponderabilien durch sogenannte Kurzschlußhandlungen bei der Bedienung usw. verursacht läßt sich der Gesamtumfang der Schadensmöglichkeiten nicht eindeutig abgrenzen. Trotzdem wird durch eine vorgezogene Betrachtung der Schadensmöglichkeiten in Verbindung mit einer sachgerechten Beobachtung der Feuerungsanlagen die Schadenshäufigkeit gemindert. Der Erfolg dieser Betrachtung ist jedoch, da es eine Statistik über verhinderte Schadensfälle nicht gibt, nur mittelbar anhand der Minderung der tatsächlich sich ereigneten Schadensfälle bewertbar.

Anschrift des Verfassers:

Robert Brinke, TÜV-Bayern e.V., Eichstätter Str. 6
8000 München 21

Literaturverzeichnis

- (1) Bericht über das FE-Vorhaben "Analyse von Schadensfällen und Gefahrenmomenten an häuslichen Feuerstätten nach dem Stand der Technik in der Bundesrepublik Deutschland und im Ausland",
- (2) DIN 51603 "Flüssige Brennstoffe, Heizöle ..."
Beuth-Verlag, Berlin
- (3) DVGW-Arbeitsblatt G 260 "Gasbeschaffenheit"
Zfgw-Verlag, Frankfurt
- (4) DIN 4787, Teil 1 "Ölzerstäubungsbrenner, Begriffe, sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung",
Beuth-Verlag, Berlin
- (5) TRD 411 "Ölfeuerungen an Dampfkesseln"
Carl Heymanns-Verlag, Köln
- (6) DIN 4787 Teil 2 "Ölzerstäubungsbrenner, Flammenüberwachungseinrichtungen, Flammenwächter und Feuerungsautomaten, sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen, Kennzeichnung
Beuth-Verlag, Berlin
- (7) DIN 4788 Teil 1 "Gasbrenner, Gasbrenner ohne Gebläse"
Beuth-Verlag, Berlin
- (8) DIN 4788 Teil 2 "Gasbrenner, Gasbrenner mit Gebläse"
Beuth-Verlag, Berlin
- (9) TRD 412 "Gasfeuerungen an Dampfkesseln"
Carl Heymanns-Verlag, Köln

- (10) DIN 4788 Teil 2 "Gasbrenner, Flammenüberwachungs-
einrichtungen, Flammenwächter, Steuergeräte und
Feuerungsautomaten"
Beuth-Verlag, Berlin

- (11) DIN 4705 Teil 1 "Berechnung von Schornsteinab-
messungen, Begriffe, ausführliche Berechnungs-
verfahren"
Beuth-Verlag, Berlin

- (12) Musterverordnung ... Feuerungsverordnung (FeuVO)
Jan. 1980

Bauakustische Maßnahmen zur Vorbeugung und Verminderung von Geräuschen in der Heizungs- und Sanitärtechnik

von H. Kreienfeld, Hannover

1. Ursachen starker Geräuschübertragung

1.1 Heizungsanlagen

Nach Untersuchungen von K. Gösele (8) an ölbeheizten Heizungsanlagen nimmt die abgestrahlte Schalleistung von Heizungsanlagen in etwa proportional mit der Heizleistung zu.

Bei kleineren Anlagen (z.B. für Einfamilienhäuser) werden die abgestrahlten Geräusche im wesentlichen durch das akustische Zusammenwirken von Feuerungsraum und Luftansaugöffnung verursacht, die zusammen einen Resonator bilden, deren Resonanzfrequenz bei ca. 50 Hz liegt und somit für diesen Frequenzbereich die Geräusche im Feuerungsraum verstärkt werden.

Bei größeren Heizungsanlagen konnte festgestellt werden, daß die Geräusche im Heizungsraum im wesentlichen durch Gebläsegeräusche verursacht werden, deren pegelbestimmende Frequenzen meist oberhalb 1000 Hz liegen sowie durch Flamengeräusche, deren pegelbestimmende Frequenzen bevorzugt im tieffrequenteren Bereich (deutlich unterhalb 1000 Hz) liegen. Der bei kleineren Heizungsanlagen stark wirksame Resonanzeffekt durch den Einfluß von Feuerungsraum und Luftansaugöffnung ist bei größeren Heizungsanlagen von untergeordneter Bedeutung. Dies ergibt sich aus verschiedenen Untersuchungen zur Ermittlung der Abhängigkeit zwischen der Größe des Heizkessels und der auftretenden Resonanzfrequenz, die mit zunehmender Kesselgröße abnimmt.

Die von K. Gösele (8) durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, daß Heizungsgeräusche im wesentlichen auf dem Luftschallweg über Decken und Wände übertragen werden. Der Einfluß der Körperschallübertragung spielt nur dann eine Rolle, wenn stark schwingende Rohrleitungen oder andere Aggregate (z.B. auf Konsolen befestigt) direkt an Wänden oder an der Decke installiert sind.

1.2 Sanitäranlagen

Die durch den Betrieb von Sanitäranlagen - insbesondere Wasser- und Abwasseranlagen - auftretenden Geräusche ergeben sich durch Überlagerungen von Armaturen- und Leitungseigen-geräuschen. Die Ursache der Geräuschenstehung kann auf Strömungsvorgänge insbesondere in den Armaturen zurückgeführt werden, die sich als Wasserschall, Körperschall und Luftschall im Baukörper entsprechend den Ausbreitungsverhältnissen fortpflanzen.

Von besonderer Wichtigkeit bei der Übertragung von Sanitärgeräuschen ist der Körperschall, der zum einen durch die Bauteile weitergeleitet wird, an denen Armaturen bzw. Leitungssysteme befestigt sind und zum anderen über das Rohrsystem selbst übertragen wird. Zusätzlich zu den eigentlichen Sanitärgeräuschen (Armaturen- und Leitungsgeräusche) sind häufig noch Prallgeräusche beim Wassereinlauf in einen leeren (z.B. Brausetasse) oder gefüllten (z.B. Badewanne) Behälter sehr störend.

2. Maßnahmen zur Minderung von Geräuschübertragungen

2.1 Vorbeugende Maßnahmen bei Heizungsanlagen

Unter vorbeugenden Maßnahmen sollen hier diejenigen Maßnahmen verstanden werden, die von Seiten der Bauplaner bei der Neuerrichtung von Gebäuden aus schalltechnischer bzw. akustischer Sicht berücksichtigt werden sollten. Im wesentlichen sind dies folgende Punkte, die ggf. miteinander kombiniert bei den Bauplanungen berücksichtigt werden sollten:

1. Bei der Errichtung von Heizungsanlagen sollte ein aus akustischer bzw. schalltechnischer Sicht günstiger Standort gewählt werden. Dies gilt insbesondere für die Errichtung von größeren Heizungsanlagen.
2. Bei der Festlegung der Baukonstruktion muß eine ausreichende Luft- und Körperschalldämmung zwischen dem Heizungsraum bzw. den installierten Aggregaten und den benachbarten zu schützenden Räumen berücksichtigt werden. Dies ist insbesondere dann zu beachten, wenn zwischen dem Heizungsraum und dem übrigen Baukörper eine bauliche Verbindung vorhanden ist.
3. Bei Heizungsanlagen, die in einem separat angeordneten Gebäudeteil betrieben werden sollen, muß auf eine ausreichende Luftschalldämmung aller Gebäudeaußenbauteile (incl. Fenster und Türen sowie Zu- und Abluftöffnungen) geachtet werden, um eine Übertragung von Geräuschen über diese Bauteile ins Freie möglichst gering zu halten. Lüftungsöffnungen sind ggf. mit Schalldämpfern zu versehen.
4. Bei Anlagen, die erst dann projektiert werden, wenn bereits die baulichen Verhältnisse (Baukonstruktion) festliegen, darf der A-bewertete Schallpegel im Heizungsraum den nach den Ausführungen von (6) zu ermittelnden Wert L_{AH} nicht überschreiten.
5. Bei Anlagen mit einer installierten Gesamtleistung von mehr als 700 kW sollte eine körperschalldämmende Aufstellung gewählt werden.
Bei Anlagen in Dach- bzw. Zwischengeschossen sollte generell eine Aufstellung auf einer körperschalldämmenden Unterlage erfolgen (6).

6. Bei der Dimensionierung des Betriebsraumes für die Heizungsanlage ist darauf zu achten, daß dieser ggf. für später durchzuführende Schallschutzmaßnahmen (Einbau eines Abgasschalldämpfers, Anbringung einer Kapsel) ausreichend Platz bietet (6). Weiterhin empfiehlt sich die Einbringung von schallabsorbierenden, auf das Geräuschspektrum abgestimmte Decken- und ggf. Wandverkleidungen, die zu einer Senkung des Luftschallpegels innerhalb des Betriebsraumes der Anlage beitragen.

Hinweise für die Berücksichtigung des Schallschutzes bei der Bauplanung sind in der VDI-Richtlinie 2715 (6) aufgeführt.

2.2 Maßnahmen bei bestehenden Heizungsanlagen

Bei einer störenden Geräuschübertragung zwischen bestehenden Heizungsanlagen und benachbarten, schutzbedürftigen Räumen sollte zunächst anhand orientierender oder ggf. ausführlicher Messungen festgestellt werden, ob die Geräuschübertragung überwiegend auf dem Luftschall- oder dem Körperschallweg erfolgt.

Bei einer nachgewiesenen Geräuschübertragung auf dem Luftschallweg sollte je nach erforderlicher Störgeräuschminderung entweder der Schallpegel innerhalb des Heizungsraumes durch Kapselung der pegelbestimmenden Geräuschquellen gesenkt werden oder Maßnahmen zur Verbesserung der Luftschalldämmung an den für die Schallübertragung maßgeblichen Bauteilen (Decke oder ggf. auch Wände des Heizungsraumes) durchgeführt werden. Verbesserungen der Schalldämmung der Bauteile können z.B. durch die Installation von biegeweichen Vorsatzschalen vor die vorhandenen Bauteile erzielt werden. Bei sehr starker Geräuschübertragung auf dem Luftschallweg sind ggf. beide Maßnahmen - Kapselung pegelbestimmender Geräuschquellen sowie Verbesserung der Luftschalldämmung an den für die Schallübertragung maßgeblichen Bauteilen - erforderlich.

Bei einer Störgeräuschübertragung auf dem Körperschallweg (z.B. über fest an der Heizraumdecke oder den Wänden befestigte Rohrleitungssysteme oder das Heizkesselfundament selbst) ist eine Minderung der Geräuschübertragung nur durch die Installation Körperschalldämmender Elemente (z.B. Feder- oder Gummimetallelemente) zwischen den Aggregaten und dem übrigen Baukörper möglich. Hinweise zur Körperschalldämmung sind in (6) enthalten.

2.3 Minderung von Sanitärgeräuschen

Zur Minderung von Sanitärgeräuschen bieten sich generell folgende drei Möglichkeiten an:

1. Minderung der Geräuschenstehung in der Armatur bzw. Einbau geräuscharmer Armaturen (z.B. Armaturen der Armaturengruppe I anstelle von Armaturen der Armaturengruppe II).
2. Dämmung der Störschallausbreitung im Rohrsystem insbesondere zwischen der Armatur und dem Rohrsystem.
3. Körperschalldämmung zwischen dem Rohrsystem und dem Baukörper.

Zu der unter Ziffer 1. aufgeführten Maßnahme sei darauf hingewiesen, daß nach der Prüfzeichenverordnung der Länder die Eignung von Armaturen und Geräten der Wasserinstallation hinsichtlich ihres Geräuschverhaltens durch ein bauaufsichtliches Prüfzeichen (Prüfzeichenzuteilung erfolgt durch das Institut für Bautechnik in Berlin) nachgewiesen sein muß, wenn diese in haustechnische Anlagen eingebaut werden und die von ihnen ausgehenden Geräusche in fremde Wohn-, Schlaf- oder Arbeitsräume übertragen werden können.

Zu der unter Ziffer 2. aufgeführten Maßnahme wurden von P. Schneider (9) umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, die gezeigt haben, daß nach Einbau von Körperschalldämmenden, elastischen Rohrverbindungen zwischen der Armatur und dem weiteren Rohrstrang oder nach Einbau von sogenannten Sperrmassen beiderseits eines als Dehnungsbogen ausgebildeten Rohrelementes die Körperschallkomponente entlang des Rohrelementes gut gedämpft wurde. Allerdings konnte bei diesen Untersuchungen auch festgestellt werden, daß als Ursache für die Ausbreitung der Installationsgeräusche nach Durchführung solcher Maßnahmen die Wasserschallkomponente eine nicht unerhebliche Rolle spielt, so daß zusätzlich der Einbau eines Wasserschallabsorbers erforderlich wäre, was jedoch mit einem erheblichen weiteren Aufwand verbunden ist, so daß diese Möglichkeit zur Minderung der Störschallausbreitung nur bei größeren Einzelanlagen wie z.B. Pumpen und Druckerhöhungsanlagen zweckmäßig ist.

Mit der unter Ziffer 3. aufgeführten Maßnahme - Körperschalldämmung zwischen dem Rohrsystem und dem Baukörper - kann durch die Verwendung von Rohrschellen mit körperschalldämmenden Einlagen wie z.B. Gummi-, Kork- oder Filzstreifen sowie durch den Einbau von körperschalldämmenden Rohrdurchführungen durch Wände und Decken die Einleitung und somit auch die weitere Ausbreitung von Körperschall im übrigen Baukörper wirksam gemindert werden. Ausführungshinweise hierzu sind in (6), (7) und (9) enthalten.

Ing.-(grad.) Helmut Kreienfeld

Technischer Überwachungs-Verein Hannover e.V.
Zentralabteilung Meßtechnik

Literaturhinweise:

- (1) DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau"
(Ausgabe 1962)
- (2) DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau".
Entwurf (Ausgabe 1979)
- (3) VDI 2062, "Schwingungsisolierung,
Bl. 2 Isolierelemente"
- (4) VDI 2567 "Schallschutz durch Schalldämpfer"
- (5) VDI 2711 "Schallschutz durch Kapselung"
- (6) VDI 2715 "Lärminderung an Warm- und
Heißwasser-Heizungsanlagen"
- (7) VDI 3733 "Geräusche bei Rohrleitungen"
Entwurf (Ausgabe 1978)
- (8) K. Gösele, "Geräuschuntersuchungen an
J. Karadi Ölbeheizten Heizanlagen"
Ber. a.d. Bauforschung
(1970) H. 68
- (9) P. Schneider "Entstehung und Dämmung von
Installationsgeräuschen"
Ber. a.d. Bauforschung

Wie kann das Krankenhaus-Management die Erneuerung haustechnischer Anlagen finanzieren ?

H. Glünder, Hannover

Seit dem Jahre 1973 - genauer seit dem 01. Oktober 1972 - gelten für die Krankenhäuser hinsichtlich der Finanzierung Sonderbestimmungen, nämlich das Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG). Hierdurch wurde die sogenannte dualistische Finanzierung der Kosten eines Krankenhauses eingeführt, also die Finanzierung nicht aus einer Quelle, dem Preis (Pfllegesatz) sondern aus zwei Quellen: Preis und staatliche Förderung. An diesem Grundsatz hat auch das im Dezember 1981 im Schnellverfahren durchgepaute Krankenhaus-Kostendämpfungsgesetz (KHKG) nichts geändert. Wir haben es also weiter mit einer Finanzierung zu tun, die es meines Wissens sonst im bundesdeutschen Wirtschaftsleben nicht gibt.

Was wird nun aus welcher Quelle finanziert?

Aus dem Preis (Pfllegesatz): alle laufenden Betriebskosten (Personal!) einschließlich der Kosten für die "Gebrauchsgüter" (Anlagegüter mit einer Nutzungsdauer bis zu drei Jahren).

aus der staatlichen Förderung: alle Investitionskosten, also Gebäude und alles was darin an Anlagen und Geräten mit einer Nutzungsdauer von mehr als drei Jahren vorgehalten wird. Zu den Anlagegütern zählen auch die haustechnischen Anlagen, aber natürlich auch die medizinisch-technischen Anlagen und Geräte.

Einer betriebs- und volkswirtschaftlichen Wertung dieser dualistischen Finanzierungsform will ich mich hier enthalten. Nur soviel: Oft genug erweist sich die im Krankenhausbereich praktizierte Zwei-Quellen-Finanzierung schon wegen der ständigen Wechselwirkung zwischen den beiden Finanzierungsbereichen auch im Interesse einer Kostendämpfung eher als hinderlich, denn als fördernd. Denken Sie nur an den ohnehin im Krankenhaus sehr engen Rationalisierungsspielraum. Rationalisierung zur Deckung von Betriebskosten erfordert nun einmal - wenn organisatorische Möglichkeiten ausgeschöpft sind - Investitionen.

Wie kann denn nun das Krankenhaus-Management die Erneuerung haustechnischer Anlagen finanzieren (oder sollte ich besser sagen, versuchen zu finanzieren)?

Im folgenden gehe ich von den Regelungen aus, wie sie sich nach dem durch das Krankenhaus-Kostendämpfungsgesetz (KHKG) geänderten Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) ergeben. Ich beschränke mich dabei auch auf das Bundesrecht. Auf möglicherweise vorhandene landesspezifische Bestimmungen - die sich aber wohl auf das Antragsverfahren beschränken dürften - kann ich in diesem Referat nicht eingehen.

Ich sagte vorhin schon, daß der Grundsatz der dualen Finanzierung nicht aufgegeben wurde und daß die haustechnischen Anlagen in den staatlichen Förderbereich fallen.

In diesem Bereich werden hinsichtlich der Form der Mittelbereitstellung Gruppen von Anlagegütern nach der durchschnittlichen Nutzungsdauer unterschieden (§§ 9 und 10 KHG)

- kurzfristige Anlagegüter mit einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 3 - 15 Jahren,
- mittelfristige Anlagegüter mit einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 15 - 30 Jahren,
- langfristige Anlagegüter mit einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von mehr als 30 Jahren.

Es ist also zunächst zu ermitteln, welcher der vorgenannten Gruppe der Anlagegüter die haustechnischen Anlagen zuzuordnen sind.

Hierzu hat der Bund Ende 1977 die sogenannte Abgrenzungsverordnung erlassen. Es wird bestimmt, daß sich die Zuordnung nach den der Verordnung beigefügten Verzeichnissen I - IV richtet. Danach ist davon auszugehen, daß haustechnische Anlagen überwiegend der Gruppe der mittelfristigen Anlagegüter mit einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 15 - 30 Jahren zuzuordnen sind. Das Verzeichnis III weist hierzu als Güter des betriebstechnischen Ausbaus:

Belüftungs-, Entlüftungs- und Klimaanlage
Druckluft-, Vakuum- und Sauerstoffanlagen
Fernsprechvermittlungsstellen
Förderanlagen
Gasversorgungsanlagen
Heizungsanlagen
Kühlanlagen
Sanitäre Installation (Be- und Entwässerungsanlagen)
Schwachstromanlagen
Starkstromanlagen (auch Anlagen für die Notstromversorgung)
Warmwasserversorgung.

Haustechnische Anlagen könnten weiterhin Bestandteil der Außenanlagen (z.B. Entwässerungs- und Versorgungsanlagen) sein und würden dann entsprechend dem Verzeichnis IV den langfristigen Anlagegütern (Nutzungsdauer mehr als 30 Jahre) zuzuordnen sein.

Haustechnische Anlagen - jedenfalls wie Sie sie verstehen - dürften sich bei den kurzfristigen Anlagegütern (Nutzungsdauer 3 - 15 Jahre) jedoch nicht finden.

Die Aufzählungen in den Verzeichnissen der Abgrenzungsverordnung sind beispielhaft; nicht aufgeführte Anlagen sind deshalb sinngemäß einzuordnen. Es wird weiter bestimmt, daß Güter

des allgemeinen Ausbaus und der betriebstechnischen Anlagen im Zweifelsfall den mittel-
fristigen Anlagegütern zuzurechnen sind (§ 3 AbgrV).

Ich habe vorhin darauf hingewiesen, daß die Zuordnung zu den Anlagegütergruppen maßgebend
für die Form der Mittelbereitstellung ist. Es werden nämlich gefördert:

- kurzfristige Anlagegüter grundsätzlich durch die pauschalen Förderbeträge je Bett
(§ 10 KHG n.F.)
- mittel- und langfristige Anlagegüter grundsätzlich durch Einzelzuweisung von Förder-
mitteln (§ 9 KHG n.F.).

Nach dem Ergebnis der Zuordnung der haustechnischen Anlagen zu den mittelfristigen - im
Ausnahmefall auch langfristigen - Anlagegütern kann festgestellt werden, daß die Mittel für
die Wiederbeschaffung von haustechnischen Anlagen in aller Regel bei der zuständigen Förder-
behörde für jede Maßnahme gesondert beantragt werden müssen. Auf zwei Ausnahmen komme ich
später noch zu sprechen. Auch auf die Förderung der Errichtung von Krankenhäusern brauche ich
nicht weiter einzugehen, da insoweit die haustechnischen Anlagen Teile der Errichtungsmaß-
nahme sind. Dabei definiert das KHG den Begriff "Errichtung" als Neubau, Umbau und Erwei-
terungsbau (§ 2 Ziffer 2 KHG). Es muß sich also bei der "Errichtung" nicht um einen komplet-
ten Neubau "auf der grünen Wiese" handeln.

Mittel werden aber nur bereitgestellt, wenn die Maßnahme in das Jahres-Krankenhausbauprogramm
(§ 6a Abs. 2 KHG) aufgenommen worden ist (§ 9 Abs. 3 in Verbindung mit Abs. 1 und § 8 Abs. 1
KHG), d.h. also, daß solchen Anträgen ein "langer Marsch" durch die Instanzen beschieden ist,
wobei die "Unfallgefahren" - von denen die allgemeine Preisentwicklung noch die geringste
ist - natürlich am Wege lauern. Es empfiehlt sich also, solche Wiederbeschaffungsmaßnahmen
lange vor Fälligkeit auf den Weg zu bringen. Was das bei den 1400er Kassen der "Träger der
Förderlast", nämlich Bund, Länder und Gemeinden, bedeutet, kann sich jeder ausmalen. Dabei
sind die Mittel, die der Bund u.a. für mittel- und langfristige Anlagegüter bereitstellt
plafondiert, d.h. nach oben begrenzt (§ 22 KHG), so daß in diesem Bereich von der einst ge-
priesenen "Drittelparität" nicht mehr allzuviel übrig geblieben ist. Zu allem Überfließ hat
der Bund seinen Anteil durch das 1. Haushaltsstrukturgesetz von Ende 1975 in den Jahren
1976 bis 1979 ständig reduziert bis auf nahezu die Hälfte der ursprünglich geplanten (oder
besser: gedachten) Summe. Auch das KHKG vom Dezember 1981 hat hieran (natürlich) nichts ge-
ändert. Dennoch ist nicht auszuschließen, daß nach Überwindung aller Hürden eine Maßnahme in
das Jahres-Krankenhausbauprogramm aufgenommen wird und damit die Fördermittel bereitgestellt
werden.

Das sollte allerdings nach den Vorstellungen des Gesetzgebers der Normalfall sein. Aber ach,
die Verhältnisse, die sind nunmal nicht so.

In diesem Zusammenhang möchte ich auf eine der beiden vorhin erwähnten Ausnahmen von der Regelfinanzierung zu sprechen kommen; die sich durchaus als Wegelagerer an den Rändern des "langen Marsches" herausstellen könnte.

Ich habe vorhin kurz erwähnt, daß die Beschaffung kurzfristiger Anlagegüter durch Gewährung von Pauschalbeträgen je Bett gefördert wird (§ 10 KHG). Hier nun hat das KHKG eine Änderung gebracht, die an sich gedacht war, den Krankenhäusern etwas mehr Selbstentscheidung und Beweglichkeit zu geben. In die Pauschalförderung wurde nämlich der sogenannten kleine Baubedarf mit einbezogen; das ist die Wiederbeschaffung von Anlagegütern mit einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von mehr als 15 Jahren (mittel- und langfristige Anlagegüter) und Errichtungsmaßnahmen, wenn die Anschaffungs- oder Herstellungskosten für das einzelne Vorhaben DM 50.000,- (ohne Umsatzsteuer) nicht übersteigen.

Hier ergibt sich plötzlich eine Konkurrenzsituation innerhalb des Krankenhauses zwischen der Beschaffung kurzfristiger Anlagegüter sowie mittel- und langfristiger Anlagegüter und Errichtungsmaßnahmen (z.B. kleinere Umbauten). Und Sie werden mir zustimmen, daß eine ganze Anzahl gerade haustechnischer Anlagegüter unter dieser Wertgrenze liegt. Diese innere Konkurrenzsituation muß allerdings das Krankenhaus-Management selbst lösen. Das wird umso schwerer fallen, als die Pauschalbeträge gegenüber den bisher geltenden zwar erhöht sind; dabei darf aber nicht übersehen werden, daß die Krankenhäuser z.Zt. noch mit den seit dem 01. Oktober 1978 (!) geltenden Beträgen leben müssen, da die gesetzlich im 2-Jahres-Turnus vorgesehene Anpassung vom Gesetzgeber zum 01. Oktober 1980 n i c h t vorgenommen wurde. Selbst wenn man unterstellt, daß die Pauschalbeträge im Durchschnitt aller (!) Krankenhäuser um mehr als 20 % erhöht wurden, ist festzustellen, daß dies zwar eine Erhöhung ist, aber k e i n e Anpassung (wie im Gesetz gefordert). Außerdem ist die Vermutung gerechtfertigt, daß eine infolge der Hereinnahme des "kleinen Baubedarfs" in die Pauschalförderung an sich notwendige Aufstockung unterblieben ist. D.h. aber, daß die Krankenhäuser für weniger Geld mehr beschaffen sollen.

Nun zu dem "Wegelagerer". Bei Maßnahmen im mittel- und langfristigen Bereich könnte es durchaus geschehen, daß die mit der Antragsprüfung befaßten Stellen der Versuchung erliegen könnten, durch Reduzierung oder Teilung von Maßnahmen u n t e r die 50.000,- DM-Grenze zu kommen und damit die Finanzierungslast zusätzlich dem Krankenhaus aufzubürden.

Nun könnte sich als Ausweg anbieten, die Beschaffung haustechnischer Anlagen (sowie anderer Maßnahmen) aus Eigenmitteln zu finanzieren. Grundsätzlich gibt es hierzu kein Verbot im KHG. Der Wohltätigkeit sind auch hier keine Grenzen gesetzt. In der Vergangenheit haben das auch zahlreiche - und nicht nur kommunale - Krankenhäuser getan. Da aber eine Refinanzierung solcher Eigenaufwendungen, ggf. auch des Kapitaldienstes hierfür aufgenommener Darlehen, über

den Pflegesatz nicht möglich ist, sind hier von vorneherein enge Grenzen gesetzt, die mit zunehmender Illiquidität auch der öffentlichen Hände weiter zusammenschrumpfen werden. Für die kommunalen Krankenhäuser kommt noch hinzu, daß aus haushaltsrechtlichen Gründen der Eigenfinanzierung im Investitionsbereich zunehmend durch die Aufsichtsbehörden ein Riegel vorgeschoben wird.

Es kann also notwendig werden, die Wiederbeschaffung haustechnischer Anlagegüter noch mehr hinauszuschieben, als bisher schon; bis dann die Notfallsituation eintritt, die dann zwar nicht im Jahres-Krankenhausbauprogramm steht, aber - wie eigentlich anders als durch Hinausschieben anderer Projekte? - gelöst werden muß, bis dann auch die hinausgeschobenen Maßnahmen Notfälle sind und ... weiter s.o.

Eine weitere Ausnahme von der Einzelförderung sieht § 9 Abs. 3 Satz 3 KHG vor, nämlich die Festlegung von Pauschalen auch für die Wiederbeschaffung von mittelfristigen Anlagegütern durch die Länder. Meines Wissens hat bisher kein Land von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Angesichts der knappen Fördermittel könnte sich hier allerdings ein Wandel vollziehen. Ob solche Pauschalen dann aber auch nur halbwegs ausreichend sein würden - auch unter Beachtung des mittelfristigen Ausgleichs - wage ich zu bezweifeln. Unzureichende Pauschalen kann man auch nicht mit mehr Entscheidungsfreiheit für das Krankenhaus-Management versüßen, sondern allenfalls verschleiern. Der einzige Vorteil wäre, daß im Fall der Pauschalierung die Notwendigkeit der Aufnahme in das Jahres-Krankenhausbauprogramm wegfällt; aber ist eine solche Zwangsläufigkeit noch ein Vorteil?

In diesem Zusammenhang ist noch auf eines hinzuweisen: Die Krankenhäuser erhielten die bisher nur für die Wiederbeschaffung kurzfristiger Anlagegüter geltenden Pauschalen entsprechend ihrer Zuordnung zu den Anforderungsstufen I bis IV, die sich nach der Größe des Krankenhauses und dem Jahr der Inbetriebnahme (vor/nach 1950) richteten. Künftig soll für die Gewährung der pauschalen Förderung die Versorgungsstufe des Krankenhauses (Grund-, Regel-, Schwerpunkt-, Zentralversorgung) maßgebend sein. Für die Zuordnung der Krankenhäuser soll Grundlage eine Verordnung des Bundes sein (§ 27 KHG n.F.). Bis zur Zuweisung zu den Versorgungsstufen durch die Länder sind die Vorschriften über die Pauschalförderung in § 10 Abs. 1 und 2 KHG alter Fassung anzuwenden (§ 29 Abs. 3 KHG n.F.). Fazit: Damit entfällt zwar vorher die Einbeziehung des "kleinen Baubedarfs" in die Pauschalförderung, aber: es bleibt auch vorerst bei den alten (also nicht erhöhten!) seit dem 01. Oktober 1978 (!!) geltenden Pauschalbeträgen.

Es bleibt noch darauf hinzuweisen, daß grundsätzlich auch die Nutzung von Anlagegütern (sog. Leasing) förderungsfähig ist, sofern eine solche Nutzung insgesamt gesehen wirtschaftlicher ist als eine Beschaffung (§ 11 KHG).

Daß bei einer Beschaffungsmaßnahme auch die Folgekosten zu berücksichtigen sind, ist zwar für mich - und sicherlich auch für andere - eine Selbstverständlichkeit, das hat den Gesetzgeber jedoch nicht daran gehindert, diesen Grundsatz an mehreren Stellen ausdrücklich in das Gesetz zu schreiben (u.a. § 9 Abs. 1 KHG n.F.). Vielleicht kann man die Förderbehörde, z.B. bei Rationalisierungsmaßnahmen, an diese nunmehr *expressis verbis* verankerte Binsenwahrheit erinnern. Die Vorschrift bindet nämlich nicht nur das Krankenhaus-Management sondern auch die Förderbehörde.

Hinsichtlich der Nachbewilligung von Fördermitteln gelten künftig wesentlich schärfere Bedingungen. Eine Nachbewilligung kommt nur infrage, soweit Mehrkosten - insbesondere durch Preisentwicklung - unabweisbar sind oder auf nachträglich genehmigten Planänderungen beruhen (§ 9 Abs. 2b KHG n.F.).

Die medizinisch-technischen Geräte gehören zwar nicht zu den haustechnischen Anlagen, dennoch möchte ich kurz darauf eingehen. Diese Anlagegüter gehören in aller Regel zu den kurzfristigen Anlagegütern (bisher zum Computer-Tomographen), sie überschneiden sich aber durchaus mit den haustechnischen Anlagen, z.B. Sterilisieranlagen. Soweit diese medizinisch-technischen Anlagen zu den mittelfristigen Anlagegütern zählen, gilt das zur Wiederbeschaffung der haustechnischen Anlagen gesagte. Die Beschaffung von medizinisch-technischen Großgeräten ist besonderen Einschränkungen hinsichtlich der Bedarfsplanung unterworfen (§ 11a KHG n.F.), deren Nichtbeachtung u.U. pflegesatzrechtlich zu Konsequenzen führt (§ 17 Abs. 3 KHG n.F.). Eine Erörterung auch dieser Fragen würde den Rahmen dieses Referates vollends sprengen.

Es sei noch darauf hingewiesen daß die vorstehend dargestellten Finanzierungs (un) möglichkeiten sich auf geförderte Krankenhäuser bzw. Teile von Krankenhäusern beziehen. Soweit haustechnische Anlagen gesondert beschafft werden müssen für nicht förderungsfähige Teile einer Krankenhausanlage (z.B. allgemeine Wohnheim Kindergärten) sind hierfür die für eine (Neu-) Errichtung dieser Betriebsteile geltenden Finanzierungsmöglichkeiten anzuwenden (z.B. Wohnungsbauförderungsmittel, Kapitalmarkt). Die Refinanzierung über den Pflegesatz ist ebenfalls ausgeschlossen (§ 17 Abs. 3 KHG n.F.). Das gilt ggf. auch für Ausbildungsstätten, soweit diese nicht notwendigerweise mit dem Krankenhaus verbunden sind. Der Begriff "notwendigerweise verbunden" ist allerdings bisher nicht definiert, so daß hier noch eine Weile Unklarheit herrschen dürfte. Ich gehe davon aus, daß alle bisher an Krankenhäusern bestehenden Ausbildungsstätten als "mit dem Krankenhaus notwendigerweise verbunden" zu gelten haben.

Abschließend möchte ich noch darauf hinweisen, daß die vorstehend im Telegrammstil dargestellten Finanzierungsfragen natürlich im Prinzip nur für nach dem KHG geförderte Krankenhäuser gelten. Für nicht geförderte Krankenhäuser werden sie (ganz oder teilweise)

dennoch auf dem Umweg über § 17 Abs. 5 KHG n.F. wirksam, als ein nicht-gefördertes Krankenhaus gegenüber Sozialleistungsträgern und anderen öffentlichen Stellen nur den Pflegesatz berechnen kann, der für ein leistungsmäßig vergleichbares gefördertes Krankenhaus gilt. Investitionskosten (ggf. in Form der Abschreibung) können also nur dann und in dem Umfange über den Pflegesatz refinanziert werden, wenn und soweit es die Differenz zwischen den Betriebskosten und dem "vergleichbaren" Pflegesatz hergibt. Das aber ist ein Thema für sich und gehört nicht hierher.

Damit möchte ich die Kurz-Information über Finanzierungsmöglichkeiten haustechnischer Anlagen abschließen und danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Quellenverzeichnis

- Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Pflegesätze - Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) vom 29.06.1972, BGBI I S. 1009
- Gesetz zur Änderung des Gesetzes zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze - Krankenhaus-Kosten-dämpfungsgesetz (KHKG) vom 22.12.1981, BGBI I S. 1568
- Verordnung über die Abgrenzung und die durchschnittliche Nutzungsdauer von Wirtschaftsgütern im Krankenhaus - Abgrenzungsverordnung (AbgrV) vom 05.12.1977, BGBI I S. 2355.

Anschrift des Verfassers

H. Glünder
Nds. Krankenhausgesellschaft e.V.
Alexanderstr.2

3000 Hannover 1

Vorschriften für den Betrieb und die Überwachung von Heizungsanlagen im Krankenhaus

von H. J. Hardt, Hannover

Die Betreiber von Heizungsanlagen müssen heutzutage mehr als 30 Vorschriften und Regeln kennen und beachten. Dabei habe ich die technischen Regeln für Dampfkessel (TRD) als eine Regel gezählt, obgleich es sich um ein mehrbändiges Regelwerk handelt. Dies ist eine sehr große Anzahl von Vorschriften und Regeln, das Aufzählen allein würde meine Vortragszeit ausfüllen. Ich will Ihnen deshalb durch eine Aufgliederung in öffentlich rechtliche Vorschriften, Regeln der Technik und Verwaltungsvorschriften einen Überblick verschaffen. Mit den angegebenen Quellennachweisen dürften Sie dann in der Lage sein, die für Ihre Heizungsanlage geltenden Vorschriften und Regeln aufzufinden. Zum Glück gelten nicht alle Vorschriften für alle Heizungsanlagen und zu Ihrer Beruhigung sei vermerkt, daß es besondere Vorschriften für Heizungsanlagen im Krankenhaus nicht gibt.

1. Öffentlich-rechtliche Vorschriften

Alle öffentlich-rechtlichen Vorschriften zum Betrieb und zur Überwachung von Heizungsanlagen gehen auf 5 Gesetze zurück. Dies sind das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) (1), das Schornstefegengesetz (SchfG) (2), das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) (3), die Gewerbeordnung (GewO) (4) und die Reichsversicherungsordnung (RVO) (6). Zu diesen Gesetzen sind eine ganze Reihe von Verordnungen erlassen worden, die sich dann mit ganz bestimmten Anlagen bzw. ganz spezifischen Betriebsgegebenheiten befassen. In den nachfolgenden Abschnitten soll auf die wichtigsten Verordnungen und deren Inhalt hingewiesen werden.

1.1. Das Bundesimmissionsschutzgesetz und seine Verordnungen

Für Feuerungsanlagen bis zu einer Feuerungsleistung von 4 GJ/h

entsprechend 1.111 kW ist jährlich eine Immissionsprüfung durch die Bezirksschornsteinfeger vorgeschrieben. In einer allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur 1. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (VwV zur 1. BImSchV) vom 19. Oktober 1981 wird schließlich gesagt in welcher Form die Einhaltung der Grenzwerte für Rauch, Abgasverluste usw. - vorgeschrieben durch die 1. BImSchV - nachgeprüft werden kann.

Die im v.g. Gesetz und der 1. Verordnung sowie der Verwaltungsvorschrift zu dieser Verordnung festgelegten Betriebsdaten für Feuerungsanlagen gelten für jeden Betreiber einer solchen Anlage. Wenn eine Feuerungsanlage "vorschriftmäßig" betrieben wird - und dies wird ja durch den Schornsteinfeger bestätigt - reicht eigentlich für den Betreiber aus, wenn er weiß, daß durch die v.g. Gesetze und Verordnungen eine jährliche Überprüfung vorgeschrieben ist.

Für Feuerungsanlagen mit einer Feuerungsleistung über die o.g. Grenze hinaus, dies sind die sog. "genehmigungsbedürftigen Anlagen", gilt die 4. BImSchV vom 14.12.75. (BGBl. I S. 499). Außerdem sind vom Betreiber dann die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TALuft) und die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TALärm) zu beachten.

1.2. Schornsteinfegergesetz (SchfG), Kehr- und Überprüfungsordnung

Für Schornsteine, Rauchrohre, Abgasschornsteine und Abgasrohre sowie für Lüftungsanlagen für Be- und Entlüftung von Heizräumen wird durch die aufgrund des Schornsteinfegergesetzes (2) erlassene Kehr- und Überprüfungsordnung eine Zustandsprüfung und die Reinigung durch den Bezirksschornsteinfegermeister vorgeschrieben. Die Fristen liegen zwischen 1/4 Jahr und 2 Jahren. Die Kehr- und Überprüfungsordnung wird von den jeweils zuständigen Landesbehörden erlassen. Die unmittelbare technische Aufsicht wird von den Bauordnungsämtern ausgeübt.

1.3. Energieeinsparungsgesetz (EnEG)

Aufgrund des Energieeinsparungsgesetzes (3) hat die Bundesregierung 2 Verordnungen erlassen, die sich mit dem Heizbetrieb der hier zur Debatte stehenden Heizungsanlagen befassen. Dies sind die Heizungsanlagen-Verordnung (HeizAnlV) und die Heizungsbetriebs-Verordnung (HeizBetrV).

1.3.1. Heizungsanlagen-Verordnung

Die Heizungsanlagen-Verordnung vom 22. September 1978 ist im BGBI. I S. 1581 zu finden und gilt für alle Heizungsanlagen über 4 kW. Durch diese Verordnung wird die Begrenzung der Abgasverluste vorgeschrieben. Diese werden gleichzeitig mit den Messungen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz bestimmt. Ferner werden durch diese Vorschriften Einrichtungen zur Begrenzung von Betriebsbereitschaftsverlusten, Wärmedämmung für die Verteilungsanlagen, Einrichtungen zur Steuerung und Regelung der Zentralheizungsanlagen und die Begrenzung der Temperatur für das Brauchwasser auf 60° C vorgeschrieben.

1.3.2. Heizungsbetriebs-Verordnung

Die Heizungsbetriebs-Verordnung ist ebenfalls am 22.09.78 erlassen und im BGBI. I S. 1584 abgedruckt worden. Sie gilt für alle Heizungsanlagen ab einer Leistung von 11 kW. Sie schreibt eine Begrenzung der Abgasverluste in Abhängigkeit von der Größe und der Aufstellung der Anlage vor. Außerdem wird für die Betriebszeit eine Bedienung und Funktionskontrolle mindestens einmal im Monat vorgeschrieben. Eine regelmäßige Wartung und Instandhaltung und das Einstellen der Wasservolumenströme für alle Heizkörper in Abständen von 8 Jahren durch eine fachkundige Person werden ebenfalls vorgeschrieben.

1.4. Gewerbeordnung (GewO)

In den §§ 24 und 25 der GewO (4) sind die gesetzlichen Grund-

lagen enthalten, aufgrund deren die Verordnungen für genehmigungs- und überwachungspflichtige Anlagen und hier insbesondere über Dampfkesselanlagen erlassen worden sind. Die Dampfkesselverordnung (DampfkV) vom 08.09.65 (BGBl. I S. 1300) geändert durch die Verordnung vom 30.07.68 (BGBl. I S. 881) zusammen mit der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu §§ 6, 7, 8, 10, 13, 14 der Verordnung über die Errichtung und den Betrieb von Dampfkesselanlagen vom 08.09.1965 in der Fassung vom 30.07.68 (BAnz. Nr. 143) bilden die gesetzliche Grundlage für die techn. Regel für Dampfkessel (TRD) und die sicherheitstechnischen Richtlinien für Dampfkesselanlagen. In diesen technischen Regeln sind die für den Betriebsingenieur wichtigen Vorschriften zusammengefaßt, z.B. in der TRD 401 über die Ausrüstung von Dampferzeugern, in der TRD 802 über Zwergdampfkessel. Für den Betreiber von Dampfkesselanlagen sind ferner folgende sicherheitstechnische Richtlinien von Interesse: einmal die SR-Öl über Öffnungen an Dampfkesselanlagen und die SR-Gas über Gasfeuerungen an Dampfkesselanlagen. Näher auf die Inhalte dieser technischen Regeln und sicherheitstechnischen Richtlinien einzugehen würde den Rahmen dieses Vortrags sprengen. Als lose-Blatt-Sammlung werden diese Richtlinien zusammen mit andern Richtlinien und Vorschriften vom Erich Schmidt Verlag herausgegeben und laufend ergänzt (5).

1.5. Reichsversicherungsordnung (RVO)

Die Reichsversicherungsordnung (RVO) (6) ist die gesetzliche Grundlage für die von den Bundesländern erlassene Allgemeine Verwaltungsvorschriften für die Durchführung der gesetzlichen Unfallversicherung und die Unfallverhütungsvorschriften der Bundesarbeitsgemeinschaft der gemeindlichen Unfallversicherungsträger (GUV) und des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften (VBG).

In Niedersachsen wird dies durch die allgemeinen Vorschriften für die Durchführung der gesetzlichen Unfallversicherung des Landes Niedersachsen - Eigenunfallversicherung - (Rd.Erlaß vom 26.07.65, Nds.MBl. S. 880) geregelt. Für den Betrieb von Heizungsanlagen sind die wesentlichen Vorschriften in den UVV Allgemeine Vorschriften (GUV 0.1) und den UVV Sammelheizungen und Warmwasserbereitungsanlagen GUV 2.1 zu finden.

2. Regeln der Technik

2.1. VDI-Richtlinien

Für Betreiber von Heizungsanlagen sind folgende VDI-Richtlinien von Wichtigkeit: VDI 2067 über Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Wärmeversorgungsanlagen, VDI 2068 über meß- und regelungstechnische Ausstattung von Heizungsanlagen, VDI 2034 und VDI 2035 über Korrosionsschutz von Heizungsanlagen.

2.2 DVGW-Regelwerk

Der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. hat ein Regelwerk erarbeitet, das im DVGW-Verlag in Frankfurt zu beziehen ist. Für den Betrieb von gasgefeuerten Heizungsanlagen sind die TRGI Technische Regeln für Gasinstallationen, die TRF Technische Regeln Flüssiggas, die TVR Gas über Errichtung und Unterhaltung von Niederdruckgasanlagen und die G-Arbeitsblätter insbesondere G 460, G 606 über Bau, Betrieb, und Wartung von Gasleitungen und Sicherheitseinrichtungen zu beachten.

2.3. VGB-Richtlinien

Die Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber hat eine Reihe von Richtlinien erarbeitet, die im Vulkan-Verlag in Essen zu beziehen sind und die sich mit den Entstaubungsanlagen befassen. Solche Anlagen werden nur in großen Kesselhäusern d.h. also nur in großen Krankenhäusern vorzufinden sein.

Beim Betrieb sind die "VGB-Richtlinien für den Bau und den Betrieb von Entstaubungsanlagen für Dampferzeuger", das VGB-Merkblatt Nr. 16 über die Wartung von Entstaubungsanlagen für Dampferzeuger und das VGB-Merkblatt Nr. 15 für Maßnahmen zur Verhütung von Ruß-, Flugkoksabwurf bei Ölfeuerung zu beachten.

3. Verwaltungsvorschriften für die Betriebsführung und Betriebsüberwachung

Für den Heizungsbetrieb und die Betriebsüberwachung in Liegenschaften des Landes Niedersachsen, des Bundes und Dritter, die von der Staatshochbauverwaltung betreut werden, sind im wesentlichen 2 Anweisungen verbindlich. Dies ist einmal die Heizungsbetriebsanweisung (HBeA/EVA) und die Vorläufige Dienstanweisung für die Betriebsüberwachung durch die Niedersächsische Staatshochbauverwaltung (DABÜ). Die Heizungsbetriebsanweisung ist vom Arbeitskreis Maschinen und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen erarbeitet und vom Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 1977 herausgegeben worden. Sie wurde den Landkreisen, Städten und Gemeinden zur Anwendung empfohlen und dürfte für die meisten Krankenhäuser Gültigkeit haben. Zur Heizungsbetriebsanweisung, die im Teil I Anweisungen für den Betrieb von Zentralen Heizungs- und Brauchwasserwärmungsanlagen und im Teil II Muster für die Erfassung von Verbrauchswerten enthält, sei angemerkt: diese Anweisung gilt für alle Heizungsanlagen, also für große Heizwerke und auch für Heizungen mit Einzelöfen und sie gilt andererseits für Lagerhallen und für Krankenhäuser. Es ist deshalb notwendig, die jeweils zutreffenden Anweisungen herauszusuchen. Bei aller Kritik, die gelegentlich über diese Anweisung zu hören ist, halte ich es für sehr sinnvoll, den Heizungsbetrieb daran auszurichten.

Die Vorläufige Dienstanweisung für die Betriebsüberwachung durch die Niedersächsische Staatshochbauverwaltung -DABÜ-

regelt die Betriebsüberwachung u.a. auch in den nieders. Landeskrankenhäusern. Sie ist eine Präzisierung der Bundesvorschriften und enthält in den Anhängen eine Zusammenstellung der Vorschriften und Regeln der Technik zur Betriebsführung und Betriebsüberwachung, eine Zusammenstellung der wiederkehrenden Prüfungen und Wartungen von betriebstechnischen Anlagen und ein Programm zur Prüfung von Zentralheizungsanlagen.

Literaturnachweis

- (1) Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 15.03.74
(BGBI. I Seite 721)
- (2) Schornsteinefegergesetz (SchfG) vom 15.09.69
(BGBI. I S. 1634)
- (3) Energieeinsparungsgesetz (EnEG) vom 22.07.76
(BGBI. I S. 1873)
- (4) Gewerbeordnung (GewO) in der Fassung vom 01.01.78
(BGBI. I S. 97) zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes zur Änderung des Gesetzes über technische Arbeitsmittel und der Gewerbeordnung vom 13.08.79
(BGBI. I S. 1432)
- (5) Schmatz/Nöthlichs: Sicherheitstechnik - Erich Schmidt Verlag
- (6) Reichsversicherungsordnung (RVO) in der Fassung vom 15.12.1924 (RGBI. I S. 779) zuletzt geändert durch Art. 7 des 5. Gesetzes zur Änderung des Arbeitsförderungsgesetzes vom 23.07.79
(BGBI. I S. 1189)
- (7) Heizungsbetriebsanweisung (HBeA/EVA) aufgestellt vom Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV), herausgegeben vom Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn 1977, Vertrieb: Buch- und Offsetdruckerei Seidl, 5300 Bonn-Beuel, Rheinsdorfer Straße 87

Autor: Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Hardt, Referent im Nieders.
Ministerium für Wirtschaft und Verkehr, 3000 Hannover,
Landschaftstraße 5.

Anleitungen zum Betrieb und zur Instandhaltung
von Heizungsanlagen
von Obering. H. Schmitz VDI, Braunfels

1. Allgemeines

Heizungsanlagen sind die Summe technischer Güter, die im Rahmen der technischen Gebäudeausrüstung zur Raumerwärmung dienen.

Zum Betreiben heiztechnischer Anlagen gehören u.a. das Betätigen, Überwachen, Instandhalten, Warten, Inspizieren und Instandsetzen von einzelnen Komponenten des Systems wie aber auch des gesamten Anlagensystems.

Der Verein Deutscher Ingenieure hat in einer Richtlinie VDI 3810 "Betreiben von heiztechnischen Anlagen" eine Begriffsdefinition erstellt, diese Richtlinie befindet sich zur Zeit in der Vorbereitung zum Weißdruck und liegt für Interessenten in der Gründruckvorlage September 1980 vor.

2. Notwendigkeit für den "Betrieb" und die "Instandhaltung" von Heizungsanlagen

Ordnungsgemäßer Betrieb und Instandhaltung dienen der Erhaltung von Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit und sind gleichzeitig die Voraussetzung für eine energiesparende und umweltfreundliche Funktionsweise. Bei steigenden Energiekosten nimmt die Bedeutung ständig zu.

Grundsätzlich ist für den ordnungsgemäßen und sicheren Zustand der heiztechnischen Anlagen und der Anlagenteile der Betreiber der Anlage allein verantwortlich. Betreiber einer Anlage ist derjenige, der die tatsächliche Sachherrschaft über die Anlage hat und ausübt.

Der heute übliche Automatisierungsgrad erleichtert den Betrieb heiztechnischer Anlagen dahingehend, daß sich die Bedienung auf wenige Kontroll- und Stellvorgänge beschränken kann, die in wöchentlichen Abständen zu wiederholen sind:

darin ist auch neben den Möglichkeiten des energiesparenden Betriebs der wesentliche Vorteil der Automatisierung zu verstehen - aber ohne Personal kommt man trotzdem nicht aus, deshalb muß die Wahrnehmung der Bedienungsaufgaben durch eine eingewiesene Person sichergestellt sein.

Als eingewiesen gilt, wer von dem Ersteller der Anlage bzw. einem Fachkundigen mit der Bedienung der Anlage vertraut gemacht wurde. Die eingewiesene Person sollte auch namentlich bekannt sein.

3. Welche Tätigkeiten kommen in Frage?

Die technische Vielfalt der möglichen Ausführungen von Zentralheizungsanlagen macht es unmöglich, auf alle Einzelheiten des Themenkomplexes hier detailliert einzugehen. Deshalb wird unter bestimmten Tätigkeitsgesichtspunkten nachfolgend beispielhaft auf Maßnahmen hingewiesen.

3.1 Betreiben

Betreiben ist nun die Gesamtheit aller Tätigkeiten in heiztechnischen Anlagen beginnend mit dem Übernehmen und endend mit endgültigen Ausmustern der Anlage.

Vielfach wird die Zentralheizungstechnik im Vergleich zu anderen Techniken hinsichtlich ihres Aufwandes zum Betreiben unterschätzt. Man kann diese Unterschätzungen z.B. dadurch deutlich machen, daß man den Vergleich zu einem Kraftfahrzeug herstellt. Eine Zentralheizungsanlage hat auf die Feuerung bezogen ca. 2.000 Betriebsstunden in der Heizperiode.

2.000 Betriebsstunden eines Kraftfahrzeuges mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 50 km/h Geschwindigkeit würde einer Fahrleistung von 100.000 km entsprechen. In dieser Zeit wird z.B. ein Kraftfahrzeug mindestens 4-5 mal gewartet, wobei sich der Kraftfahrzeughalter mit dem Fahrzeug identifiziert. Feuerungsanlagen mit gleichen Betriebsstunden werden vielfach noch nicht einmal überprüft.

3.1.1 Übernehmen

Übernehmen ist nun wieder das Entgegennehmen von heiztechnischen Anlagen und ggf. Nachprüfen auf Einhaltung der vorgegebenen Bedingungen. Dieses Übernehmen ist nicht zu verwechseln mit dem aus dem kaufmännischen Recht stammenden Begriff "Abnahme". Die Abnahme von heiztechnischen Anlagen erfolgt normalerweise nach ihrer Fertigstellung entsprechend DIN 1961 VOB, Teil B, § 12. Zum Übernehmen - das die Abnahme einschließen kann - gehört auch das Entgegennehmen von Bestandszeichnungen, Bedienungs- und Wartungsanleitungen, das Inbetriebnehmen der Anlage und ggf. das Einweisen des Bedienungspersonals.

Für einen ordnungsgemäßen Betrieb einer heiztechnischen Anlage ist nun vorauszusetzen, daß ein Übernehmen mindestens nach beendeter Montagearbeit stattgefunden hat. Die darin angegebenen Unterlagen für die heiztechnische Anlage sind dem Betreiber bei der Abnahme auszuhändigen.

3.1.2 Bedienen bzw. Betätigen

Bedienen bzw. Betätigen umfaßt die Inbetriebnahme, Betriebserhaltung und Außerbetriebnahme über Bedienungselemente - auch dann, wenn es sich um eine automatische Anlage handelt - während der Betriebszeit in regelmäßigen Abständen.

Das Bedienen umfaßt die Funktionskontrollen und die Vornahme von Schalt- und Stellvorgängen ggf. mit Anpassung der Betriebswerte an die Sollwerte und des Zeitprogramms an den zentralen Stellen sowie die Überprüfung der sicherheitstechnischen Einrichtungen.

Der Anlagenersteller hat in der heiztechnischen Anlage an gut sichtbarer Stelle eine Bedienungsanleitung anzubringen. Die Bedienungsanleitung muß sowohl Hinweise für die Bedienung einzelner Anlagenteile enthalten als auch die Gesamtfunktion der heiztechnischen Anlage aufzeigen. Auf eine unmißverständliche und klare Formulierung ist zu achten. Die Bedienungsanleitung muß enthalten:

- o Angaben über die Sicherheit des Betriebs
- o Angaben über die Störungsfreiheit des Betriebs
- o Angaben über das Verhalten im Störfalle
- o Hinweise für einen energiesparenden Betrieb
- o Angaben über das Verhalten bei Frost oder längeren Betriebsunterbrechungen

3.1.3 Überwachen

Überwachen ist die Kontrolle des technischen Betriebszustandes und des Nutzungszwecks mit der

Veranlassung von geeigneten Maßnahmen bei Abweichungen.

3.1.4 Instandhalten

Instandhalten ist die Maßnahme zur Erhaltung oder Wiederherstellung des Sollzustandes. Die Definition enthält die DIN 31051.

3.1.5 Warten

Warten ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes, zum Erhalt der Sicherheit und zur Sicherstellung eines funktionalen, energiesparenden und verschleißarmen Betriebes.

3.1.6 Inspizieren

Inspizieren sind Maßnahmen zum Feststellen und Beurteilen des Istzustandes. Prüfung des äußeren und mechanischen Zustandes. Prüfung der Funktion und technischen Daten durch Messen und Vergleichen mit den vorgegebenen Soll-Werten. Beurteilung der Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und notwendige Instandsetzungsarbeiten über einen Bericht eventuell notwendiger Maßnahmen.

3.1.7 Instandsetzen

Instandsetzen ist die Wiederherstellung des Sollzustandes.

3.1.8 Außerbetriebnehmen

Außerbetriebnehmen ist eine beabsichtigte Funktionsabschaltung bzw. eine vorübergehende

Betriebseinstellung bei fehlender Aufgabe.

3.1.9 Inbetriebnehmen

Das Inbetriebnehmen ist eine erstmalige Einschaltung zur Aufnahme der Funktion oder nach einer Außerbetriebnahme.

3.1.10 Ausmustern

Das Ausmustern ist die endgültige Außerbetriebsetzung einer Gesamtanlage oder von Anlagen-
teilen.

4. Katalog der Maßnahmen zum Betrieb und zur Instandhaltung

Das Zentralheizsystem kann hinsichtlich der zum Betrieb und zur Instandhaltung notwendigen Arbeiten im Grundsatz in 3 Gruppen unterteilt werden:

- o Wärmeerzeugung
- o Wärmeverteilung
- o Wärmeabgabe

4.1 Wärmeerzeugung

Bei der Wärmeerzeugung konzentriert sich die Tätigkeit auf folgende Techniken:

- o regelmäßige Inspektion der Feuerungsqualität durch manuelle oder automatische Messung - Ist/Soll-Vergleich.
- o regelmäßige Reinigung der Heizflächen der Wärmeerzeuger

- o regelmäßige Inspektion der Betriebsdaten wie Temperatur, Druck, Wasserstand und deren sicherheitstechnische Einrichtungen wie Sicherheitsventile etc.
- o Inspektion der Wasser- bzw. Kondensatqualität unter Beachtung der vorgegebenen Werte nach VDI 2035
- o Wartung von technischen Teilen, die durch mechanische oder thermische Einwirkungen einem erhöhten Verschleiß unterliegen, wie Motoren an Brennern, Pumpen und dergleichen.

4.2 Wärmeverteilung

Bei der Wärmeverteilung gehören zum Betrieb und zur Instandhaltung folgende Tätigkeiten:

- o Inspektion von Bedienungselementen und Regeleinrichtungen - so sollen z.B. Absperreinrichtungen für Notabschaltungen mindestens 1 x jährlich betätigt und kontrolliert werden
- o Inspektion von Wärmeschutzmaßnahmen
- o Dichtheitsprüfung von Rohrverbindungen, z.B. Flanschen und Bedienungsausgleichern.

4.3 Wärmeabgabe

Hier sind bei Betrieb und Inspektion zu beachten:

- o Inspektion aller statischen Heizflächen auf Dichtigkeit der Anschlüsse und Verbindungen
- o Inspektion aller Armaturen am Heizkörper einschließlich Entlüftungseinrichtungen.

5. Zusammenfassung

Der Gesetzgeber hat in seiner Verordnung über energiesparende Anforderungen an den Betrieb von heiztechnischen Anlagen und Brauchwasseranlagen, der sog. Heizungsbetriebsverordnung vom 22. September 1978, ebenfalls darauf hingewiesen, daß der Betreiber von Anlagen verpflichtet ist, die Bedienung, Wartung und Instandhaltung heiztechnischer Anlagen im Sinne der Energieeinsparung vorzunehmen. Er weist in seiner Verordnung auch auf die Notwendigkeit des Einsatzes fachkundiger Personen hin.

Betrieb und Instandhaltung von Zentralheizungsanlagen sind betriebs- und volkswirtschaftlich von größter Bedeutung und müssen mehr als in der Vergangenheit selbstverständlich für die Betreiber werden.

Anschrift des Verfassers:

Ing. (grad.) Heribert Schmitz VDI, Obering..
Höhenweg 13a
6333 Braunfels

K Ä L T E I M K R A N K E N H A U S

VERFAHREN, ANFORDERUNGEN, EINSATZ

von H. Wadzinski, Schönau/Heidelberg.

1. V e r f a h r e n

Die Kälteerzeugung hat die Aufgabe, die Abkühlung eines Stoffes zu bewirken.

Mit Hilfe von physikalischen und chemischen Vorgängen wird unter Zuführung von Energie der Umgebung des Stoffes Wärme entzogen.

1.1 Kaltdampfkompessionsprozess

Dieser Prozess ist bei Kälteanlagen im Bereich des Krankenhauses am meisten verbreitet.

Die zur Verdampfung eines flüssigen Gases notwendige Wärme wird dem zu kühlenden Stoff entzogen. Druck und Temperatur des Kältemittels werden im Kompressor erhöht. Die dem Kühlgut entzogene Nutzwärme und das Äquivalent der zum Antrieb des Kompressors notwendigen Energie werden als Verflüssigungswärme mit Hilfe von Luft oder Kühlwasser an die Umgebung abgegeben.

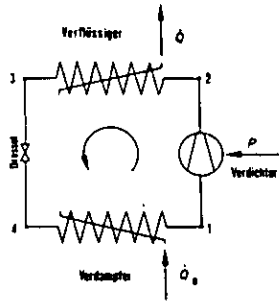


Bild 1 : Kaltdampfkompressionsprozess

$$\dot{Q} = \dot{Q}_0 + P \quad [\text{kW}]$$

Es ist heute in vielen Fällen erstrebenswert und wirtschaftlich, die Verflüssigungswärme z.B. zur Warmwasserbereitung zu nutzen.

Die Wirtschaftlichkeit eines Prozesses zur Kälteerzeugung wird daran gemessen, mit welchem Aufwand an zugeführter Energie der Nutzwert erzielt worden ist.

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}_0}{P}$$

Der Arbeitsstoff der Kältemaschine wird als Kältemittel bezeichnet.

Im Bereich des Krankenhauses werden anorganische Verbindungen von halogenierten Kohlenwasserstoffen hauptsächlich als Kältemittel verwendet.

Bezeichnung	Chem.Formel	Siedetemp. °C	überwiegende Verwendung
R 12	CF ₂ Cl ₂	-29,8	Kälteanlagen(Kältesätze) mit Kolbenkompressoren und mit luftgekühlten Kondensatoren, Turbokälteanlagen oberhalb etwa 2 MW
R 22	CHF ₂ Cl	-40,8	Kälteanlagen(Kältesätze) mit Kolbenkompressoren, insbesondere Kolben-Kaltwassersätze
R 11	CFC1 ₃	+23,7	Turbokältesätze

Tabelle 1 : KÄLTEMITTEL

In größeren vom Betten- und Behandlungskomplex getrennten Versorgungszentren kann Ammoniak (NH₃) als Kältemittel verwendet werden.

Neben-anderen-Eigenschaften ist bei der Verwendung im Krankenhaus die Unbrennbarkeit und Ungiftigkeit des Kältemittels besonders wichtig. Die Kältemittel der R-Reihe erfüllen diese Bedingung.

Abhängig von der Kälteleistung werden verschiedene Bautypen von Kälteverdichtern verwendet.

Bis 500 kW werden Kolbenverdichter verwendet, oberhalb von 500 kW kommen Turbo- oder Schraubenverdichter zur Anwendung.

Bei offenen Verdichtern wird die Kurbelwelle aus dem Gehäuse herausgeführt. Der Verdichter kann entsprechend der billigsten Energieart mit unterschiedlichen Antrieben versehen werden.

Hermetische Kolbenverdichter werden im Bereich geringer Leistungen verwendet. Sie sind in einem verschweißten Gehäuse untergebracht.

Diese Verdichter - auch Kapseln genannt - werden im Reparaturfalle in der Regel ausgetauscht.

Bei den halbhermetischen oder zugänglichen Verdichtern sind Antriebsmotor und Verdichter in einem Gehäuse untergebracht. Das Gehäuse kann für Reparaturzwecke geöffnet werden.

Zum Antrieb der Verdichter werden in den meisten Fällen elektrische Motoren verwendet. Kolben- und Schraubenverdichter werden jedoch in letzter Zeit zunehmend mit Verbrennungsmotoren angetrieben. Mit diesem Antrieb versehene Kältemaschinen können unter Nutzung der Abwärme des Motors im Krankenhaus wirtschaftlich als Heizkühlmaschinen eingesetzt werden.

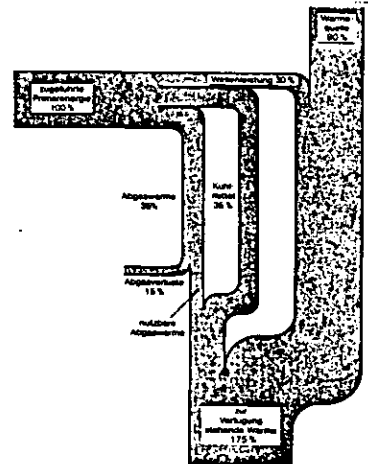
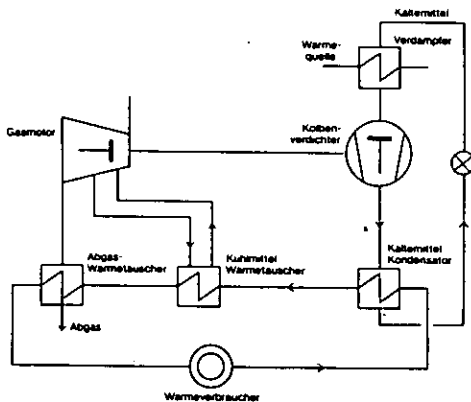


Bild 2: Kälteanlage mit Motorantrieb zum Heizen und Kühlen.

Verdampfungs- und Kondensationstemperatur haben einen wesentlichen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Während die Verdampfungstemperatur durch den Verwendungszweck und die Größe der Apparate gegeben sein wird, kann die Kondensationstemperatur durch die Wahl des Kühlmittels beeinflußt werden. Je nach Kühlmittel können die Verflüssigungstemperaturen zwischen 30°C und 50 °C schwanken.

Kühlmittel	Eintritt/ Austritt °C	Kondens. Temp. °C	Kälte- leistung %	Leistungs- aufnahme %
Stadtwasser	15/25	30	100	100
Kühlturm $t_K = 22^\circ\text{C}$	27/32	38	90	125
Luft $t_L = 32^\circ\text{C}$	42	50	75	170

Tabelle 2: Kälteleistung und Leistungsaufnahme des Kompressors in Abhängigkeit von der Kondensationstemperatur (R 12)

Bei kleinen Kälteleistungen werden meistens luftgekühlte Verflüssiger verwendet.

Bei größeren Kälteleistungen werden zur Kühlung des Kondensatorkühlwassers fast ausnahmslos wassergekühlte Kondensatoren in Verbindung mit Kühltürmen eingesetzt.

Neben offenen Kühltürmen werden insbesondere bei verschmutzter Umgebung Kühltürme mit geschlossenem Kreislauf angewandt.

Die Verschmutzung der Kondensatoren durch das Kühlwasser wird ausgeschlossen. Darüber hinaus kann die Abwärme der Anlagen ohne weitere Apparate gegebenenfalls direkt für Heizzwecke genutzt werden.

1.2 Absorptionsprozess

Der Absorptionsprozess ist ein Kaltdampfprozess, bei welchem statt der mechanischen Kompression ein thermischer Verdichter verwendet wird. Das verdampfte Kältemittel wird durch eine Lösung absorbiert und später durch Zuführen von Wärmeenergie im Austreiber wieder in den gasförmigen Zustand gebracht, wonach es im Verflüssiger verflüssigt wird.

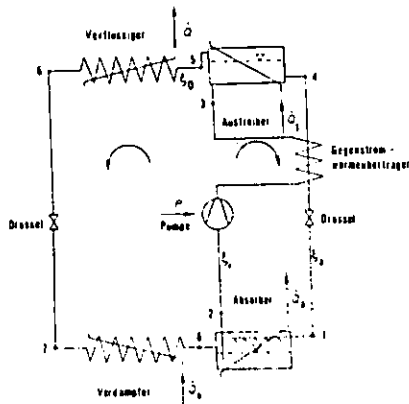


Bild 3: Einstufige Absorptions-Kältemaschine

Statt eines einzigen Kältemittels wird hier ein Arbeitsstoffpaar verwendet. Im Bereich des Krankenhauses wird meistens Wasser als Kältemittel und eine wässrige LiBr-Lösung als Absorptionsmittel verwendet. Absorptionsprozesse dienen im Krankenhaus der Kühlung von Wasser bei Verdampfungstemperaturen oberhalb von 0°C.

Der Energieverbrauch dieses Prozesses ist mehrfach größer als beim Kompressionsprozeß.

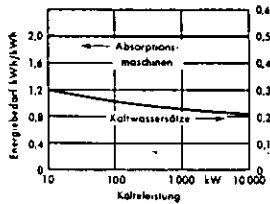


Bild 4: Spezifischer Energiebedarf von Absorptions- und elektrischen Kältemaschinen.

Dennoch kann ein Absorptionsprozeß für die Versorgung eines Gebäudes gesamt-wirtschaftlich gesehen von Vorteil sein. Die Erhöhung der Auslastung von Kesselanlagen im Sommer, Nutzung günstiger Tarife der Fernwärmeversorgungsunternehmen sowie Nutzung der Abwärme von Motoren können für den Einsatz einer Absorptions-Kältemaschine von Bedeutung sein.

2. E i n s a t z

Kälteanlagen werden im Krankenhaus für medizinische Zwecke im Versorgungsbereich und für Klimaanlage eingesetzt. Geringem Energieverbrauch und der Abwärmeebenutzung zur Raumheizung und Brauchwassererwärmung wird

besonderes Augenmerk gewidmet.

Die Schwerpunkte im medizinischen Bereich sind:

- Blutkonserven - frisch bei + 4°C 21 Tage
- Blutplasma
- Impfstoffe
- Seren
- Gewebeproben etc. - gefroren bei -20 bis -35°C
- Kryo-Chirurgie - Temperaturen zwischen -80 u. -196 °C, verwendet werden u.a. CO₂ + N₂
- Pathologie - Kühl- und Gefrierzellen mit Temperaturen 2 - 4 bzw. - 30°C, steckerfertig im Baukastensystem zunehmend mit Wärmerückgewinnung zur Brauchwassererwärmung.

2.2 Versorgungsbereich

Aus dem Schwerpunkt der Versorgung des Krankenhauses, der Küche, soll hervorgehoben werden:

frische Lebensmittel - werden bei Temperaturen zwischen -2⁰ und +5⁰C nach Arten geordnet in gesonderten Kühlräumen einige Tage, möglicherweise auch Wochen, aufbewahrt.

Fertigkühlräume in Zellenbauweise mit 8 - 24 cm starker Hartschaum- oder ähnlicher Isolierung sind üblich.

Die Kälteanlagen mit R 12 oder R 22 gefüllt, sind mit luftgekühlten, bei größeren Einheiten mit wassergekühlten Verflüssigern versehen.

Mit Hinblick auf einen geringen Energieverbrauch ist ein sorgfältiges Abtauen der Verdampfer wichtig. Dennoch darf nicht häufiger und nicht länger als nötig abgetaut werden.

Bedarfsbetonte, von der Stärke des Eisansatzes abhängige Abtauvorrichtungen, sind zeitgesteuerten, mit fest eingestellten Abtauzeiten vorzuziehen. Sicherheitseinrichtungen zur Überwachung der Dauer des Abtauvorganges sollten stets 2-fach, unabhängig von einander wirkend, vorhanden sein.

Tiefkühlkost

Grundnahrungsmittel, Backwaren und fertige Speisen können bei -20 bis -40°C eingefroren über mehrere Monate gelagert werden.

Neben der Verwendung inzwischen zum Standard gehöriger gefrorener Lebensmittel, welche der Bereicherung des Speisezettels dienen, wie Fisch, Eis etc., steht die Vorratshaltung nicht so sehr im Vordergrund. Vielmehr sind zu erwähnen:

- täglich wechselnde Speisekarte
- Speisenzubereitung im 8-Stunden- und 5-Tage-Rhythmus.
- Fertigung der Speisen in wirtschaftlichen Stückzahlen.
- Saisonbedingte Einkaufs- und Fertigungsmöglichkeiten.

Eine Vielzahl von Gefriereinrichtungen, beginnend von kleinen Gefriertruhen und -schränken, bis zum voll-automatischen EDV-gesteuerten Tunnel, welcher nicht nur zur Fertigung, sondern auch zur Lagerung und Disposition von Speisen und Produkten dienen kann, sind am Markt vorhanden.

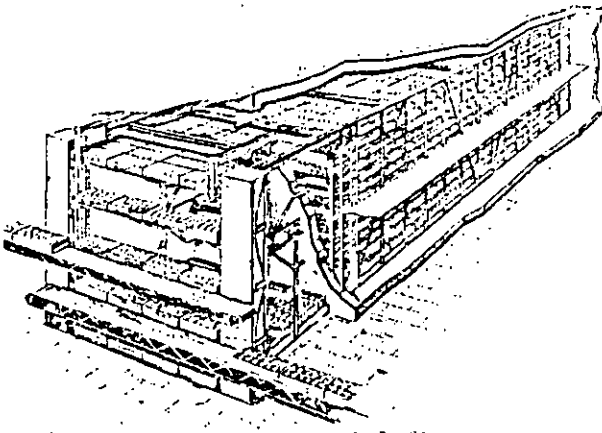


Bild 5: Gleitbahngefrieretunnel zum Gefrieren und Lagern.

Warmwasserbereitung

Kontinuität des Kältebedarfs mit gleichzeitigen Brauchwasserbedarf verbunden, machen die Abwärmee-nutzung der Kälteanlagen zur Warmwasserbereitung interessant. Fertige Geräte stehen inzwischen am Markt zur Verfügung. Bausätze zur Nachrüstung bestehender Anlagen sind ebenfalls vorhanden.

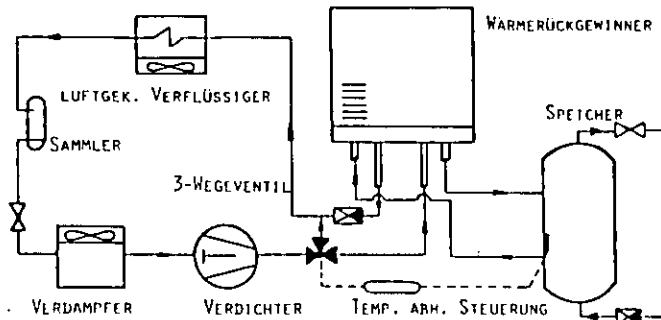


Bild 6: Brauchwassererwärmung mit Kondensationswärme.

Nr.	KÜHLANLAGE	VERFLÜSSIGUNGS- TEMPERATUR	RÜCKGEWINNBARE HEIZWASSERTEMP.	1) bei Dhlheizung			
				BETRIEBSKOSTEN PRO TAG			
	WR. = WÄRMERÜCKGEM.	t_c °C	t_{WR} °C	KÜHLUNG	EL. ZUSATZ- HEIZUNG	GESAMT- KOSTEN	I
				DM	DM	DM	
1	o. WR./WASSER ELEKTR. AUFGEM.	35	---	5.52	3.60	9.10	125
2	MIT WR./NUTZUNG DER KONDENSATOR- ABWÄRME	35	30	5.52	1.80	7.32	100
3	MIT WR./NUTZUNG ÜBERHITZUNGSWÄRME	35	40	5.52	0.90	6.42	88
4	WIE UNTER 2) ABER ERHÖHTES t_c	55	50	9.62	---	9.62	132
5	WIE UNTER 4) ABER NUR FÜR LADEZEIT	55/35	50	6.07	---	6.07	83
6	ALTERNATIV MIT DLHEIZUNG	35	---	5.52	2.34 ¹⁾	7.86	107

Bild 7: Kostenverbrauch Wassere Erwärmung.

Wird zur Brauchwasserbereitung in den Kältekreislauf ein Speicher geschaltet, so sind bei entsprechender Betriebsweise auch die Kosten dieser Art der Brauchwassererwärmung durchaus interessant.

2.3 Klimaanlage

Klimatisiert werden in Neubauten von Krankenhäusern grundsätzlich die OP-Bereiche, die Intensiv-Pflege sowie teilweise Räume für Untersuchung und Behandlung. Sofern im Haus Räume für Forschung angeschlossen sind, werden diese, häufig speziellen Anforderungen rechnungstragend, klimatisiert. In neuerer Zeit wurden auch wieder Bettenbereiche mit einer Spitzenkühlung zur Vermeidung von Temperaturen von mehr als 26°C im Sommer gebaut.

Am häufigsten werden zur Klimatisierung zentrale Anlagen verwendet, deren Kühler mit kaltem Wasser von 6°C bei einer Erwärmung von 4 - 6 K gespeist werden. Die Erzeugung von Kaltwasser erfolgt meistens in zentralen Anlagen.

Bei der Sanierung alter Häuser, aber auch bei kleineren Neubauten, werden dezentrale Geräte mit direkter Verdampfung angewandt. Diese Geräte werden in aller Regel dort benutzt, wo keine besonderen Ansprüche an die Hygiene gestellt werden.

2.3.1 Kolben-, Schrauben- und Turbo-Kaltwassersätze

Bis etwa 500 kW werden Kolben-Kaltwassersätze verwendet. Entsprechend der im Krankenhaus erforderlichen hohen Betriebssicherheit werden Kaltwassersätze meistens als 2- oder Mehrkreis-Ausführungen eingesetzt. Jeder der Kältekreisläufe kann unabhängig voneinander betrieben werden, während an einem stillgelegten Kältekreis gegebenenfalls sogar Reparaturen durchgeführt werden können.

Turbo-Kaltwassersätze werden mit R 11 und R 12 arbeitend verwendet. Sie werden gleichfalls fertig zum Anschluß geliefert und können stufenlos bis auf 10 % ihrer Leistung geregelt werden. In der Praxis wird man Leistung allerdings so wählen, daß ein Betrieb mit der minimalen Leistungsstufe nicht unbegrenzt lange stattfinden muß. Da bei Turbo-Kaltwassersätzen keine 2-Kreis-Ausführungen bekannt sind, wird man ohnehin die Leistung auf mehrere Einheiten, gegebenenfalls kombiniert mit Kolben-Kaltwassersätzen, verteilen.

Da der Trend zur Abwärmenutzung auch bei Turbo-Kaltwassersätzen unübersehbar ist, gewinnen Konstruktionen - bei denen ein Betrieb mit Verflüssigungstemperaturen von mindestens 45°C möglich ist - zunehmend an Bedeutung.

Zweistufige Maschinen, die darüber hinaus auch einen geringeren Energieverbrauch aufweisen, werden häufig bevorzugt. Unter diesen Bedingungen wird auch immer häufiger das Kältemittel R 12 angewendet.

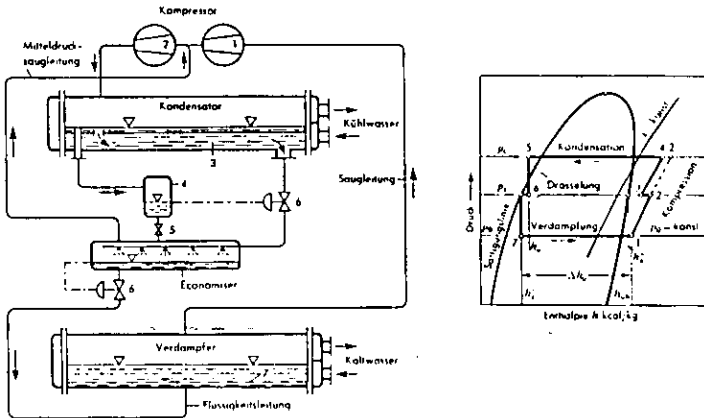


Bild 8: 2-stufiger Turbo-Kaltwassersatz

Schraubenverdichter-Kaltwassersätze werden meistens im Leistungsbereich zwischen Kolben- und Turbo-Kaltwassersätzen eingesetzt. Moderne Konstruktionen zeichnen sich durch hohe Laufruhe und eine ausgezeichnete, stufenlose Regelung bis auf wenige Prozent ihrer Nennleistung aus.

2.3.2 Absorptions-Kaltwassersätze

Absorptions-Kaltwassersätze sind betriebssicher, geräuschlos und gut regelbar (bis 10%). Sie sind, bei der Spezifik des Krankenhausbetriebes, häufig wirtschaftlich einzusetzen.

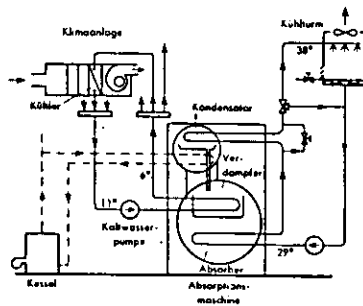
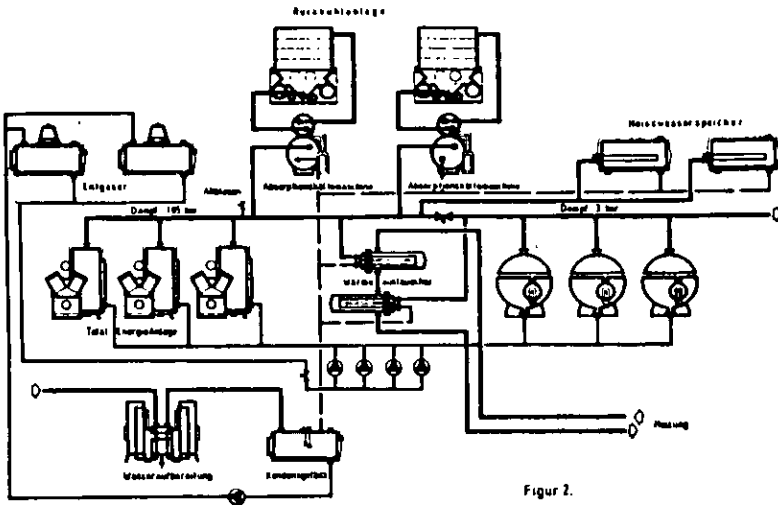


Bild 9: Klimaanlage mit Absorptions-Kältemaschine.

Besonders interessant wird öfter der Einsatz von Absorptions-Kaltwassersätzen in Verbindung mit einem BHKW.



Figur 2.

Bild 10: Absorptions-Kältemaschine in Verbindung mit BHKW

3. Anforderungen

Die Kälteanlagen der Krankenhäuser unterliegen in einigen Punkten besonders hohen Anforderungen:

Hygiene: insbesondere dann wichtig, wenn Teile des Kältekreislaufs, z. B. bei direkter Verdampfung, unmittelbar im gekühlten Luftstrom untergebracht sind. Flexible Teile an den Kältemittelleitungen sollten ein Reinigen der Apparate ermöglichen.

Auch außerhalb des gekühlten Gutes liegende Bauteile, wie z.B. Wasserauffangschalen von Kühltürmen, sollten erhöhten Anforderungen an Sauberkeit und Hygiene gerecht werden.

Betriebssicherheit: Der Betriebssicherheit ist im Krankenhausbetrieb besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Gewählte Maschinen und Geräte sollten robust sein. Eine Einteilung in mehrere, gegeneinander austauschbare Anlagen oder Anlagenteile, sollte einen sicheren Betrieb auch bei möglichen Störungen gewährleisten. Der Verwendung einfacher, robuster und qualitativ hochwertiger Apparate, Geräte und Werkstoffe ist der Vorzug zu geben.

Unfallsicherheit: Für den Bau von Kälteanlagen gelten eine Reihe von Vorschriften und Normen. Zu erwähnen sind die DIN 8975 - Sicherheitstechnische Grundsätze für Bau, Ausrüstung und Aufstellung von Kälteanlagen - Diese Norm ist jedoch teilweise in Neubearbeitung. Uneingeschränkt gültig und allen anderen Normen und Vorschriften übergeordnet ist die Unfallverhütungsvorschrift VBG 20, Kälteanlagen. Die Unfallverhütungsvorschrift regelt alle Fragen der Sicherheit sowohl beim Bau, als auch beim Betrieb von Kälteanlagen. Die besonderen Bedingungen im Krankenhaus sind dort berücksichtigt. Zusammen mit der VBG 20 gelten Durchführungsanweisungen vom Dezember 1977.

Literatur

1. R.Plank
Handbuch der Kältetechnik
Band 9 und 11
2. Lehrbuch der Kältetechnik
Band 1 und 2
Verlag C.F.Müller, Karlsruhe
3. Pohlmann
Taschenbuch für Kältetechniker

4. H. Wadzinski
Linde-Gleitbahn-Gefrieranlagen für die
Lebensmittelindustrie
Mitteilungen der Linde AG

5. Recknagel-Sprenger
Heizungs-, Lüftungs-Klima-Handbuch

Wadzinski, H., Dipl.-Ing. Ingenieurgesellschaft
ZIMMERMANN + SCHRAGE, Mannheim, Steubenstr. 20/24

MÖGLICHKEITEN DER ABWÄRMENUTZUNG AUS KÄLTEANLAGEN

von G. Back, Offenbach

Unter den Energiesparmaßnahmen nimmt die Wärmerückgewinnung aus industriellen Prozessen, Lüftungsanlagen und Kälteanlagen einen bedeutenden Platz ein.

Aufgabe dieser Ausführungen soll es sein, Betreiber von Kälteanlagen eine kurze Übersicht über die wichtigsten Möglichkeiten der Abwärmenutzung aus Kälteanlagen zu beschreiben.

1. Definitionen

1.1 Wärmepumpen

Auch wenn diese Anlagen bzw. Systeme weitgehend mit einem Kältekreislauf identisch sind, so ist jedoch ihre primäre Aufgabe nicht die Kälteleistung, sondern die optimale Ausnutzung der Verflüssigerwärme.

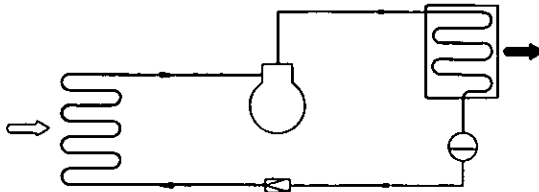


Abb. 1.1

1.2 Kälteanlage

Die primäre Aufgabe der Kälteanlage ist die optimale Ausnutzung der Kälteleistung. Die dem Kühlgut entzogene Wärme plus der Kompressionswärme wird als Abfallprodukt nicht genutzt.

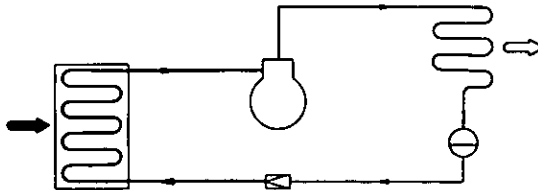


Abb. 1.2

1.3 Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung

Die primäre Aufgabe dieser Anlagen bleibt die optimale Ausnutzung der Kälteleistung. Die im Verflüssiger anfallende Wärme aus dem Kühlgut plus der Kompressionswärme soll genutzt werden, ohne daß die Wirtschaftlichkeit der Kälteanlage beeinträchtigt wird.

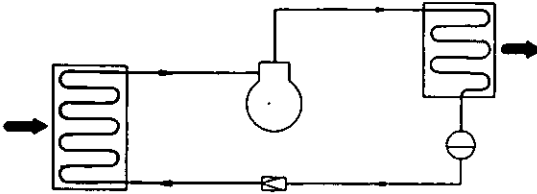


Abb. 1.3

2. Der Kältekreislauf

Abb. 2.1 zeigt ein einfaches Kälteanlagenschema, bestehend aus Verdichter, Verflüssiger, Sammler, Expansionsventil und Verdampfer.

Das verdampfende Kältemittel entzieht dem Kühlgut Wärme. Der Verdichter saugt den Kältemitteldampf ab und fördert ihn unter Druck- und Temperaturanstieg in den Verflüssiger. Im Verflüssiger wird die dem Kühlgut entzogene Wärme plus der Kompressionswärme an Luft oder Wasser abgeführt. Im Anfang der Verflüssigerstrecke (D - E) wird die Überhitzungswärme abgeführt. Die Temperatur fällt dabei von etwa 50 K über bis auf die Verflüssigungstemperatur. Im weiteren Verlauf des Verflüssigers (E - A) wird das Kältemittelgas verflüssigt und auf der Strecke A - A1 unterkühlt.

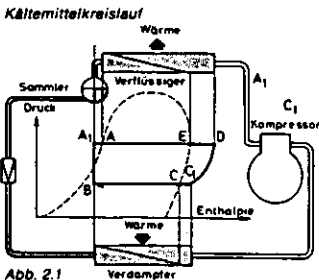


Abb. 2.1

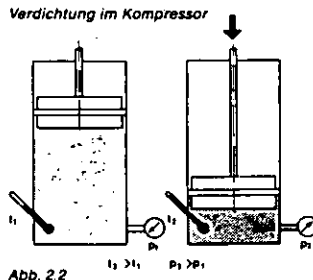


Abb. 2.2

Über den Sammler gelangt die Kältemittelflüssigkeit zum Expansionsventil, in dem es vom Verflüssigungsdruck auf Verdampfungsdruck entspannt wird. Das nun unter Verdampfungsdruck stehende Kältemittel nimmt im Verdampfer Wärme auf, verdampft und wird wieder vom Verdichter abgesaugt.

3. Verflüssiger

Die im Verflüssiger anfallende Wärme kann u.U. direkt und komplett genutzt werden. Überwiegend wird jedoch ein Zusatz-Verflüssiger eingebaut. Sie arbeiten wie normale Verflüssiger und können die Wärme als Lufterhitzer zur Raumerwärmung an das Medium Luft abgeben oder an das Medium Wasser zur Brauch- oder Heizungswassererwärmung. Der Normal-Verflüssiger wird so ausgelegt, daß er die gesamte anfallende Wärme abführen kann, falls kein Wärmebedarf am Zusatz-(Wärmerückgewinnungs-)Verflüssiger vorliegt.

Verflüssiger direkt im Warmwasserbehälter angeordnet

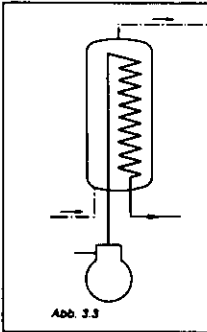


Abb. 3.3

Doppelmantel des Warmwasserbehälters als Verflüssiger

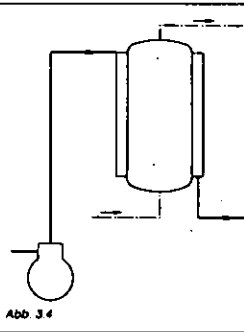


Abb. 3.4

Separater Doppelrohrverflüssiger

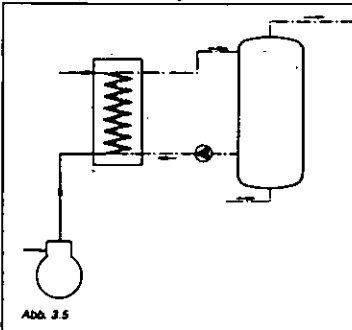


Abb. 3.5

Indirektes System

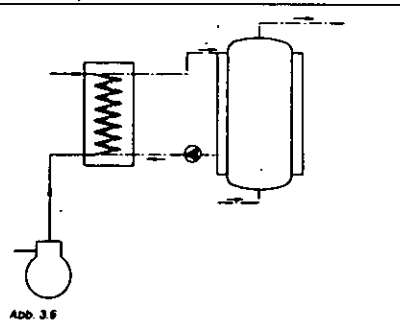


Abb. 3.6

4. Planung

Wichtig ist es, dem Kälte-Anlagenplaner soviel wie möglich Daten über die Leistung, Betriebsdauer bzw. Rhythmus, Wärmeangebot bei verschiedenen Verhältnissen wie Außentemperaturen und zeitlichem Ablauf für die Planung zur Verfügung zu stellen. Genauso wichtig sind die Angaben über den Wärmeverbrauch in Abhängigkeit von Außentemperaturen und Zeit.

Diese Kenntnisse sind entscheidend für die Wahl des Systems, Auslegung der Komponenten und die Wirtschaftlichkeit sowohl für die Kälte- wie auch die Heizungsseite der Anlage.

5. Systeme

Kälteanlagen mit Wärmerückgewinnung können in 3 Grundsysteme aufgeteilt werden.

5.1 - Wärmerückgewinnungsanlage mit einem Verflüssiger -

Voraussetzung für die Verwendungsmöglichkeit dieses einfachen, problemlosen, betriebssicheren, preiswerten Systems ist, daß der Wärmebedarf ständig vorhanden und gleich oder größer als die Verflüssigerleistung ist.

Bei variablem Wärmebedarf oder kleinerem Wärmebedarf als die Verflüssigerleistung müssen mindestens zwei Verflüssiger, also Normal- und Wärmerückgewinnungsverflüssiger vorhanden sein, wobei der Normalverflüssiger so bemessen sein muß, daß er gegebenenfalls die gesamte Verflüssigerwärme abführen kann. Die Schaltung der Verflüssiger kann in Serie oder parallel erfolgen.

5.2 - Wärmerückgewinnungsanlage mit seriengeschalteten Verflüssigern -

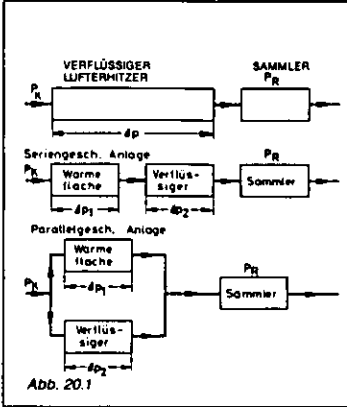
Dieses am häufigsten eingesetzte System garantiert die optimale Ausnutzung der Überhitzungswärme und ist besonders geeignet, wenn die Warmwassertemperatur über der Verflüssigertemperatur liegen soll. Verschiedene Druckabfälle in den Verflüssigern geben keine Probleme.

5.3 - Wärmerückgewinnungsanlage mit parallelgeschalteten Verflüssigern -

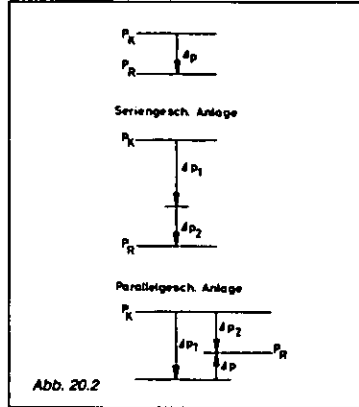
Der Hauptvorteil liegt in der Möglichkeit, mehrere Wärmerückgewinnungsverflüssiger zu verwenden. - Es können keine höheren

Luft- oder Wassertemperaturen als die Verflüssigungstemperatur erreicht werden. -

Verschiedene Anlagenbauarten



Druckabfall bei verschiedenen Anlagenbauarten



Durch unterschiedliche Druckabfälle und Belastungen der einzelnen Verflüssiger besteht die Gefahr von Flüssigkeitsanstauung in einem der Verflüssiger, wenn nicht eine entsprechende Gefällhöhe zwischen Verflüssiger und Sammler vorhanden ist.

6. Wahl der Verflüssigungstemperatur

Wie bereits erwähnt, muß die primäre Aufgabe der Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung die Abkühlung einer Ware oder eines Mediums bleiben. Da die Verflüssigungstemperatur einen Einfluß auf die Verdichterleistung und Leistungsaufnahme des Verdichters hat, sollte sie nicht höher als erforderlich gewählt werden. Mit steigender Verflüssigertemperatur sinkt die Verdichterleistung, steigt der Leistungsbedarf des Verdichters, d.h. also höherer Energiebedarf durch längere Laufzeiten und größere Stromaufnahme. Wenn Heizmitteltemperaturen erforderlich sind, die über den normalen Verflüssigungstemperaturen liegen, so besteht die Möglichkeit, diese mit der Überhitzungswärme (ca. 25 bis 50 K über Verflüssigungstemperatur und etwa 10 - 15 % der Verflüssigerleistung) zu erreichen. Diese und weitere Möglichkeiten sind in

den folgenden Beispielen aufgeführt. Die Daten der Kälte- und Brauchwasseranlage sind in Tab. 6.1 aufgeführt.

Übersicht 1:

Kältebedarf 100.000 kcal/24 h	Verflüssigungstemperaturen	
	35°C	55°C
Kompressorleistung	10,7 kW (9.300 kcal/h)	7,3 kW (6.600 kcal/h)
Leistungsaufnahme	3,3 kW	4,1 kW
Verflüssigerleistung	14,0 kW (12.140 kcal/h)	11,4 kW (10.130 kcal/h)
Laufzeit	10,8 h/24 h	15,2 h/24 h
Druckgastemperatur	50°C	75°C

Übersicht 2:

Brauchwasserbedarf	
Größe des Warmwasserbehälters	500 l
Wasser-Eintrittstemperatur	10°C
Wasser-Austrittstemperatur	50°C
Gemessener Brauchwasserbedarf	500 l/24 h
Erforderliche Heizleistung	23 kWh/24 h (20.000 kcal/24 h)

Vier Möglichkeiten zur Erwärmung des Brauchwassers wurden verglichen, wobei die errechnenden Kosten keine Verzinsung, Abschreibung und Wartung berücksichtigen.

Lösung A: Wassererwärmung durch Elektroboiler.

Lösung B: Kälteanlage arbeitet mit normaler Verflüssigungstemperatur von +35 °C. Wassererwärmung von +10 °C auf +45 °C durch Ausnutzung der Überhitzungswärme. Zusätzliche Elektroheizung erwärmt das Wasser von +45 °C auf +50 °C.

Vergleich der verschiedenen Lösungen

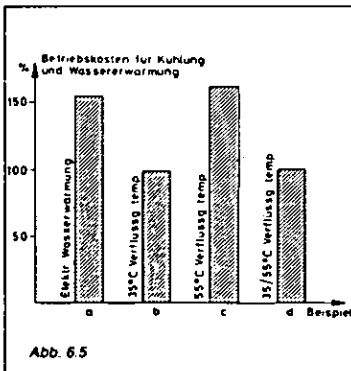


Abb. 6.5

Zusammenfassung:

Beispiel	Anlagendaten	Gesamtkosten	
		DM/je 24 Std.	%
a	Verflüssigungstemp. 35°C Wassererwärmung von 10 bis 50°C durch Elektroheizung	8,84	153
b	Verflüssigungstemp. 35°C Nutzung d. Überhitzungswärme Wassererwärmung von 45 bis 50°C durch Elektroheizung	5,78	100
c	Verflüssigungstemp. 55°C Keine Zusatzbeheizung d. Wassers	9,35	161
d	Wechsel zwischen 35 und 55°C Verflüssigungstemp. Keine Zusatzbeheizung d. Wasser	5,85	101

Aus dem Beispiel c geht deutlich hervor, dass ein Betrieb mit konstant hoher Verflüssigungstemperatur unwirtschaftlich ist.

Lösung C: Kälteanlage fährt mit ständig auf +55 °C erhöhter Verflüssigungstemperatur. Wassererwärmung im Zusatzverflüssiger durch Ausnutzung der kompletten Verflüssigungswärme von +10 °C auf +50 °C.

Lösung D: Wassererwärmung von +10 °C auf +50 °C über die komplette Verflüssigungswärme bei einer zeitweisen Anhebung der Verflüssigungstemperatur auf +55 °C und danach wieder absenken auf den normalen Wert von +35 °C.

Abschließend kann gesagt werden: Viele sinnvoll ausgeführte Kälteanlagen mit Wärmerückgewinnung aller Leistungsgrößen haben bewiesen, daß die Nutzung dieser Abfallwärme wirtschaftlich interessant ist, betriebssicher ist und einen Beitrag zur Energieeinsparung leisten kann.

Literatur: Handbuch über Kälteanlagen mit Wärmerückgewinnung,
Danfoss A/S Nordborg

G. Back
Danfoss GmbH
Carl-Legien-Straße 8-10
6050 Offenbach/Main

(069) 89020 —

(06104) 6980

6056 Heusenstamm
Kleiner Seeligerstädter
Grund 1

Danfoss Wärme- & Kälteanlagen
GmbH

Abwärmenutzung aus Kälte am Beispiel eines Krankenhauses.

Dipl.-Ing. M. Stein, Hannover

Vollständiger müßte das Thema lauten:

"Neuordnung der Wärmeversorgung eines Krankenhauses unter Einbeziehung von Umweltwärme und Abwärme aus einem externen Kälteprozeß".

Im Jahre 1977 wurde der Planungsauftrag zur Sanierung eines Landeskrankenhauses erteilt.

Danach sollten neben der Grundinstandsetzung erhaltenswerter Altgebäude mehrere Neubauten in 3 Bauabschnitten errichtet werden.

Aus dem Bild 1 ist die städtebauliche Gesamtsituation erkennbar. Vorhanden waren 16 Altbauten mit 6 Heizzentralen und 14 Kesseln, die mit Koks, Kohle, Öl und Gas befeuert wurden. In der Vergangenheit wurden schon Zentralen zusammengelegt, alle 6 Zentralen befanden sich dennoch in einem sehr schlechten Zustand. Es stand außer Frage, daß die Wärmeversorgung neu geordnet werden mußte. Dabei mußte Rücksicht auf den Standort in der Stadtmitte innerhalb einer Grünzone genommen werden. Für die im Modell dargestellte Planung (Bild 2) wurde ein Gesamtwärmebedarf für alle 3 Bauabschnitte mit

6 MW

ermittelt.

Für den 1. und 2. BA müssen insgesamt

3,5 MW

für die Belange des Krankenhauses bereitgestellt werden (Bild 3), wobei der WW-Bereitung nicht berücksichtigt wurde.

Als Verbraucher treten auf:

- a) NDD-Verbraucher (Küche und Desinfektion)
- b) statische und dynamische Heizung
- c) Brauchwarmwasser

Als Betriebstemperaturen sind vorgesehen:

- a) Fernheizung 90/45°C (Vorlauf gleitend)
- b) Heizung 70/50°C
- c) Lüftung 70/40°C
- d) Brauchwarmwasser 55/35°C

Unter Einbeziehung eines weiteren Verbrauchers (das städtische Höltygymnasium) mit

950 kW

ergab sich ein Gesamtwärmebedarf von

4.450 kW ,

von denen

2.550 kW

mit Heizkesseln erzeugt werden. Als Energieträger ist hierfür Gas vorgesehen, Reserve ist Öl. Aus dieser Zentrale werden ständig die NDD-Verbraucher versorgt.

Der Restwärmebedarf von

1.800 kW

wird nach dem Vergleich verschiedenen Alternativen über Blockheizkraftwerke und Eltwärmepumpen auf elektrischer Welle und mit Gaswärmepumpe gedeckt.

Aus der Forderung der elektrischen Energieversorgung nach einem Notstromaggregat ergab sich folgende Aufteilung dieser Leistung:

a) 1 Gaswärmepumpe	~ 600 kW _{th}
b) 2 Elektrowärmepumpen	~ 900 kW _{th}
c) 2 Blockheizkraftwerke	~ 300 kW _{th}
	<hr/>
	1.800 kW _{th}

das entspricht etwa 40% Leistungsanteil bezogen auf 4.500 kW. Unter Anlehnung an die VDI 2067 ergibt sich eine Jahresarbeit von

8.584 MWh/a,

d.h. also rd. 1.925 Volllastnutzungsstunden. (Bild 4)

Als Entzugsmedium für die Wärmepumpen wurde zuerst Luft untersucht.

Wegen der großen Luftmenge von 260.000 m³/h bei einem Δt von 5 K wurde eine Beeinträchtigung des Mikroklimas (alter Baumbestand) nicht ausgeschlossen, so daß diese Lösung verworfen wurde.

Das Fließchen "Beeke" mit einer durchschnittlichen Wassermenge von 280 m³/h und einer mittleren Temperatur von 10°C erlaubt bei einem Δt von 2,5 K einen Wärmeentzug von ~814 kW. Desweiteren wurde die Abwärme aus dem Wirtschaftsgebäude und aus deren Kühlräumen einbezogen.

Eine wesentliche Erweiterung der technischen Konzeption bedeutete die Möglichkeit, Abwärme aus der Produktion der Firma Langnese - Iglo in Wunstorf auszuschleusen. Dabei handelt es sich um die frei werdende Kondensationswärme aus der Produktion von Tiefkühlkost.

Bei der Bereitstellung dieser Kondensationswärme geht die Fa. Iglo davon aus, daß die Kondensationstemperatur durchschnittlich von 27°C auf 24°C gesenkt werden kann.

Die frei werdende Kondensationswärme beträgt max. 3.000 kW, min. 1.800 kW.

Leider produziert die Fa. Iglo werktags nur von 5.00 Uhr bis 1.00 Uhr des nächsten Tages und auch nicht samstags und sonntags. Auch müssen die Feiertage überbrückt werden.

Als Teilersatz kann dafür die Kondensationswärme aus den Kühlhäusern der Fa. Iglo angesehen werden, die im Mittel 350 kW ausmacht.

Im Bild 5 ist dargestellt, daß die Abwärme der Fa. Iglo über eine Soleleitung (Glykol) in geschlossenen Kreislauf zur Heizzentrale übertragen wird. (Bild 6)

Über diesen Kreislauf ist ebenfalls die Beeke angeschlossen. Auch die Abwärme aus dem Wirtschaftsgebäude sowie aus den Kühlanlagen fließen diesem Kreislauf zu.

Erwähnt werden muß an dieser Stelle, daß zur Verbesserung des Teillastverhaltens ein 20 m³-Speicher vorgesehen ist, der ab einer unteren Grenze von 45°C wieder geladen wird und eine maximale Kapazität von 592 kWh bei 70°C erreicht.

In der Sommermonaten muß tagsüber und nachts mit längeren Stillstandszeiten der Wärmepumpen gerechnet werden. Die in Kühl- und Wirtschaftsräumen anfallende Wärmemenge wird dann von Glykolkreislauf aufgenommen, dessen Gesamtvolumen von 80 m³ und die große an das Erdreich grenzende Rohroberfläche für ausreichende Wärmeabgabe sorgt.

Aus dem Diagramm A geht die vorgesehene Betriebsweise hervor, das Diagramm B zeigt die Einbindung der BHKW's in den Elt-Versorgung.

Die Jahresdauerlinie (Diagramm C) zeigt die Gesamtjahresarbeit aus Bild 4 im Diagramm.

Erkennbar ist die durch Wärmepumpen und Blockheizkraftwerke erbrachte Jahresarbeit von

$$\underline{6.653 \text{ MWh/a} \hat{=} 77,5\%}$$

Dabei ist selbstverständlich die Wärme des Motors und der Abgase berücksichtigt. Die Kessel haben dabei noch

$$\underline{1.931 \text{ MWh/a} = 22,5\%}$$

Arbeit zu leisten.

Der dafür erforderliche Energiebedarf beträgt

für die GWP u. BHKW's	-	<u>3.760 MWh/a</u>
für die Kessel	-	<u>2.140 MWh/a</u>
Gesamt		5.900 MWh/a *****

Bei dem oben aufgeführten Gesamtwärmebedarf von

$$\underline{4.500 \text{ kW}}$$

wäre der Brennstoffbedarf für eine Versorgung allein mit Gas/Öl-Kesseln unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades

$$\underline{9.500 \text{ MWh/a.}} \quad (\text{Primärenergieeinsatz})$$

Die Einsparung beträgt also

3.600 MWh/a \approx 38%

oder

rd. 360.000 l Öl (Bild 8).

Als zusätzliche Investitionen sind für Wärmepumpen, Soleleitungen von der Fa. Iglo, Beekeeinlauf mit Wärmetauscher und Tauscher, Leitungen aus den Wirtschaftsgebäuden einschließlich diverser Maßnahmen zusammen

1.580.000,-- DM

ermittelt. (Bild 9)

Im Bild 10 sind die Jahreskosten verglichen. Es ergeben sich Einsparungen bei den verbrauchsverbundenen Kosten von

rd. 270.000,-- DM.

Bei den Jahresgesamtkosten (Bild 10. u. 11) wird für die energiesparende Lösung ein Minderbetrag von

rd. 55.000,-- DM

erwartet.

Diese Einsparungen sind auf der Energiepreisbasis von 55,--DM/MWh berechnet. Prognostiziert man für 1982 75,--DM so ergeben sich Einsparungen von

rd. 91.000,-- DM.

Der E - Faktor liegt bei

439,-- DM

E	·	<u>Investition</u>	·	<u>1,58 Mio DM</u>
		Einsparung		3.600 MWh/a

Mit der dargestellten Anlagenkonzeption werden bereits ab Inbetriebnahme Einsparungen erzielt.

Die dargestellte Versorgung wird auch in Hinblick auf das Sicherheitsbedürfnis eines Krankenhauses als besonders gesichert angesehen. Die Versorgung steht auf mehreren Beinen und selbst die Produktionspausen im Bereich der Fa. Iglo oder das Einfrieren der Beeke schränkt diese Sicherheit nur unbedeutend ein.

Darüberhinaus zeigt diese Lösung auch, daß die Zusammenarbeit zwischen Land, Kommune und Industrie zu wirtschaftlichen Vorteilen für alle Beteiligten führen kann.

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Manfred Stein

Dezernent für Betriebstechnik

c/o Bezirksregierung Hannover

Waterlooplatz 11

3000 Hannover 1

Wirtschaftlichkeitsfragen zur Kälteversorgung -
Möglichkeiten der Absorptionskältemaschine

von H. Loewer, Hamburg/Karlsruhe

1. Historisches

Absorptions-Kältemaschinen haben sich in der Geschichte der Kältetechnik sehr wechselvoll entwickelt. Der physikalische Gedankengang der Kälteerzeugung nach dem Absorptionsprinzip ist älter als der der Kühlanlage nach dem Kompressionsprinzip und geht zurück auf erste Versuche in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts.

Die von Carré 1850 erfundene kontinuierliche Absorptions-Kältemaschine - vorwiegend betrieben mit dem Stoffpaar Ammoniak/Wasser - stellte mehrere Jahrzehnte die einzige industriell brauchbare Kältemaschine dar, bis zu Beginn des "Maschinenzeitalters" (etwa 1870) Carl von Linde die Kompressions-Kältemaschine entwickelte und damit die Absorptions-Kältemaschine für lange Zeit in den Hintergrund trat. Allerdings sind die physikalischen Grundlagen der Absorptionsmaschine bedeutend komplizierter als die der Kompressionsmaschine und wurden auch relativ spät geklärt und geordnet dargestellt.

So begann erst zu Beginn der dreißiger Jahre dieses Jahrhunderts in größerem Umfang der Bau von Absorptions-Kältemaschinen für den Einsatz in der Großkältetechnik und in Kühlschränken. Etwa zur gleichen Zeit wurden aber mit den Fluorkohlenwasserstoffen für die Kompressions-Kältemaschine hervorragend geeignete Kältemittel gefunden, die dem in der Absorptions-Kältemaschine vorwiegend eingesetzten Ammoniak in sicherheitstechnischer Hinsicht überlegen waren. Außerdem wirkte hemmend auf die weitere Entwicklung der Absorptions-Kältemaschine der gegenüber der Kompressions-Kältemaschine vergleichsweise hohe Energieverbrauch bei entsprechend erhöhtem Kühlmitteldurchsatz.

Damit wurde der Einsatz der Absorptions-Kältemaschine auf spezielle Anwendungsfälle beschränkt, wie z. B. mit dem Stoffpaar NH_3 /Wasser in der Verfahrenstechnik und bei kleinsten Leistungen in der Lebensmittelkühlung (Kühlschrank) bzw. mit Wasser als Kältemittel und der wässrigen Lithiumbromid-Lösung als Lösungsmittel für die Kälteversorgung in der Klimatechnik. Diese LiBr-Absorptions-Kältemaschine konnte mit einer von den USA ausgehenden Entwicklung nach dem zweiten Weltkrieg in der Klima-Kältetechnik trotz der genannten Nachteile bezüglich Energie- und Kühlwasserverbrauch einen hohen Marktanteil erreichen. Dies ist besonders darauf zurückzuführen, daß die Absorptions-Kältemaschine als Antriebsenergie Wärme auf einem relativ niedrigen Temperatur-Niveau benötigt und somit u. a. auch Abwärme thermodynamischer Prozesse zur Kälteerzeugung eingesetzt werden kann.

Die einschneidenden Veränderungen der Energiesituation in den letzten 10 Jahren haben auch für den Einsatz der Absorptions-Kältemaschine eine gewisse Bedeutung. Dabei sind insbesondere folgende Fragen von Interesse:

- Stellen Absorptions-Kältemaschinen großer Leistung in bestimmten Anwendungsfällen heute unter der besonderen Berücksichtigung der Energiesituation weiterhin eine Alternative zur Kompressions-Kältemaschine dar?
- Lassen sich Anwendungs- und Leistungsbereiche angeben, in denen die Absorptions-Kältemaschine der Kompressionsmaschine technisch oder wirtschaftlich überlegen ist?
- Wie ist die Entwicklung der Absorptions-Kältemaschine im Hinblick auf die Realisierung der "Solar-Kühlung" zu sehen?
- Ist zu erwarten, daß die Absorptionstechnik wesentliche Impulse von der Entwicklung der Sorptions-Heizwärmepumpe erhalten wird und in welchem Umfang könnte die Absorptions-Kältemaschine davon profitieren?

2. Einsatzmöglichkeiten der Absorptionskältemaschine

Wesentliche Vorteile der Lithiumbromid-Absorptionsmaschine, die speziell für die Anforderungen der Klimatechnik entwickelt wurde, sind der praktisch geräuschlose und vibrationsfreie

Betrieb und die relativ einfache Leistungsregelung im Bereich von 0 bis 100 %, auf die es in der Klimatechnik durch den von Außentemperatur und Sonneneinstrahlung abhängigen und stark schwankenden Kältebedarf sehr ankommt.

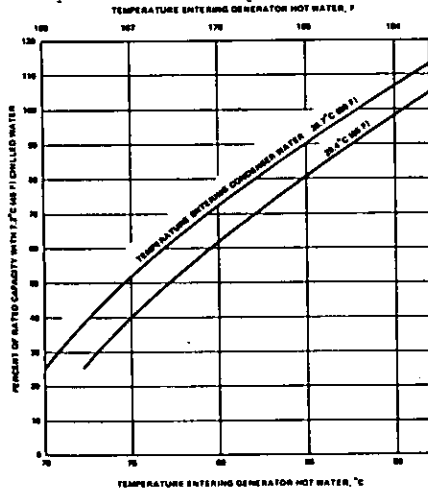
Als Nachteile der Absorptionsmaschine sind der relativ hohe Energieverbrauch und die hohe Kondensatorleistung mit dem dadurch bedingten großen Kühlwasserverbrauch zu nennen. Dafür wird aber als Antriebsenergie für die Absorptionskältemaschine Energie geringerer Wertigkeit als für die Kompressionskältemaschine benötigt, nämlich Wärme auf einem relativ niedrigen Temperaturniveau. Deshalb muß der Energieaufwand für eine Absorptionskältemaschine im Rahmen einer gesamtwärmewirtschaftlichen Bilanz beurteilt werden. Das bedeutet, daß ein wirtschaftlicher Betrieb bei Absorptionsmaschinen durchaus dann gegeben ist, wenn die Wärmelieferung durch Abwärme oder von einem bereits vorhandenen Kessel erfolgen kann, der sonst nur im Winter in Betrieb wäre. Solche Kessel oder ein Anschluß an die Fernwärmeversorgung sind bei Klimaanlageanlagen oft vorhanden und können im Sommer zum Antrieb der Absorptions-Kältemaschine verwendet werden. Der Gesamtwärmebedarf des zu klimatisierenden Gebäudes wird dadurch während des ganzen Jahres ausgeglichen, ein Umstand, der sich bei Fernwärmeversorgung günstig auf den Tarif auswirken und bei einer Einzelwärmeerzeugung die Amortisation des Wärmeerzeugers vorteilhaft beeinflussen kann.

Eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ist möglich durch die Kombination von Turbokompressions- und Absorptionsmaschinen. Diese Art der Kälteerzeugung empfiehlt sich dann, wenn Hochdruckdampf zum Antrieb einer Dampfturbine zur Verfügung steht. Der Abdampf der Turbine kann dann zur Beheizung des Austreibers einer oder mehrerer nachgeschalteter Absorptionskältemaschinen verwendet werden.

3. Solar-Kühlung

Die Nutzung der Solarenergie für die Kälteversorgung von Klimaanlageanlagen (Solar-Kühlung) bietet sich besonders wegen der

Es wurden Maschinen speziell für den Antrieb durch ein Sonnenkollektorsystem entwickelt. Dabei gelang es, die Austreiberstufe so zu konstruieren, daß bereits Warmwasser von etwa 75 °C als Antriebsenergie genügt. Die Kälteleistung der Maschine geht dabei auf ca. 30 % der Nennleistung zurück (Bild).



Die Kälteleistung solarbeheizter Absorptionskältemaschinen in Abhängigkeit von der Heizmitteltemperatur (nach [11])

Die LiBr-Maschine ist wassergekühlt, was im Normalfall den Einbau eines zusätzlichen Rückkühlwerks für die Kühlwasser-Rückkühlung erfordert. LiBr-Absorptions-Kältemaschinen können wegen der Kristallisationsgefahr der Salzlösung nur wassergekühlt betrieben werden. Die Kondensator-Absorber-Kühlung mit Wasser mit der damit verbundenen Kühlwasser-Rückkühlung des Wassers stellt für den Bereich kleiner Leistungen (residential) eine recht aufwendige Lösung dar. Die Luftkühlung ist aber nur mit dem Stoffpaar Ammoniak/Wasser in der Absorptionsmaschine realisierbar.

4. Freikühlung

Die sogenannte "freie Kühlung" kann bei Kältemaschinen immer dann angewendet werden, wenn aufgrund niedriger Außentemperaturen die Kühlwassertemperatur unter der Kaltwasser-Vorlauf-Temperatur liegt. Dabei kann der Betrieb der Kältemaschine ohne oder mit nur geringer Antriebsenergie durchgeführt werden.

Dieses Freikühlprinzip ist auch bei Absorptionskältemaschinen anwendbar, und zwar lassen sich hier bis zu 60 % der maximalen Kälteleistung mit einem Dampfverbrauch von nur 2 % erreichen. Die Kühlwassereintrittstemperatur muß hier 10 °C oder weniger betragen. Die Absorptionskältemaschine wird dann als einfacher Wärmeaustauscher genutzt, der Kaltwasser von 13 °C und darunter (je nach Kühlwassertemperatur) liefert.

Im Gegensatz zur normalen Betriebsweise der Absorptionskältemaschine wird bei der Freikühlung der Kältemitteldampf nicht im Kondensator sondern im Absorber kondensiert. Das kondensierte Kältemittel wird gesammelt und der Kältemittelpumpe zugeführt. Die Pumpe fördert das Kältemittel zu den Sprühdüsen, wo es versprüht wird, um wieder das Kaltwasser abzukühlen. So ist der Kreislauf geschlossen. Ein Teil des dampfförmigen Kältemittels wird durch die Lithiumbromid-Lösung absorbiert, wie während des normalen Kühlprozesses. Um diese Kältemittelabsorption durch Vorhalten einer hohen Lösungstemperatur einzuschränken werden 2 % des normalen Dampfverbrauches benötigt. Dadurch wird auch das Kältemittel fortwährend gereinigt.

5. Zweistufige Absorptionskältemaschine

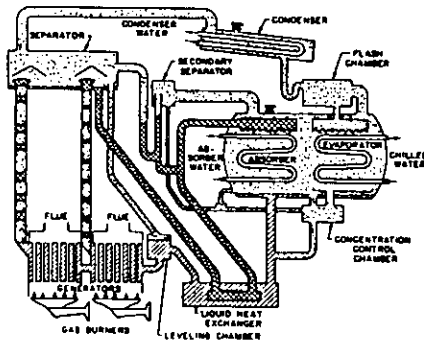
Eine Weiterentwicklung der Lithiumbromid-Absorptionskältemaschine in Einkessel-Bauweise stellt die zweistufige Maschine dar. Wesentliches Kennzeichen dieser Konstruktion ist der Effekt, daß der in der ersten Austreiber-Stufe ausgetriebene Wasserdampf als Heizmittel für eine zweite Austreiber-Stufe dient, bevor er im Kondensator verflüssigt wird.

Diese Zweistufen-Schaltung führt zu einer Energieeinsparung

auf der Heizseite und zu einem verminderten Kühlwasserbedarf im Kondensator in der Größenordnung von etwa 25 bis 30 %. Allerdings ist zur Beheizung der ersten Stufe ein Heizmittel mit einer wesentlich über 100 °C liegenden Temperatur erforderlich, damit in der zweiten Austreiberstufe noch ein ausreichendes Temperaturgefälle vom überhitzten Kältemitteldampf zur Lösung vorhanden ist. Nach Werksangaben beträgt der Betriebsdampfdruck 8 bis 10 bar Überdruck entsprechend einer Temperatur von 170 bis 180 °C.

6. Absorptionskältemaschine kleiner Leistung

LiBr-Absorptionskältemaschinen kleiner Leistung (10 bis 90 kW Kälteleistung) dienen der Kälteversorgung kleiner Klimaanlage ("residential" oder "small commercial"). Diese Maschinen können - wie die großen - mit Dampf und Heißwasser beheizt oder mit Gas- oder Ölbrenner direktbefeuert werden (Bild). In diesem Leistungsbereich kann auch auf eine Lösungspumpe verzichtet und der Lösungsumlauf durch Thermosyphon-Wirkung bewirkt werden.



Funktionsschema einer direkt-befeuertem LiBr-Absorptionskältemaschine kleiner Leistung (nach [11])

Speziell für den Einsatz der Luftkühlung wurden Absorptionskältemaschinen kleiner Leistung (10 bis 18 kW Kälteleistung) mit dem Stoffpaar Ammoniak/Wasser entwickelt. Es handelt sich dabei um eine direkt mit Gas befeuerte Maschine, die für die Aufstellung im Freien konzipiert wurde. Die Maschine liefert Kalt-

wasser für den Kühler der Klimaanlage.

Literatur

- [1] Plank, R.: Amerikanische Kältetechnik, Teil II: Absorptionskältemaschinen für Klimaanlage. Kältetechnik 8 (1956), Nr. 10, S. 294-297.
- [2] Plank, R.: Handbuch der Kältetechnik. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York.
Band 7: Sorptions-Kältemaschinen 1959.
Band 12: Die Anwendung der Kälte in der Verfahrens- und Klimatechnik 1967.
- [3] Loewer, H.: Thermodynamische Eigenschaften und Wärmedigramme des binären Systems Lithiumbromid/Wasser. Kältetechnik 13 (1961), Nr. 5, S. 178-184.
- [4] Loewer, H.: Ein Verfahren zur Ermittlung der Leistungscharakteristiken von Absorptions-Kältemaschinen bei Klimaanlage. Kältetechnik 16 (1964), Nr. 7, S. 194-199.
- [5] Loewer, H.: Kälteversorgung für klimatechnische Anlagen, Heiz.-Lüft.-Haustechnik 16 (1965), Nr. 6, S. 209-214.
- [6] Hartmann, K.: Die Entwicklung der Lithiumbromid-Absorptionskältemaschine und ihr Einsatz in der modernen Kälte- und Klimatechnik. Der Kälte-Klima-Praktiker 11 (1972), Nr. 9, S. 280-286, Nr. 10, S. 324-329 und Nr. 11, S. 352-358.
- [7] Hartmann, K.: Ein neuartiges Regelsystem stabilisiert den Kreisprozess der Lithiumbromid-Absorptionskältemaschine. Die Kälte 1972, Nr. 3, S. 87-93.
- [8] Loewer, H.: Die Lithiumbromid-Absorptionskältemaschine zur Kälteerzeugung in der Klimatechnik. KI Klima- und Kälteingenieur 2 (1974), Nr. 9, S. 389-398.

- [9] Loewer, H.: Solar-Kühlung in der Klimatechnik. KI Klima- und Kälteingenieur 6 (1978), Nr. 4, S. 155-162.
- [10] ASHRAE Handbook - 1978 Applications: Cooling by Solar Energy, S. 58.20-58.26.
- [11] ASHRAE Handbook - 1979 Equipment. Chapter 14: Absorption Air Conditioning and Refrigeration Equipment. S. 14.1 - 14.8.
- [12] Kältemaschinen-Regeln. 6. Auflage Karlsruhe: C.F. Müller 1980.

Dr.-Ing. Harald Loewer

Professor an der Universität Hamburg

Von-Melle-Park 8

2000 Hamburg 13

Reinhold-Schneider-Str. 11

7500 Karlsruhe 51

Schäden in Kälteanlagen - Auftreten und Abwendung
K.-H. Gäfgen, Hannover

1) Funktion und Aufbau einer Kälteanlage

Die Erzeugung niedriger Temperaturen unter Einsatz von Verdichtungskälteanlagen beruht auf dem Prinzip, daß der zu kühlenden Stelle Wärme durch verdampfendes Kältemittel entzogen wird. Der Wärmeinhalt des zu kühlenden Mediums (z.B. Luft, Wasser, Sole) und der zu kühlenden Güter wird dadurch reduziert und die Temperatur abgesenkt.

Die im Kältemitteldampf enthaltene zuzüglich der durch den Verdichtungs Vorgang indizierte Wärme wird am Verflüssiger nach außen abgegeben.

Für den Betrieb einer Kälteanlage sind also Verdampfer, Verflüssiger, Verdichter mit Antrieb, entsprechende Regelorgane und Leitungen sowie Kältemittel als umlaufender Stoff erforderlich. Das Kältemittel als Wärmemengenträger nimmt Wärme bei niedrigem Niveau durch die Zustandsänderung von flüssig in Dampf - verdampfen, Aufnahme von latenter Wärme - auf, der Verdichter transportiert diese Wärme auf ein höheres Temperaturniveau.

Bei diesem hohen Temperaturniveau wird die Wärme wiederum durch Zustandsänderung von Dampf in Flüssigkeit - verflüssigen, Abgabe von latenter Wärme - plus der der Verdichtungsarbeit äquivalenten Wärmemenge an die Umgebung abgegeben.

Durch den Wärmefluß werden die Austauscher gekennzeichnet.

An der Kühlstelle fließt die Wärme von einem hohen Temperaturniveau zum Verdampfer hin. Am Verflüssiger wird die Wärme von dem höheren Temperaturniveau des Verflüssigers an die Umgebung abgegeben.

2) Schäden am Verdichter

Im Verdichter wird Kältemitteldampf mechanisch verdichtet. Für die ausreichende Versorgung aller drehenden und gleitenden Triebwerksteile ist eine entsprechende Ölmenge im Kurbelgehäuse des Verdichters erforderlich. Der Ölstand ist bei fast allen Verdichtern aller Hersteller über ein Ölschauglas zu erkennen; ausgenommen sind vollhermetische Motorverdichter, deren Einsatz aber überwiegend für Anlagen kleinerer Leistung Verwendung findet. Bei diesen Anlagen ist der Ölhaushalt innerhalb des Kältekreislaufs selten gestört.

Zu beachten sind die vom Hersteller oft über entsprechende Hinweise, Klebeschilder etc. vorgegebenen minimalen und maximalen Ölstände. Üblich ist ein Ölstand zwischen $1/3$ und der Hälfte des Schauglases. Zu viel Öl führt durch die Schleuderwirkung der eintauchenden Pleuellager zu einer unzulässigen Erwärmung und zu einem starken Abwandern des Öls über die Arbeitsventile aus dem Verdichter heraus. Es können hier Schäden - Bruch von Ventilplatten und starke innere Verölung der Austauscher - auftreten. Ein zu geringer Ölstand kann - je nach der Art der Ölversorgung der Triebwerksteile - zu Schmiermangel und damit zu Lagerschäden führen.

Jeder Verdichter hat aufgrund seiner Konstruktion Anwendungsgrenzen. Diese Anwendungsgrenzen sind aus Katalogen und Typenblättern der Hersteller zu entnehmen. Unter Anwendungsgrenzen sind die maximale Umgebungstemperatur, die tiefste Verdampfungs-, die höchste Verflüssigungstemperatur sowie die höchsten Ansaugtemperaturen des Kältemitteldampfes zu verstehen. Schon äußerlich ist an der Lackverfärbung des Verdichters am Zylinderkopf zu erkennen, daß ein Verdichter mit zu hohen druckseitigen Überhitzungstemperaturen gefahren wird. Die Folge ist ein Abreißen des Ölfilms an der Zylinderwand, was wiederum zu einem Defekt führen kann.

Mit dem Größerwerden des Druckverhältnisses P_c/P_0 erhöht sich die spezifische Lagerbelastung, und es ergibt sich hieraus eine Betriebsgrenze durch die Stangenkräfte.

3) Schäden am Verdampfer und Verflüssiger

Wärme muß an der Kühlstelle möglichst ungehindert aufgenommen und am Verflüssiger ebenso ungehindert wieder abgegeben werden können. Bei der Konstruktion dieser Austauschgeräts wird also darauf geachtet, daß die Oberfläche, die Wärmeleitkoeffizienten und der Wärmeübergang möglichst groß sind. Die Größe dieser Werte bestimmt die notwendige Temperaturdifferenz. Je größer die Fläche und der Wärmedurchgang auf der Basis der Formel $Q = A \times k \times \Delta t_m$, umso kleiner wird die Temperaturdifferenz sein. Kleine Temperaturdifferenzen sind gleichbedeutend mit geringem Energieaufwand.

Die Oberfläche der Austauschgeräts muß also frei von wärmeflußhemmenden Stoffen sein. Der Wärmefluß am Verdampfer wird durch Reif- und Eisansatz und der Wärmefluß am Verflüssiger durch Staub, Schmutz, Fette und Öle, Kalkablagerungen beeinflusst.

Der Wärmeleitkoeffizient für Kupfer ist 395 W/mK, der für Reif 0,09 W/mK, für Eis 2 W/mK und für Ruß 0,03 W/mK.

Allein aus diesen Zahlen ist zu entnehmen, wie stark der Wärmedurchgang bei entsprechender äußerer Verunreinigung verschlechtert wird. Wenn weniger Wärme aufgenommen werden kann, z.B. bei einem stark vereisten Verdampfer, wird in der errechneten Zeiteinheit die Temperatur an der Kühlstelle nicht abgesenkt werden können, was über eine längere Laufzeit der Anlage kompensiert wird.

Hinzu kommt, daß die Verdampfungstemperatur und damit der Verdampfungsdruck weiter abfallen und die saugseitige Betriebsgrenze des Verdichters überschritten werden kann.

Verschmutzte Verflüssiger haben entsprechend dem schlechter werdenden K-Wert eine größere Temperaturdifferenz, damit einen höheren Verflüssigungsdruck. Auch hier kann die Anwendungsgrenze des Verdichters überschritten werden. Hinzu kommt noch, daß der Energieaufwand größer wird und der spezifische Kältegewinn kW/kW ungünstiger.

Eine regelmäßige optische Kontrolle der Austauscher hilft also, nicht nur Betriebskosten zu sparen, sie reduziert auch den unnötigen Verschleiß des Verdichters.

4) Kältemittelbedingte Betriebsstörungen

Neben dem klassischen Kältemittel Ammoniak werden heute überwiegend fluoridierte Chlorkohlenwasserstoffe eingesetzt. Diese Kältemittel sind unter den Handelsbezeichnungen Frigen, Freon, Kaltron im Einsatz. Als Derivate von Methan und Äthan mit unterschiedlichem Gehalt an Fluor, Chlor und Wasserstoff kann es bei hohen Endverdichtungstemperaturen und dem Vorhandensein entsprechender Katalysatoren und freiem Wasser zu Spaltprodukten wie Chlorwasserstoffsäure und Flußsäure kommen. Diese Säuren greifen die Isolation der mit im Kältekreislauf liegenden Motorwicklungen bei voll- und halbhermetischen Motorverdichtern an; Kurzschlüsse der Motorwicklung sind die Folge.

Es empfiehlt sich also, je nach Art der Anlage in regelmäßigen Zeitabständen - z.B. einmal jährlich, das Öl als Säurelösungsmittel auf seinen Säuregehalt hin zu überprüfen; der Fachhandel hält hierfür Testflüssigkeiten bereit.

Kältemittel selbst muß so ausreichend in der Anlage vorhanden sein, daß für alle Betriebsbedingungen eine hundertprozentige Beaufschlagung des Verdampfers gewährleistet ist.

Überall dort, wo innerhalb des Verdampfers Kältemittel verdampft, wird auch Wärme übertragen. Vor dem Kältemittelmengen regulierenden Regelorgan muß ausreichend dampfblasenfreies Kältemittel anstehen.

Kältemittelmangel führt zu einer erheblichen Minderleistung des Regelorgans und damit zu unzureichender Kältemittelversorgung des Verdampfers. Zum Ausgleich des aus verschiedenen Betriebsbedingungen resultierenden Volumenstromes ist eine Sammelflasche eingebaut. In dieser Sammelflasche wird flüssiges Kältemittel bevorratet. Der Flüssigkeitsstand ist durch ein Schauglas zu erkennen. Fehlt das Schauglas an der Sammelflasche, so ist ein sogen. Flüssigkeitsschauglas in die Flüssigkeitsleitung möglichst kurz vor dem Regelorgan eingebaut. Dampfblasenanteile in der Flüssigkeit sind in diesem Schauglas zu erkennen und das erste Warnzeichen dafür, daß an irgend einer Stelle Kältemittel entweicht.

In sehr seltenen Fällen bilden sich trotz ausreichend vorhandenen Kältemittels auch Dampfblasen; hier können Teilentspannungen durch Verstopfungen, zu starke Wärmebelastung der Flüssigkeitsleitung und ein sehr hoher Volumenstrom nach dem Abtauen die Ursache sein.

Weitaus häufiger jedoch ist der Mangel an Kältemittel durch auftretende Undichtigkeiten zu verzeichnen. Undichte Stellen - hierzu zählen Löt- und Schraubverbindungen - sind oft schon äußerlich durch das Vorhandensein von Öls Spuren zu erkennen; d.h. überall dort, wo an irgend welchen Verbindungsstellen Öl entweicht, entweicht auch gleichzeitig Kältemittel.

Bei Anlagen mit großer Kältemittelfüllung und den mit dem Kältemittelverlust verbundenen hohen Materialkosten sollten die Anlagenteile regelmäßig auf eventuelle undichte Stellen unter Zuhilfenahme entsprechender Werkzeuge und Geräte überprüft werden.

Besonderes Augenmerk ist den Schwingungen zu widmen.

Verdichter und pulsierende Kältemitteldampfsäulen führen zu Schwingungen der Verbindungs- und Drucksteuerleitungen.

Befestigungsmaterialien können sich während des Betriebes lösen. Entsprechende Schwingungen führen zu Materialbruch oder Materialabrieb. Da hier das Kältemittel nicht kontinuierlich sondern schlagartig entweichen kann, sind die Verluste und damit die Kosten entsprechend groß.

Rechtzeitiges optisches und akustisches Wahrnehmen von Unregelmäßigkeiten und äußerlichen Veränderungen an Kälteanlagen sichert nicht nur die Werterhaltung, sondern erhöht die Betriebssicherheit und senkt die Betriebskosten.

Anschrift des Verfassers:

K.-H. Gäfgen

Linde AG, Werksgruppe Kälte- und Einrichtungstechnik

Postfach 1308

3014 Laatzen 1

Hygiene und Kälte
in Sonderbereichen des Krankenhauses

von H.-J. Schindel

Diagnostik, Therapie, aber auch die Versorgung und Entsorgung eines Krankenhauses benötigen heute eine große Zahl von Kälteanlagen in allen Bereichen des Krankenhauses. Die Aufbewahrung hitzeempfindlicher Diagnostica und Therapeutica in den Laboratorien und auf den Pflegestationen, die Aufbewahrung von Organ-Präparaten in der Pathologie, die Vorratshaltung im Küchenbereich und die Entsorgung von Organteilen zur Weiterverarbeitung in der pharmazeutischen Industrie oder zur Beseitigung dieser Organteile macht die Aufstellung von Kühlschränken und Tiefkühltruhen und die Einrichtung von Kühlräumen erforderlich. Entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen werden von diesen Geräten unterschiedliche Temperaturen verlangt: - Kühlen bis kurz oberhalb 0° C, gefrieren bis -18° C und tiefgefrieren bis unter -18° C. Der alte mit Stangeneis beschickte Eisschrank ist für die Verwendung in einem Krankenhaus nicht geeignet, da hiermit nur auf $+10^{\circ}$ C bis $+7^{\circ}$ C abgekühlt wird bei einer relativen Feuchte von 100%. In diesem Milieu finden zahlreiche Bakterien hervorragende Wachstumsbedingungen:

Da den Kühlanlagen in erster Linie die Erhaltung der Verwendbarkeit der gelagerten Materialien zugeschrieben wird, hat sich eine Vorstellung eingeschlichen, der sehr energisch widersprochen werden muß: - Die Annahme nämlich, daß alle Mikroorganismen bei 0° C die Vermehrung einstellen, trifft keineswegs zu. Eine große Zahl von Krankheitserregern kann sich noch bei Kühlschranktemperaturen (= $+5^{\circ}$ C) vermehren, dazu gehören Pseudomonas-Arten, Yersinia-Arten, Listeria-Arten, Mikrokokken, Clostridien und andere (3). Das Clostridium botulinum ist durch die Intoxikation durch das vom Erreger in Nahrungsmitteln gebildete Toxin gefürchtet. Salmonellen und Staphylococccen wachsen noch bei $+3^{\circ}$ C. Erstere sind im Speiseeis noch nach 7 Jahren nachweisbar (1). Pseudomonaden

und *Yersinia* wachsen noch unterhalb des Gefrierpunktes. Schließlich ist bei Kühlschränken und Kühlräumen die Lagerzeit des Nahrungsmittels auch bei kälteempfindlichen Keimen meist kürzer als die Absterbezeit der Keime.

Zwar kommt das Bakterienwachstum meist bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes praktisch zum Stillstand, in vielen Fällen kommt es jedoch nach dem Auftauen zu einem erneuten, dann oft explosiven Wachstum. Deshalb ist das Wiedereinfrieren von Nahrungsmitteln nach dem Auftauen immer mit einer potentiellen Infektionsgefahr belastet und sollte unterbleiben.

Eine ganze Anzahl anderer Krankheitserreger ist ebenfalls bei tiefen Temperaturen lebensfähig. Spirochäten, *Borrelia recurrentis* und *Listeria monocytogenes* bleiben bei $+4^{\circ}\text{C}$, also bei Kühlschranktemperatur, lebensfähig.

Anthrax, der Erreger des Milzbrandes überlebt starke Kältegrade im Boden, also auch im Kühlschrank, die Erreger der Papageienkrankheit (Chlamydien) behalten ihre Infektiosität sogar über mehrere Jahre bei -50°C bis -70°C . Viren vertragen Kälte sehr gut, ohne ihre Infektiosität zu verlieren (vergl. Tabelle 1).

Die Kältetoleranz der Krankheitserreger zeigt also gleitende Übergänge. In vielen Fällen führt ein plötzliches Absenken der Temperatur von $+37^{\circ}\text{C}$ bis unter 0°C (= Kälteschock) bei zahlreichen vegetativen Keimen (z.B. *Escheria coli*, *Pseudomonadenarten*, usw.) zu hoher Absterberate (= Kältetod oder Kälteinaktivierung). Bei langsamer und kontinuierlicher Temperaturabsenkung ergibt sich jedoch eine weit höhere Überlebensrate. Hierzu gehört auch die Gefriertrocknung (= Lyophilisierung). Bei dieser wird durch schonendes Einfrieren die Bildung von intrazellulären Eiskristallen, und damit die mechanische Zerstörung der Zellen verhindert. Es kommt zu einer höheren Überlebensrate von (pathogenen) Keimen. In der Regel bleiben 2-15% (je nach Keimart) lebensfähig. Die Überlebensdauer gefriergetrockneter Keime kann viele Jahre betragen

Tabelle 1

Lagerungsfähigkeit von Viren zwischen -50° C und -105° C

(Lyophilisieren = rasches Einfrieren und rasche

Dehydratisierung im Hochvakuum)

Virus	Temperatur	Infektiosität
Gelbfieber	-70° C	jahrelang
Dengue	-70° C	5 Monate
Poliomyelitis	eingefroren	lange Zeit
Rhinoviren	+ 4° C	kurze Zeit
	-70° C	unbeschränkt
Hepatitis A	eingefroren	mehrere Jahre
Hepatitis B	-20° C	mehr als 20 J.
Rabies (Tollwut)	+ 4° C	wochenlang
	eingefroren	längere Zeit
Orthomyxoviren (Influenza)	+ 4° C	wochenlang
	0° C	monatelang
	-70° C	mehrere Jahre
Masern	tiefgefroren	lange Zeit
Röteln	-70° C	lange Zeit
Pocken (Variola)	+ 4° C	monatelang
Vaccinia		
Adenoviren	+ 4° C	lange Zeit
	tiefgefroren	
Herpesviren	eingefroren	lange Zeit
	bis -90° C	
		* lange Zeit = mehr als 1 Jahr

Tabelle 2

Überlebensdauer einiger Keime in gefriergetrockneter Kultur

(nach K.H.Wallhäuser)

Mikroorganismus	Überlebensdauer in Jahren
pathogene Streptococcen	25
Streptomyzeten	20
Bacillus subtilis Sporen	25
Bacillus mycoides Sporen	25
Mykobakterien	17
Korynebakterien	15

(Tabelle 2). Die Gefriertrocknung wird besonders auch zur Erhaltung der Aktivität von Lebendimpfstoffen angewandt. Erst nach Entzug von mehr als 85% des Wassergehaltes (excessive drying) wird bei der Gefriertrocknung ganz allgemein als keim-schädigend angesehen (2).

Aus diesen Erkenntnissen ergibt sich, daß Kälteaggregate in einem Krankenhaus überall dort, wo sie benötigt werden, in hygienischer Hinsicht auch eine potentielle Gefahr darstellen. Schon dann, wenn ihre Funktionsfähigkeit nicht regelmäßig überwacht und gegebenenfalls wiederhergestellt wird, sind Kühlanlagen schon fast mit Brutschränken zu vergleichen. Vereisung des Gerätes behindert die Schließung der Einfülltüren, die Temperatur im Gerät steigt an und die kryophile Keimflora verstärkt ihre Wachstumsrate, besonders, wenn durch den Abtauvorgang innerhalb des Gerätes oder des Kühlraums die relative Feuchte ansteigt. Eine regelrechte Funktionskontrolle und Wartung der Kühleinrichtungen ist daher erste Forderung auch von seiten der Hygiene.

Doch damit nicht genug: - Zum zeitgerechten Abtauen von Kühleinrichtungen gehört ferner, daß nach dem Abtauvorgang das Gerät intensiv mit einem vom Bundesgesundheitsamt zugelassenen Desinfektionsmittel behandelt wird. Das Desinfektionsmittel muß bakterizide, tuberkulozide, fungizide und viruzide Eigenschaften besitzen. Bei Kühlräumen und Leichenkühlräumen der Pathologie sollte jeweils nach Entfernung des Kühlgutes nach Arbeitsschluß ein entsprechendes Desinfektionsmittel verdampft oder kalt vernebelt werden. Dabei sollte eine Einwirkungszeit von mehr als 6 Stunden erreicht werden. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß ein so behandelter Raum gut abgedichtet und das Verdampfungs- oder Vernebelungsgerät von außen abgeschaltet werden kann. Ist dies nicht möglich, so müssen diese Räume - wie Kühlschränke und Tiefkühlschränke - durch Wisch- und Sprühdesinfektion behandelt werden, wobei dem Desinfektionsmittel ein Feuchthaltemittel zuge-

setzt werden sollte, um die rasche Verdunstungsgeschwindigkeit des Lösungsmittels herabzusetzen. Allerdings dürfte die Desinfektionsmittelwirkung in der Anwendung bei Kälteeinrichtungen größer anzunehmen sein als bei der Flächendesinfektion innerhalb des Krankenhauses, da bei diesen Geräten und Räumen nicht mit einer unmittelbaren Re-Kontamination zu rechnen ist.

Literatur-Verzeichnis

1. Borneff, J.: Hygiene, 3.Aufl.1977, Thieme Verlag, Stuttgart.
2. Jawetz, E., Melnick, J.L., Adelberg, E.A.: Medizinische Mikrobiologie, 5.Aufl.1980, Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
3. Wallhäuser, K.H.: Sterilisation, Desinfektion, Konservierung, 2.Aufl.1978, Thieme Verlag, Stuttgart.

Dr.med.Hans-Joachim Schindel
Ltd.Medizinaldirektor
Gesundheitsamt des Landkreises Hannover
Hildesheimer Str.20
3000 Hannover

Vorschriften und Normen für den Betrieb von Kälteanlagen
von H. Kern, Mannheim

1. Gefahren durch Kälteanlagen und Kühleinrichtungen

Kälteanlagen, die mit einem Kältemittel im geschlossenen Kreislauf arbeiten und Kühleinrichtungen, die ein Kühlmittel, wie flüssigen Stickstoff oder Trockeneis verwenden, werden in Krankenhäusern an vielen Stellen eingesetzt. Kälteanlagen, z. B. für Medikamentenkühlschränke, Kühlräume, Entfeuchtungsanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen, Kühleinrichtungen zum örtlichen Vereisen oder zum Aufbewahren von Gewebeteilen in flüssigem Stickstoff. Den Gefahren, die von diesen Einrichtungen ausgehen können, wird durch den Einsatz von Sicherheitsmaßnahmen oder Verhaltensmaßnahmen begegnet. Diese Maßnahmen sind in Vorschriften, Richtlinien und Normen festgelegt. Sicherheitstechnische Vorschriften sind notwendig, um dem Bedürfnis nach Sicherheit der Bevölkerung Rechnung zu tragen, um einen sicherheitstechnischen Standard festzulegen, um Kenntnisse zu vermitteln und um insbesondere denen Antwort zu geben, die selbst bei einsichtigen Forderungen nach Arbeitssicherheit immer noch fragen: "Wo steht das?".

Die Gefahren für Leben und Gesundheit können bei Kälteanlagen ausgehen von:

- elektrischem Strom zum Betrieb und Steuerung der Anlage
- anderen Energien, z. B. Gas, Öl, Dampf
- mechanischen Antriebsteilen, z. B. Kupplungen, Wellen, Getrieben, Ventilatorflügeln, Verdichtern
- den Überdrücken innerhalb der Anlage
- Kältemittel oder Kühlmittel, das toxisch erstickend oder explosibel sein kann
- Gefahren der erzeugten Kälte selbst, z. B. Erfrierungen, Unterkühlungen.

Da ich im wesentlichen auf die den Kälteanlagen und Kühleinrichtungen eigentümlichen Gefahren eingehen will,

werde ich die Vorschriften, die zur Minderung oder Beseitigung der drei zuerst genannten Gefahren dienen, nur kurz erwähnen.

Für die elektrischen Teile der Kälteanlage sind die Unfallverhütungsvorschriften "Elektrische Anlagen" (VBG 4) in Verbindung mit den VDE-Bestimmungen einzuhalten. Für die Beheizung durch Gas oder Öl gibt es die Merkblätter des DVGW oder Normen des DIN für die Gasverbrauchseinrichtungen und die Ölbrenner. Bei der Anwendung von Dampf ist die Dampfkessel-Verordnung mit heranzuziehen. Die mechanischen Bauteile werden aufgrund der UVV "Arbeitsmaschinen" (Allgemeines) (VBG 7a), der UVV "Ventilatoren" (VBG 7w) und "Verdichter" (VBG 14) gesichert. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind in der Norm DIN 31 000 "Sicherheitsgerechtes Gestalten technischer Erzeugnisse - Allgemeine Leitsätze" und die Abmessungen in der Norm DIN 31 001 "Schutzeinrichtungen - Begriffe, Sicherheitsabstände für Erwachsene und Kinder" beschrieben.

2. Unzulässige Betriebsüberdrücke

Um die bei Kälteanlagen erwünschte Wirkung zu haben ist es unumgänglich, im Inneren unterschiedliche Drücke zu fahren, denn das Kältemittel muß einmal kondensieren und dann wieder verdampfen. Die erforderlichen hohen Drücke zum Kondensieren des Kältemittels werden durch die Arbeit des Verdichters bei Kompressionsanlagen oder durch die Beheizung des Kochers bei Absorptionsanlagen erreicht. (B.1) Die Drücke sind abhängig vom Kältemittel und betragen bei Kondensationstemperaturen von 55 °C beim Kältemittel

Ammoniak	22,1 bar	R 11	1,8 bar
R 12	12,7 bar	R 113	0,3 bar
R 22	20,6 bar	Kohlendioxid	73 bar K.P.

Für diese Drücke müssen alle Bauteile der Druckseite, die Kältemittel führen, wie Leitungen, Ventile, Trockner, Sammler und andere Behälter gebaut sein. Für die Herstellung und die Prüfung der Behälter gilt seit 01.07.1980 die "Verordnung über Druckbehälter und Füllanlagen". (Bild 2)

Sie befaßt sich mit der erstmaligen Prüfung durch Sachverständige, wenn das Produkt aus Inhalt in Litern und Druck in bar die Zahl 200 übersteigt, und der Prüfung durch den Hersteller bei kleineren Druckbehältern. Wiederkehrende Prüfungen sind bei Behältern ab einem Druckliterprodukt über 1000 vorgeschrieben, und zwar alle fünf Jahre. Für Druckbehälter in Kälteanlagen beschränkt sich diese Prüfung auf eine äußere Prüfung durch einen Sachkundigen. Innere Prüfungen und Druckprüfungen müssen jedoch dann durchgeführt werden, wenn der Behälter aus anderen Gründen kältemittelfrei gemacht wird, z. B. bei Reparaturen oder Erweiterungen. Das Risiko der Gefährdung wird beim Entleeren der Behälter zum Zwecke der Prüfung höher eingeschätzt als der ungeprüfte Weiterbetrieb des Behälters mit dem nicht korrodierend wirkenden Kältemittel. Prüfungen haben ergeben, daß die Behälter von innen her nicht geschwächt werden. Um so größere Aufmerksamkeit muß dem Äußeren der Behälter gezollt werden, denn unter der Isolierung ist oft eine angerostete oder angefressene Behälterwandung nicht erkennbar.

Kleinere Behälter müssen von Sachkundigen wiederkehrend geprüft werden. Die Prüffristen werden vom Betreiber in Anlehnung an die Fristen für größere Behälter selbst festgelegt.

Bei der Herstellung der Druckbehälter werden die Technischen Regeln für Druckbehälter (TRB), die vom Fachausschuß "Druckbehälter" ermittelt und im Bundesarbeitsblatt veröffentlicht werden, eingehalten. Damit die auf dem Kennzeichnungsschild anzugebenden zulässigen Betriebsüberdrücke nicht überschritten werden können, (Bild 3) sind Sicherheitseinrichtungen zusätzlich anzubringen. Diese Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung sind in den TRB 003 (bzw. TRB 040) für alle Druckbehälterarten gefordert. Derzeit verweist die TRB 003 noch auf die bisherige UVV "Druckbehälter" (VBG 17) und die UVV "Kälteanlagen" (VBG 20).

Bei Druckbehältern in Kälteanlagen genügt die für die Kälteanlage vorgeschriebene Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung. Die Druckbehälter sind nur dann mit einer eigenen Sicherheitseinrichtung zu versehen, wenn diese Behälter mit flüssigem Kältemittel voll angefüllt werden und abgesperrt werden können, oder abgesperrte Druckbehälter eine unzulässige Temperaturerhöhung erfahren können. Werden bei Wärmepumpen Wassererwärmer direkt mit einer Kältemittel führenden Rohrleitung erwärmt, so muß auch der Wasserraum geprüft werden. Das gilt auch, wenn das Kältemittel in einem Doppelmantel kondensiert.

Bei Kälteanlagen mit Kältemittel der Gruppe 1 (halogenierte Chlorkohlenwasserstoffe) bis zu einem Füllgewicht von 10 kg, die für Betriebsdrücke bei einer Temperatur von 55 °C ausgelegt sind, kann auf eine Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung verzichtet werden, wenn der Verdichter auch im Dauerlauf keinen höheren Druck als den zulässigen Betriebsüberdruck erzeugen kann (Bild 4).

Damit Unbefugte sich nicht an Ventilen, die im Kältemittelkreislauf vorhanden sind, betätigen, werden diese auf eine Mindestzahl beschränkt und die Spindel mit einer Kappe, die verplombt werden kann, abgedeckt. Die Kappe kann gleichzeitig eine Dichtung für eine durchlässige Stoffbuchse sein. Beim Abschrauben ist deshalb Vorsicht geboten.

Zum Erkennen der im Inneren herrschenden Drücke sind größere Anlagen mit Manometern auszurüsten. Wegen der Beziehung Druck - Temperatur erlauben diese in Kälteanlagen eingesetzten Manometer auch das Ablesen der jeweiligen Verdampfungs- oder Kondensationstemperatur.

3. Unzulässige Kältemittelkonzentrationen

3.1 Kältemittel

Entsprechend ihren physikalischen und physiologischen Eigenschaften teilt die UVV "Kälteanlagen" (VBG 20) die Kältemittel in drei Gruppen ein (Bild 5).

Gruppe 1 - Kältemittel ohne erhebliche gesundheitsschädliche Wirkung und nicht brennbar.

Gruppe 2 - Kältemittel, die giftig oder ätzend sind oder die brennbar sind und eine untere Zündgrenze von mindestens 3,5 Vol.-% haben.

Gruppe 3 - Kältemittel mit einer unteren Zündgrenze von weniger als 3,5 Vol.-%.

Zu den Kältemitteln der Gruppe 1 zählen die sogenannten Sicherheitskältemittel wie R 11, R 12, R 22 und R 113, also die halogenierten Chlorkohlenwasserstoffe. Sie wirken, von einigen die narkotisch oder berauschend wirken abgesehen, im wesentlichen durch die Verdrängung des Sauerstoffs. Sie sind wesentlich schwerer als Luft und reichern sich an tieferen Stellen, Kellern, Gruben usw. an. Ähnlich wirkt auch das Kältemittel Kohlendioxid.

Zu Kältemitteln der Gruppe 2 gehören Chlormethyl, das kaum noch verwendet wird, und insbesondere Ammoniak. Ammoniak wurde in den letzten 40 Jahren vorwiegend im industriellen Bereich angewandt, da es etliche Vorteile hat. Im privaten und kleingewerblichen Bereich hat man darauf verzichtet. Lediglich in kleinen Haushalt-Camping-Kühlschränken, die als Absorber betrieben werden, ist es unersetzlich. Mit dem Vordringen der Wärmepumpe gewinnt auch die Absorberwärmepumpe mit größeren Ammoniakmengen Bedeutung und Eingang in den nicht industriellen Bereich. Ammoniak ist besonders giftig. 3,5 g Ammoniak, verteilt in einem m³ Luft, wirkt, in dieser Mischung eingeatmet, tödlich. Es ist jedoch schon ab einer Konzentration von 0,005 Vol.-% entsprechend 35 mg durch seinen stechenden Geruch bemerkbar.

Diese Konzentration entspricht auch dem MAK-Wert von 50 ppm. Ebenso läßt es sich leicht an Wasser binden. Ein Liter Wasser kann bei einer Temperatur von 0 °C etwa $1 \text{ m}^3 \hat{=} 0,8 \text{ kg}$ Ammoniakgas aufnehmen und dabei Salmiakgeist bilden.

Zur Gruppe 3 gehören die brennbaren Kältemittel wie Propan und Butan oder Isopropylen, die im Krankenhaus als Kältemittel kaum Anwendung finden dürften.

3.2 Aufstellungsbedingungen

Auch wenn durch die Beschaffenheit einer Kälteanlage mit ihren dichten, druckfesten Bauteilen die Gewähr besteht, daß die eingeschlossenen Kältemittel auf den Menschen nicht direkt einwirken können, wird trotzdem eine noch höhere Stufe der Sicherheit durch die Aufstellungsbedingungen erzielt. So dürfen Anlagen mit Kältemitteln der Gruppe 3 nur im Freien oder in besonderen Maschinenräumen mit leichten Dächern oder Wänden mit entsprechenden Schutzzonen aufgestellt werden. Kälteanlagen mit mehr als 2,5 kg Ammoniak dürfen nur als Absorber ohne Einschränkung aufgestellt werden. Wird ein höheres Füllgewicht benötigt, so darf der Hochdruckteil nicht tiefer als im ersten Untergeschoß aufgestellt werden. Bei Aufstellung im Krankenhaus oder in Bereichen, wo sich Personen aufhalten, die in der Bewegung behindert oder auch nicht über die Gefahren informiert werden können - die Vorschrift spricht hier vom Aufstellungsbe-
reich M - müssen alle Ammoniak führenden Teile in einem besonderen Maschinenraum untergebracht sein. Diese sind unterhalb der Decke mit Lüftungseinrichtungen zu versehen, die offenbar oder einschaltbar sind. Die Ausblaseöffnung muß an ungefährdeter Stelle münden. Der Übertritt von Ammoniak in die übrigen Räume des Gebäudes ist durch dichte Wände und Türen, gegebenenfalls durch Unterdruck, zu verhindern. Fluchtwege sind vorzusehen (B.6).

Die Kälteübertragung (Wärmeübertragung bei Wärmepumpen) darf nur indirekt sein. Für den Aufstellungsbereich 0 (ohne Publikum) sind die Einschränkungen geringer. Die Aufstellung von Kälteanlagen mit einem Kältemittel der Gruppe 1 ist für Krankenhäuser am zweckmäßigsten. Ohne besondere Einschränkung dürfen solche Anlagen bis zu einem Füllgewicht von $c \text{ kg/m}^3$ Aufstellungsraum vorhanden sein. Die Berechnungsgröße $c \text{ kg/m}^3$ kann der Tabelle 2 zur UVV "Kälteanlagen" entnommen werden. Für eine überschlägige Beurteilung kann diese mit $0,5 \text{ kg/m}^3$ angenommen werden (Bild 7).

Strömt die gesamte Kältemittelmenge einer Kälteanlage aus und ist das Mengen/Raumverhältnis kleiner als die Berechnungsgröße, so tritt keine Gefährdung der im Raum anwesenden Personen ein. Wird klimatisiert und die gekühlte Luft oder erwärmte Luft in mehrere Räume geblasen, so darf das Volumen aller Räume in Ansatz gebracht werden, wenn zu keinem der größeren Räume die Luftzufuhr unter 25 % gedrosselt werden kann. Als zu berücksichtigendes Füllgewicht gilt jeweils das Füllgewicht eines Kältemittelkreislaufs. Bei Aufstellung im Untergeschoßraum werden Kälteanlagen mit Kältemittel der Gruppe 1 im tiefsten Geschoß aufgestellt und der Raum mit einer Lüftungseinrichtung versehen, die in Bodennähe absaugt. Damit soll ein Absinken der schweren Gase in tiefere Räume, wo sie nicht vermutet werden, ausgeschlossen werden. Bei einer mechanischen Lüftungsanlage richtet sich die Luftmenge nach der empirischen Formel:

$$Q = 50 \cdot \sqrt[3]{G^2 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]}$$

$$G = [\text{kg}]$$

Füllgewicht

4. Gefährdung durch Kälte

Damit Personen in Kühlräumen mit Temperaturen unter + 10 °C durch Eingesperretsein keiner Unterkühlung oder Panik ausgesetzt werden oder in kleineren Räumen ersticken, müssen Kühlräume über 60 l mit Türen oder Deckel versehen sein, die von innen her zu öffnen sind. Bei Kühlräumen über 10 m² Grundfläche oder anderen unübersichtlichen Räumen müssen die Türen auch im abgeschlossenen Zustand von innen offenbar sein. Bei Kühlräumen mit Temperaturen unter - 10 °C sind zusätzlich Signaleinrichtungen vorgeschrieben, um bei eventuell eingefrorener Tür Hilfe herbeirufen zu können.

Für Personen, die in Kühlräumen mit Temperaturen unter - 25 °C arbeiten, ist die ununterbrochene Aufenthaltszeit auf zwei Stunden beschränkt. Danach müssen 15 Minuten Aufwärmepause gewährt werden. Beim Betreten der Kühlräume muß der Arbeitnehmer Kälteschutzkleidung tragen, die der Unternehmer zur Verfügung zu stellen hat. Ebenso unterliegen die dort Beschäftigten arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen nach den Arbeitsmedizinischen Grundsätzen Kälte G 20. Die UVV schreibt Eignungsuntersuchungen vor der Beschäftigung und Überwachungsuntersuchungen nach 3, 6 bzw. 12 Monaten bei Beschäftigung in Kühlräumen unter - 25 °C vor.

5. Schluß

Unter der Voraussetzung, daß die sicherheitstechnischen Bestimmungen eingehalten werden, ist für Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen ein so hoher Grad der Sicherheit erreicht, daß Befürchtungen, einen Unfall oder eine Gesundheitsschädigung zu erleiden, nicht angebracht sind. Es liegt also an Ihnen, die Sie solche Anlagen errichten oder betreiben, für den sicheren Zustand zu sorgen, indem Sie sich die Kenntnisse über die Bestimmungen aneignen und diese im erforderlichen Umfang erfüllen. Ihre Kunden oder Mitarbeiter werden Ihnen dafür dankbar sein. Ich auch (Bild 8).

6. Schrifttum

Unfallverhütungsvorschrift "Kälteanlagen"
(VBG 20 vom 01.12.1974) mit Durchführungsanweisungen
vom Dezember 1977

Richtlinien für Kühleinrichtungen ZH 1/410
Ausgabe 4/74

Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und
Füllanlagen vom 27.02.1980

Unfallverhütungsvorschrift "Arbeitsmaschinen"
(Allgemeines) (VBG 7a)

Unfallverhütungsvorschrift "Ventilatoren" (VBG 7w)

DIN 8975 Teil 1 bis Teil 2
Kälteanlagen - Sicherheitstechnische Grundsätze für
Gestaltung, Ausrüstung, Aufstellung und Betreiben

DIN 31-000 Allgemeine Leitsätze für das sicherheits-
gerechte Gestalten technischer Erzeugnisse (März 1979)

DIN 31 001 Teil 1 Sicherheitsgerechtes Gestalten tech-
nischer Erzeugnisse; Schutzeinrichtungen; Begriffe,
Sicherheitsabstände für Erwachsene und Kinder

DIN 24 167 Teil 1 Ventilatoren - Berührungsschutz ge-
genüber Ventilatorlaufrädern, sicherheitstechnische An-
forderungen und Prüfung

DIN 43 61 Berührungsschutzeinrichtungen für Kompressoren
Sicherheitstechnische Anforderungen

DIN 33 70 Gasverbrauchseinrichtungen, Kühl- und Gefrier-
geräte

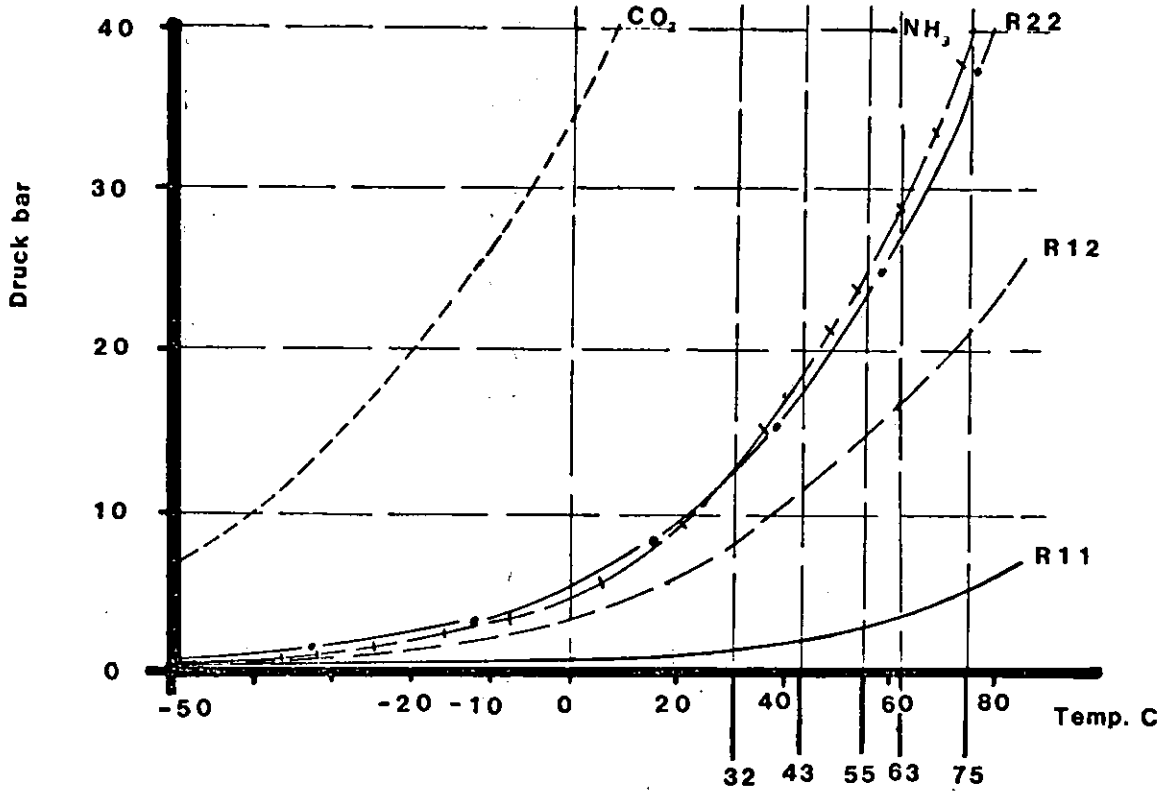
DIN 57 700 Teil 1/VDE 0700 Teil 1
Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch
und ähnliche Zwecke - Allgemeine Anforderungen

DIN 57 700 Teil 24/VDE 0700 Teil 24
Kühl- und Gefriergeräte

DIN 57 700 Teil 240/VDE 0700 Teil 240
Kühl- und Gefriergeräte für besondere Zwecke
und Eisbereiter

Dipl.-Ing. Helmut Kern
Collinstraße 10
6830 Schwetzingen

Dampfdruck-Temperatur-Kurve



Fachtagung
Krankenhaustechnik

H. Kern
Kältetechnik und Vorschriften

Bild 1

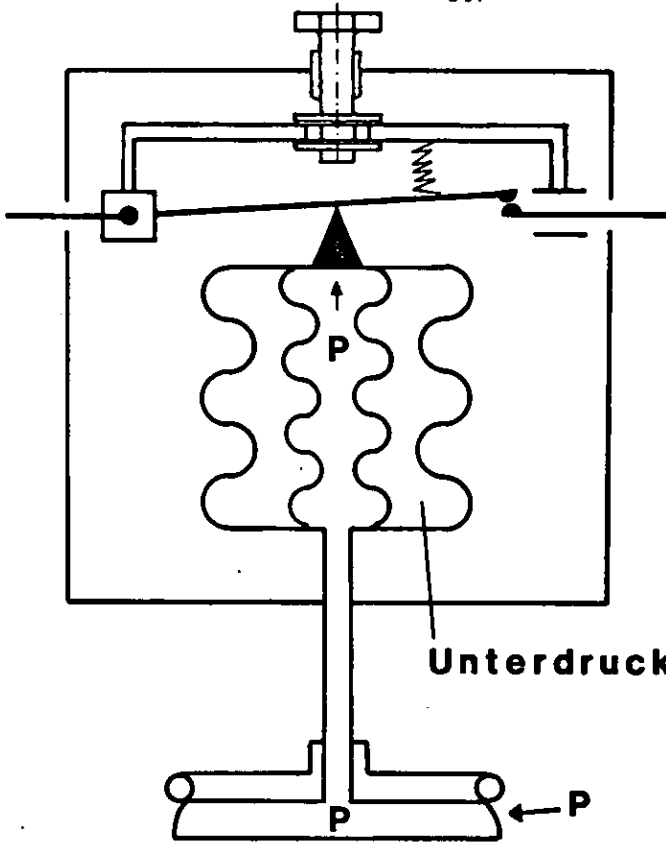
DRUCKBEHÄLTER Einteilung in Gruppen	Druckmedium	Erstmalige Prüfung				Abnahmeprüfung				Wiederkehrende Prüfungen		
		Vorprüfung	Bauprüfung	Druckprüfung	Beamusterprüfung (§ 9 Abs. 5 Satz 1)	Ordnungsprüfung	Ausrüstung	Aufstellung	Beamusterprüfung (§ 9 Abs. 5 Satz 2)	Innenprüfungen	Druckprüfungen	Äußere Prüfungen
Gruppe I: $p < -0,2$ bar	Gase oder Dämpfe	-	-	1)	-	0	0	0	-	0	0	-
Gruppe II: $0,1 \text{ bar} < p \leq 1 \text{ bar}$ $p > 1 \text{ bar u. } p.l \leq 200$		-	-	2)	-	0	0	0	-	0	0	0
Gruppe III: $p > 1 \text{ bar und}$ $200 < p.l \leq 1000$		+	+	+	-	+	+	+	-	0	0	0
		-	-	2)	Ø	-	-	+	Ø			
Gruppe IV: $p > 1 \text{ bar und}$ $p.l > 1000$		+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
	-	-	2)	Ø	-	-	+	Ø	15 Jahre			
Gruppe V: $p \leq 500 \text{ bar}$ $p > 500 \text{ bar und}$ $p.l \leq 1000$	Flüssigkeiten	-	-	2)	-	0	0	0	-	0	0	0
Gruppe VI: $p > 500 \text{ bar und}$ $1000 < p.l \leq 10000$		+	+	+	-	+	+	+	-	0	0	0
		-	-	2)	Ø	-	-	+	Ø			
Gruppe VII: $p > 500 \text{ bar und}$ $p.l > 10000$		+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
	-	-	2)	Ø	-	-	+	Ø	(5 Jahre)			

+ Prüfung durch den Sachverständigen.
0 Prüfung durch den Sachkundigen
Ø Beamusterprüfung liegt vor

1) Dichtheitsprüfung durch den Hersteller.
2) Druckprüfung durch den Hersteller.

Fabrikschild für Druckbehälter

Typ	<input type="text"/>	Hersteller	<input type="text"/>
Herstell-Nr	<input type="text"/>	Herstelljahr	<input type="text"/> ZU <input type="text"/>
Zul.Betriebs- Mantelraum			
Überdruck	<input type="text"/> bar bis <input type="text"/> °C	Rohrraum	<input type="text"/> bar bis <input type="text"/> °C
Temperatur	<input type="text"/> °C bei <input type="text"/> bar		<input type="text"/> °C bei <input type="text"/> bar
Inhalt	<input type="text"/> l		<input type="text"/> l



Sicherheitsschalter (schematisch)

- | | | | |
|------|----------------------|--------------|----------------|
| DWK | Druckwächter Kälte | von selbst | } rückstellbar |
| DBK | Druckbegrenzer Kälte | von Hand | |
| SDBK | Sicherheits-DBK | mit Werkzeug | |
- TÜV bauteilgeprüft nach VdTÜV "Druck 100"

Physiologische Eigenschaften von Kältemitteln

Gruppe	Kältemittel	Keine schädl. Wirkung in 1-2Std.		gefährlich in 30-60min.		tödlich oder ernsthafte Schäden in wenigen min.		C-Wert g/m ³
		‰	g/m ³	‰	g/m ³	‰	g/m ³	
1	R11 CCl ₂ F	10	570					570
	R12 CCl ₂ F ₂	25	1250					500
	R21 CHCl ₂ F	5	200	10	400			200
	R22 CHClF ₂	20	720					360
	R113 C ₂ Cl ₂ F ₃	2,5	185	5	370			185
	R502 — (R22/R115)	20	920					410
	CO ₂	4	75	6	110	8	150	—
2	R717 NH ₃	0,01	0,07	0,2	1,4	0,5	3,5	—
	SO ₂	0,004	0,11	0,04	1,1	0,2	5,4	—
	R30 CH ₂ Cl	0,2	4	2,0	40	15,0	300	—
3	R290 C ₃ H ₈	5,0	92	6,3	115	ungiftig		

TABELLE 1b:
ZULASSIGES KÄLTEMITTELFOLLGEWICHT JE KÄLTEANLAGE ODER WÄRMEPUMPE
FÜR DEN AUFSTELLUNGSBEREICH M UND KÄLTEMITTEL DER GRUPPE 2

KÄLTOBERTRAGUNGS- SYSTEM	DIREKTES, IN- DIREKTES OFFE- NES UND IN- DIREKTES OFFE- NES GELOFTETES SYSTEM	INDIREKT GESCHLOSSENE SYSTEME	
OHNE BESONDEREN MASCHINENRAUM	NUR ABSORBER BIS 2,5 KG		
EINSEITIG MIT VERDICHTER UND SAMMLER IM MASCHINENRAUM (§ 17) ODER FREIEN	NUR ABSORBER BIS 2,5 KG		
ALLE KÄLTEMITTEL- FÜHRENDEN TEILE IM MASCHINENRAUM (§ 17) ODER FREIEN	NUR ABSORBER BIS 2,5 KG	HOCHDRUCK- SEITIGER MASCHINEN- RAUM NICHT UNTER 1. UN- TERGESCHOSS	MIT DIREKTER VERBINDUNG ZU RÄUMEN DES BEREICHES M 250 KG OHNE DIREKTE VER- BINDUNG ZU RÄUMEN DES BEREICHES M UND MIT ZUGANG VOM FREIEN KEINE BESCHRÄNKUNG
		UNTER DEM 1. UNTER- GESCHOSS	NUR ABSORBER BIS 2,5 KG ODER NUR NIEDERDRUCKSEITE

TABELLE 1a:
ZULASSIGES KÄLTEMITTELFOLLGEWICHT JE KÄLTEANLAGE ODER WÄRMEPUMPE
FÜR DEN AUFSTELLUNGSBEREICH M UND KÄLTEMITTEL DER GRUPPE 1

KÄLTOBERTRAGUNGS- SYSTEM	DIREKTES UND INDIREKTES OFFENES SYSTEM	INDIREKTES OFFE- NES GELOFTETES UND INDIREKT GESCHLOSSENES SYSTEM
OHNE BESONDEREN MASCHINENRAUM AUFGESTELLT	C KG PRO M³ RAUM	C KG PRO M³ RAUM
EINSEITIG MIT VERDICHTER-UND SAMPLER IM MASCHINENRAUM (§ 17) ODER FREIEN AUFGESTELLT	C KG PRO M³ DES AUFSTEL- LUNGSRAUMES FÜR VERDAMP- FER ODER KONDENSATOR BZW. DER VERSORGTE RÄUME BEI LUFTUMWALZUNG	KEINE BESCHRÄNKUNG
ALLE KÄLTEMITTEL- FÜHRENDE TEILE IM MASCHINENRAUM (§ 17) ODER FREIEN AUFGESTELLT	BEI LUFTUMWALZUNG C KG PRO M³ DER VERSORGTE RÄUME	KEINE BESCHRÄNKUNG

Kälteanlagen- Kennzeichnungsschild

(Hersteller / Lieferer)

Auftrag/Typ

Herstelljahr

Kältemittel

Gr.Füllgewicht d.Kälteanlage

kg

Zul.Betriebsüberdruck

bar

Verzeichnis der Vortragenden und Vorsitzenden

- Adler, N., Dipl.-Ing., Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Anna, O., Prof.Dr.-Ing., Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Back, G., Danfoss GmbH, Carl-Legien-Straße 8-10 6050 Offenbach/Main (S.319)
- Bartholmess, K., Dipl.-Ing. (FH), Tannenriedweg 13, 7990 Friedrichshafen 24 (S.122)
- Bienwald, M., Ltd. Ergotherapeutin, Haus Roderbruch, Postfach 610 172, Heimchenstraße 1-7, 3000 Hannover 61
- Bitter, H., Dr.-Ing., VDI, Gutenbergstraße 40, 7012 Fellbach 4 (S.232)
- Böckmann, R.-D., Dr.-Ing., TÜV Rheinland e.V., Prüfstelle für Medizinische Technik, Postfach 101750, 5000 Köln 1 (S.142)
- Börner, H., Dr.-Ing., Nieders. Ministerium für Wirtschaft und Verkehr, Landschaftsstraße 5, 3000 Hannover 1 (S.176)
- Brinke, R., Technischer Überwachungsverein Bayern e.V., Eichstätter Straße 6, 8000 München 21 (S.251)
- Clodius, C.D., Inst. für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Corrensplatz 1, 1000 Berlin 33 (S.150)
- v.Cube, H.L., Dr.-Ing., Cube-Ingenieurunion, Weinsheimer Str. 65, 6520 Worms/Rh. (S.198)

- Drescher, J., Prof.Dr.med., Inst. für Virologie und Seuchenhygiene, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Esdorn, H., Prof.Dr.-Ing., Gf. Direktor des Hermann-Rietschel-Instituts für Heizungs- und Klimatechnik der Technischen Universität Berlin, Marchstr.4, 1000 Berlin 10 (S.210)
- Feurich, H., Oberingenieur-VDI, Schloßstr. 26, 1000 Berlin 27 (S.88)
- Fissler, J., Dipl.-Ing./Architekt, Wiss. Assistent für Ausbau- und Innenraumplanung der Technischen Universität Berlin, Stübbenstraße 8, 1000 Berlin 30 (S.37)
- Gäfen, K.-H., Linde AG, Werksgruppe Kälte- und Einrichtungstechnik, Postfach 1308, 3014 Laatzen 1 (S.342)
- Glöckle, H., Dipl.-Ing., Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Glünder, H., Nieders. Krankenhausgesellschaft e.V., Alexanderstraße 2, 3000 Hannover (S.280)
- Göbl, N., Dr.-Ing., Bayerisches Staatsministerium des Innern, Postfach 227, 8000 München 22 (S.224)
- Greulich, H.-S., Oberingenieur, Ruhrkohle AG, Rüttenscheider Str. 1, 4300 Essen 1 (S.185)
- Hardt, H.-J., Dipl.-Ing., Referent im Nieders. Ministerium für Wirtschaft und Verkehr, Landschaftsstraße 5, 3000 Hannover 1 (S.287)
- Hartung, C., Prof.Dr.-Ing., Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61

- Heyer, H., Reg.-Direktor a.D., Werlhofweg 2, 3000 Hannover 51
- Junker, D., Dr., Medizinische Hochschule Hannover, Nuklearmedizin, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61 (S.157)
- Kern, H., Dipl.-Ing., Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Collinstraße 10, 6830 Schwetzingen (S.354)
- Knoblauch, H.J., Prof., Technische Fachhochschule Berlin, Labor für Sanitärtechnik, Luxemburger Str. 10, 1000 Berlin 65 (S.15)
- Kreienfeld, H., Ing.(grad.), Technischer Überwachungs Verein Hannover e.V., Zentralabteilung Meßtechnik, Locomer Straße 63, 3000 Hannover 81 (S.273)
- Kruse, H., Prof.Dr.-Ing., Inst. für Kolbenmaschinen der Universität Hannover, Welfengarten 1 A, 3000 Hannover 1
- Loewer, H., Prof.Dr.-Ing., Reinhold-Schneider-Straße 11, 7500 Karlsruhe 51 (S.333)
- Martiny, H., Dr.rer.nat., Fachgebiet Hygiene der Technischen Universität Berlin, Amrumer Straße 32, 1000 Berlin 65
- Mucha, Chr., PD. Dr.med., Abt. Physikalische Medizin und Rehabilitation, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61 (S.80)
- Philippen, D.P., Institut technische Lebensraumplanung für Behinderte und ältere Menschen, Postfach 470, 5580 Trarbach (S.26)
- Rüden, H., Prof.Dr.med., Fachgebiet Hygiene der Technischen Universität Berlin, Amrumer Straße 32, 1000 Berlin 65 (S.62)

- Sander, J., Prof.Dr.med., Staatl. Medizinal-Untersuchungsamt, Alte Post Straße 11, 4500 Osnabrück
- Scharmann, H., Dipl.-Ing., Leiter der Anwendungstechnik der Schilling-Chemie GmbH und Produktions KG., Steinbeisstraße 20-22, 7149 Freiberg/N (S.135)
- Schindel, H.-J., Dr.med., Ltd. Medizinaldirektor, Gesundheitsamt des Landkreises Hannover, Hildesheimer Straße 20, 3000 Hannover (S.348)
- Schinlauer, Ch., Dipl.-Ing., Heinle, Wischer und Partner, Rotenbergstraße 8, 7000 Stuttgart 1 (S.1)
- Schmitz, H., Ing.(grad.)-Oberingenieur VDI, Höhenweg 13a, 6333 Braunfels (S.294)
- Schneider, G., Präsident des Bundesinnungsverbandes des Gebäudereinigerhandwerkes, Dottendorferstraße 86, 5300 Bonn 1 (S.72)
- Seeber, E., Dr.med., Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Corrensplatz 1, 1000 Berlin 33 (S.167)
- Siebert, L., Dr.-Ing., Ministerium für Land- und Stadtentwicklung NW, VI A 4, Breitestr.31, 4000 Düsseldorf
- Stein, M., Dipl.-Ing., Dezernat für Betriebstechnik, Bezirksregierung Hannover, Waterloo- platz 11, 3000 Hannover 1 (S.326)
- Stichel, W., Dr.-Ing., Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 1000 Berlin 45 (S.109 und S.245)
- Tschochner, G., Heimleiter - Haus Roderbruch, Heimchenstraße 1-7, Postfach 610 172, 3000 Hannover 61 (S.21)

- Wadzinski, H., Dipl.-Ing., Ingenieurgesellschaft
Zimmermann + Schrage, Steubenstr. 20,
6800 Mannheim
(S.302)
- Wawra, W., Technische Verwaltung, Medizinische
Hochschule Hannover, Postfach
610 180, 3000 Hannover 61
(S.117)
- Weber, K., Dr.-Ing.; TÜV-Hannover e.V.,
Loccumer Straße 63, 3000 Hannover 81
- Zysno, E., Prof.Dr., Dr.med., Abt. Physika-
lische Medizin, Medizinische Hoch-
schule Hannover, Postfach 610 180,
3000 Hannover 61
(S.80)

FACHLITERATUR KRANKENHAUSTECHNIK

zu beziehen durch:
Fachverlag Krankenhaustechnik
Prof. Dr. O. Anna
Postfach 610324
3000 Hannover 61

Fachtagung Krankenhaustechnik
»Heizungs-, Kälte- und Sanitärtechnik im Krankenhaus«
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Glöckle 1982.
Format DIN A 5. Kartoniert. 376 Seiten.
Verfügbar ab Mai 1982.

Fachtagung Krankenhaustechnik
»Technik zentraler Dienste im Krankenhaus«
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Glöckle 1981.
Format DIN A 5. Kartoniert. 345 Seiten.
Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 60,—

Fachtagung Krankenhaustechnik
»Medizinische Geräte im Krankenhaus«
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Klie 1980.
Format DIN A 5. Kartoniert. 235 Seiten.
Tagungsvorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 50,—

»Instandhaltung medizintechnischer Geräte«
Herausgeber: C. Hartung, O. Anna 1979/80.
Format DIN A 5. Kartoniert. 222 Seiten.
Vortragssammlung inklusive Autorenverzeichnis.
DM 50,—

Fachtagung Krankenhaustechnik
»Energie im Krankenhaus«
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, H. Klie 1979.
Format DIN A 5. Kartoniert. 343 Seiten.
32 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 60,—

5. Fachtagung Krankenhaustechnik
»Klimaanlagen im Krankenhaus«
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, W. Kreinberg 1978.
Format DIN A 5. Kartoniert. 279 Seiten.
34 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 50,—

4. Fachtagung Krankenhaustechnik
»Wirtschaftliche Instandhaltung im Krankenhaus«
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, W. Kreinberg 1977.
Format DIN A 5, Kartoniert. 231 Seiten.
21 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 50,—

3. Fachtagung Krankenhaustechnik
»Infektiöser Müll im Krankenhaus«
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, R. Kerl 1976.
Format DIN A 5. Kartoniert. 182 Seiten.
22 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 30,—

2. Fachtagung Krankenhaustechnik
»Sicherheit im Krankenhaus«
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, R. Kerl 1975.
Format DIN A 5. Kartoniert. 123 Seiten.
13 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 20,—

1. Fachtagung Krankenhaustechnik
»Einsatz computergesteuerter Leitsysteme im Krankenhaus«
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, R. Kerl 1974.
Format DIN A 5. Kartoniert. 119 Seiten.
12 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.
DM 20,—

**Zusammenfassung wissenschaftlicher Vorträge
der 3. Jahrestagung für Biomedizinische Technik
sowie des Fachsymposiums
»Störunterdrückung bei Biosignalen«**
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung 1974.
Format DIN A 4. Kartoniert. 253 Seiten.
102 Vortragszusammenfassungen
inklusive Autorenverzeichnis.
DM 30,—

zuzüglich Versandkosten und gesetzliche Mehrwertsteuer

Frische Luft im Hospital
genügt nicht.

Klimaanlagen- gefilterte Luft
genügt nicht.

Klimaanlagen-Luft
will wirksam desinfiziert sein.

Phobrol.
Mit der enormen
Kosten/Nutzen-Relation.



Zu viele Klimaanlagen werden
immer noch ohne Desinfektions-
mittel betrieben. Das ist Leicht-
sinn, denn das Luftbefeuchtungs-
wasser wimmelt nur so von
Keimen und Bakterien.

Das neue PHOBROL-System
räumt mit diesem Risikofaktor
gründlich auf. Kompromißlos.

Maximal in der Leistung, minimal
in den Kosten.

Damit Sie den Hospitalismus im Keim ersticken.

Schülke & Mayr GmbH · Alter Kirchenweg 41 · 2000 Norderstedt · Telefon 040/5 2100-1





Das exklusive Fertigbauc

Sansystem Typ Nürnberg

- Ausreichende Bewegungsfläche für Rollstuhlfahrer
- Ausreichende Haltestangen und Griffe
- Angeformter, rollstuhlbefahrbarer Duschplatz
- Klappsitz
- Eingeformter Spiegelschrank mit Kippspiegel
- Pflegeleichtigkeit durch glatte, fugenarme Oberfläche und Ausrundung aller Ecken
- Rutschfeste Noppenstruktur der Bodenfläche
- Von außen zu öffnende Türverriegelung

Fordern Sie mit nebenstehendem Kupon weitere Informationen an.

KREMS-CHEMIE GMBH

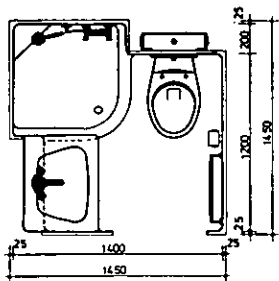
Informationsbüro
Saarlandstraße 28a,
Tel. 02151/73 8 83
D-4150 Krefeld-Hüls

Name _____

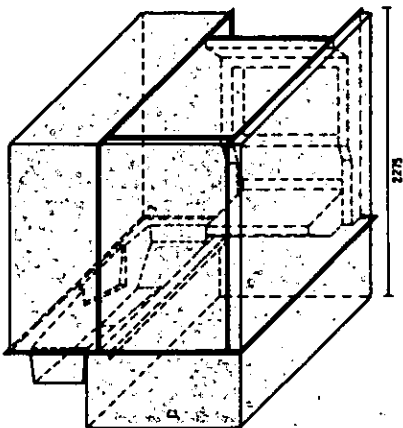
Ort _____

Straße _____

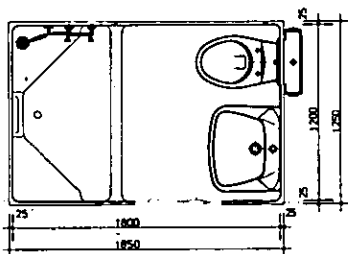
Olympia SC 3108



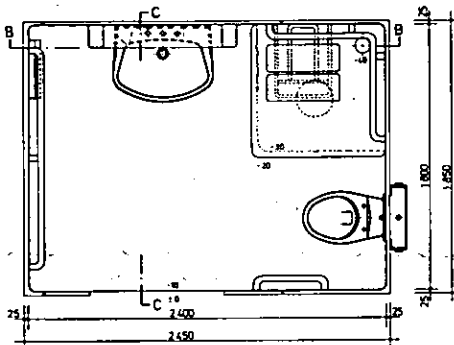
Geschlossener Zellenkörper



Detmold SM.3207



Nürnberg SM 3208



**Sansystem Vertriebsleitung
Krefeld
Informationsbüro für die
Bundesrepublik Deutschland**

Saartlandstraße 28a
D-4150 Krefeld 29
Tel. (0 21 51) 7 38 83
Telex 08 53 10 71

Sansystem Colberg

Metall: Stahl und Kunststoff GmbH
D-3150 Peine, Lehmkuhlenweg 55
Tel. (0 51 71) 1 98 96
Postfach 1844

Vertrieb für das Gebiet Niedersachsen, Bremen,
Hamburg und Schleswig-Holstein.

Sansystem St. Wendel

SSB-Sanitär-System-Bau GmbH
Dortmunder Straße/Industriegebiet
D-6690 St. Wendel
Postfach 1669

Tel. (0 68 51) 17 00
Vertrieb für das Gebiet Saarland, Rheinland-Pfalz
und Hessen.

Sansystem Stüber

D-4755 Holzwickede, Wilhelmstraße 35
Tel. (0 23 01) 85 68

Vertrieb für das Gebiet Nordrhein-Westfalen.

Sansystem Landsberg

Fertigungs- u. Vertriebs GmbH
D-8910 Landsberg, Rudolf-Diesel-Straße 7
Tel. (0 81 91) 4 60 55, Telex 52 72 38

Vertrieb für das Gebiet Baden-Württemberg, Bayern.