

**4. FACHTAGUNG
KRANKENHAUSTECHNIK**



MEDIZINISCHE HOCHSCHULE HANNOVER.

29. - 30. April 1977

5. Fachtagung für Krankenhaustechnik

" Heizung, Klima, Lüftung im Krankenhaus "

Medizinische Hochschule Hannover

28.-29.04.1978

4. Fachtagung Krankenhaustechnik

" Wirtschaftliche Instandhaltung im Krankenhaus "

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, W. Kreinberg

Medizinische Hochschule Hannover

1 9 7 7

Sehr geehrte Tagungsteilnehmer !

Im Namen der Medizinischen Hochschule Hannover und der Abteilung für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik möchten wir Sie herzlich zu unserer 4. Fachtagung Krankenhaustechnik "Wirtschaftliche Instandhaltung im Krankenhaus" in Hannover begrüßen.

In der Industrie hat die wirtschaftliche Instandhaltung bei der Planung und dem Betrieb industrieller Anlagen seit Jahren ihren festen Platz.

Beim Betrieb und insbesondere im Planungsstadium von Krankenhäusern wird diesem Problemkreis noch immer viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl erste Ansätze in dieser Richtung zu erkennen sind.

Allen Vortragenden, Vorsitzenden und Ausstellern sei daher an dieser Stelle besonders herzlich dafür gedankt, daß sie zu einer Verbesserung dieser Situation aktiv beitragen.

Diese Fachtagung soll eine Diskussion unter den Befähigten - Betreiber, Hersteller, Planer, Aufsichtsbehörden und Gesetzgebende - ermöglichen und die Notwendigkeit einer intensiveren und vertrauensvollen Zusammenarbeit allen Beteiligten vor Augen führen.

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

O. Anna,

C. Hartung,

W. Kreinberg

Bitte vormerken:

5. Fachtagung Krankenhaustechnik
" Heizung, Klima, Lüftung im Krankenhaus "

Medizinische Hochschule Hannover

28.-29. April 1978 x)

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

Tagungsadresse: Abt. für Biomedizinische Technik speziell
Krankenhaustechnik - 4400 -
Medizinische Hochschule Hannover (MHH)
Postfach 610 180
Karl-Wiechert-Allee 9
3000 Hannover 61
Tel.: (0511) 532-2744/3349

Tagungsort: MHH, Gebäude J 1 (Lehrgebäude)
Hörsaal F

x) Hannover-Messe 1978: vom 19.04.-27.04.1978

Hiermit laden wir zur Teilnahme an der 5. Fachtagung für
Krankenhaustechnik am 28.-29. April 1978 nach Hannover ein.

O. Anna, C. Hartung

T H E M A :

- " Heizung, Klima, Lüftung im Krankenhaus "
- a) Systeme, Energietechnische Aspekte
 - b) Planung und Dimensionierung
 - c) Betrieb und Instandhaltung
 - d) Vorschriften
 - e) Anwendungsbereiche und -beispiele

Zielgruppe:

- Für Krankenhäuser zuständige Gesundheits-, Finanz- und Baubehörden
- Leiter der Verwaltungen und technischen Einrichtungen und Anlagen
- Hersteller von Anlagen
- Architektur-, Ingenieur- und Planungsbüros

Die Fachtagung wird in Verbindung mit der Fachvereinigung
Krankenhaustechnik e.V. (FKT) durchgeführt.

1. Fachsymposium 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 inkl. Autorenverzeichnis

DM 20,--

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,--

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,--

Zusammenfassung wissenschaftlicher Vorträge
der 3. Jahrestagung für Biomedizinische Technik
sowie des Fachsymposiums "Störunterdrückung
bei Biosignalen"
Medizinische Hochschule Hannover
Herausgeber: O. Anna und C. Hartung
1974. Format DIN A 4. Kartoniert. 253 Seiten.
102 Vortragzusammenfassungen inklusive Autoren-
verzeichnis.

DM 30,--

Zu beziehen durch:

Abteilung für Biomedizinische Technik
speziell Krankenhaustechnik
Medizinische Hochschule Hannover
Postfach 610 180
3000 Hannover 61

PROGRAMM UND INHALT

Freitag-	Vormittag, 29.4.1977	
11.00 h	Krankenhauptversammlung der Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V.	
12.30 h	E n d e	
Freitag-	Nachmittag, 29.4.1977	
Vorsitz:	O.Anna, Hannover, W. Männel, Dortmund	
14.00 h	Eröffnung der Tagung O.Anna, Hannover	
14.10 h	Instandhaltung, Begriffe und Definitionen D.Renkes, Mühlheim-Ruhr	1
14.30 h	Organisationsmittel für die Instandhaltung H.Grothus, Dorsten	7
14.50 h	Wirtschaftlichkeitsvergleich von Instandhaltungs- maßnahmen W.Männel, Dortmund	16
15.10 h	Diskussion	
15.30 h	P a u s e	
Vorsitz:	C.Hartung, Hannover, D.Renkes, Mühlheim-Ruhr	
15.50 h	Instandhaltung im Spiegel des Krankenhaus- Finanzierungsgesetzes P.Süllentrop, Düsseldorf	57
16.10 h	Organisation, Systeme und Probleme der Instand- haltung eines Industrie-Großbetriebes K.Glörfeld, Wolfsburg	65
16.30 h	Diskussion	
16.50 h	Bereitstellungs- und Ablaufplanung A.Haidekker, Hamburg	80
17.10 h	Instandhaltungspersonal - Auswahl, Ausbildung, Fortbildung, Entlohnung H.-J.Marx, Mannheim	91
17.30 h	Diskussion	
18.00 h	E n d e	

Sonnabend-	Vormittag, 30.4.1977	
Vorsitz:	H.Börner, H.Smidt, Hannover	
09.00 h	Fremdwartung im Intensivbereich von Krankenhäusern M.Seelig, Frankfurt	99
09.20 h	Eigenwartung - Fremdwartung in Krankenhäusern A.P.Danner, Rombach/Schweiz	107
09.40 h	Instandhalten - Überholen oder Neubeschaffung aus der Sicht des Krankenhaus-Betriebs-Ingenieurs M.Kroll, Berlin	115
10.00 h	Diskussion	
10.20 h	Rechtsvorschriften und Maßnahmen zur Instandhaltung im Krankenhaus aus der Sicht der Unfall-Versicherungsträger E.Lange, Hannover	123
10.40 h	Rechtsvorschriften und Maßnahmen zur Instandhaltung im Krankenhaus aus der Sicht der Staatlichen Gewerbeaufsicht M.Tryzna, Hannover	134
11.00 h	Diskussion	
11.20 h	P a u s e	
Vorsitz:	S.Schuy, Graz, O.Anna, Hannover	
11.40 h	Planung einer zustandsabhängigen Instandhaltung an der Medizinischen Hochschule Hannover R.Kerl, Hannover	141
12.00 h	Datentechnische Voraussetzungen für das Informations- und Instandhaltungs-System (IIS) an der Medizinischen Hochschule Hannover W.Kreinberg, Hannover	159
12.20 h	Anlagenüberwachung in Krankenhäusern mit Mikrocomputern H.Klie, Hannover	168
12.40 h	Diskussion	
13.00 h	Mittag	

Sonnabend-	Nachmittag, 30.4.1977	
Vorsitz:	H.Pfeiff, Gießen, C.Hartung, Hannover	
14.00 h	Anlageninspektion in Krankenhäusern mit Leitsystemen S.Treichl, München	177
14.20 h	Computergestützte Instandhaltung von Labo- ratoriumsgeräten K.Brandstädter, Stuttgart, H.Michel, Giessen	184
14.40 h	Diskussion	
15.00 h	Instandhaltung in englischen Kranken- häusern - ein Überblick J.Knipe, London	191
15.20 h	Betreuung gebäudetechnischer Anlagen durch System Technowart J.A.Schütte, Köln	205
15.40 h	Diskussion	
16.00 h	Instandhaltung im Kreiskrankenhaus Herford W.Knicker, Herford	208
16.20 h	Instandhaltung in einer freigemeinnützigen Anstalt in Bad Kreuznach E.Brede, Bad Kreuznach	223
16.40 h	Diskussion	
17.00 h	E n d e	
Verzeichnis der Autoren und Vorsitzenden		229

Instandhaltung, Begriffe und Definitionen von D. Renkes,
Mülheim-Ruhr

Die DIN 31051 definiert die Begriffe der Instandhaltung naturgemäß in einer Weise, daß die Inhalte zwar allgemeingültig aber kaum allgemeinverständlich sind und darum im Bedarfsfalle durchaus der Erläuterung bedürfen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Norm grundsätzlich zwei Forderungen gerecht werden sollte, der rein sprachlich-begrifflichen Festlegung einzelner Worte als Grundlage der Verständigung primär unter Fachleuten aber auch als Basis, die angeschnittenen Aufgabenkomplexe Nichtfachleuten verständlich zu machen, zum anderen der Gliederung und Einteilung und damit der Ordnung des darzustellenden Sachgebietes, um daraus dann eindeutig und unstrittig die Aufgaben abzuleiten und abgrenzen zu können. Damit wird die Anwendung der genormten Begriffe nicht nur ein Zeichen der Höflichkeit aufgeschlossener, intelligenter Menschen untereinander sondern gleichzeitig ein Zeichen für das Erkennen, Durchdringen und Bewältigen eines Fachgebietes, dem auch außenstehende bescheinigen, daß es ständig wachsende Bedeutung erlangt.

Früher war es üblich, und leider ist es heute auch noch nicht ganz ausgeräumt, daß jeder, der etwas auf sich hält, möglichst eigene Ausdrücke prägen und anwenden will. Insofern ist eine Norm sicherlich ein Eingriff in die freie Persönlichkeitsentfaltung. Wir sollten auch bedenken, daß eine Begriffsnorm keine mathematisch beweisbare logisch zwingende Festlegung ist, sondern daß sie per Übereinkunft und Kompromiß dem Inhalt, der zuerst definiert und festgelegt sein muß, angepaßt bzw. zugeordnet wird. Dabei sollen natürlich Gesichtspunkte berücksichtigt werden, wie Unverwechselbarkeit aber auch in gleicher oder ähnlicher Weise bereits angewandt, eindeutig, gleichzeitig sprachkonform und aussagekräftig. Unter diesen Gesichtspunkten ist die sprachliche Grundlage des Wortes Instandhaltung wie folgt: Der erste Teil des Begriffes "Instand" soll den Bezug herstellen zu Vorstellungen wie: in gutem Zustand, funktionsfähig und damit gleichzeitig die Objekte umreisen, auf die sich dieses Fachgebiet mit seinen Aufgaben beziehen soll. Funktionsfähig soll zum Ausdruck bringen, daß es sich nur um geschaffene, für die Erfüllung eines Verwendungszweckes vorgesehene Güter, die zum Gebrauch und nicht zum Verbrauch bestimmt sind, handelt und nicht um Natur, dafür gibt es Naturschutz und neuerdings Umweltschutz oder um Kunst, deren Restaurierung anderen Fachleuten zusteht und auch nicht um Ruinen, mögen sie noch so erhaltenswert sein. Dies alles soll durch "Instand" angesprochen sein. Haltung, vor allem wenn sie stramm ist, mag zwar bisweilen wünschenswert sein, in unserem Zusammenhang hat es eine andere Bedeutung. Bereits im Mittelalter kannte man in Bergwerken eine sogenannte Wasserhaltung und verstand darunter die Kunst, sich mit allen Fragen des Wassers im Berg auseinanderzusetzen, beginnend mit dem Wissen, wo Wassereintrüche zu

erwarten sein könnten, um die Schächte möglichst dorthin nicht zu legen, denn schon damals galt: vermeiden ist besser als beseitigen. Das Wasser, das dennoch eindrang, mußte gesammelt, hochgepumpt und abgeleitet werden. Und all das gehörte zur Wasserhaltung. und diese Bedeutung des Begriffes "Haltung" ist nicht etwa verlorengegangen oder nur als Fachchinesisch bewahrt worden, heute noch sprechen wir von Viehhaltung und verstehen darunter alles, was mit dem Tier zusammenhängt, von der Aufzucht bis zur Fütterung, von der Unterbringung bis zum Wissen um die spezifischen Verhaltensweisen.

Und genauso soll Haltung in Instandhaltung verstanden werden und das Wort Instandhaltung die korrekte Ansprache sein für den fachlichen Inhalt dieses Fachgebietes, nämlich die Fülle oder Gesamtheit der Maßnahmen, die notwendig sind, einen Sollzustand, d. h. einen aus der Situation und für einen bestimmten Zweck zu fordernden Zustand zu bewahren oder, falls er bereits nicht mehr gegeben ist, wiederherzustellen und einen Istzustand, d. h. einen in einem gegebenen Zeitpunkt bestehenden, tatsächlichen Zustand zu erkennen, zu ermitteln, festzustellen und zu beurteilen. So sagt die Norm. Eine ganze Reihe von Punkten in dieser Aussage verdienen der Beachtung. So gibt es keine Einengung zeitlicher Natur oder sachlicher Art in dem Sinne, Einsatz nur nach eingetretenem Schaden oder während des Stillstandes oder nur während der Nutzungsnebenzeit. Das soll heißen, daß Instandhaltung keine Feuerwehraktionen sind, sondern daß man erwarten darf, daß die Instandhalter sich während der ganzen Zeit, da die Anlagen ihren bestimmungsmäßigen Verwendungszweck erfüllen sollen, sich um diese zu kümmern haben, sie betreuen müssen.

Instandhaltung heißt also nicht mehr bloß, sein Augenmerk auf ausgefallene, nicht mehr funktionsfähige Anlagen oder Bauteile richten und ansonsten froh sein, wenn die Anlagen laufen, sondern sich auch um die in Betrieb befindlichen bemühen, um z. B. deren Verhalten unter Betriebsbedingungen herauszufinden. Ferner wird ein Sollzustand gefordert. Dieser ist keineswegs identisch mit dem Neuzustand, er kann es sein, muß es aber nicht, sondern schließt Umkonstruktionen, Verbesserungen oder auch Anpassungen an Teillast und geringe Ausnutzung ein. Das heißt aber, daß die Instandhaltung sich auch konstruktiv mit den vorhandenen Anlagen auseinandersetzen muß.

Instandhaltung ist folglich als ein Oberbegriff anzusehen, dem alle Aktivitäten zur Betreuung der vorgegebenen Objekte während deren Lebensdauer zugeordnet sind.

Die Objekte dieser Maßnahmen sind, wie oben bereits ausgeführt, geschaffene Güter mit einer Realfunktion, normalerweise quantifizierbar und daher zu messen, mit anderen Worten, die technischen Bestandteile aller der Mittel, die zur autonomen Erfüllung eines Aufgabenkomplexes notwendig sind, oder um mit genormten Begriffen zu sprechen, die Anlagen als technischer

Bestandteil eines Systems. Hierbei ist jedoch folgende Schwierigkeit zu beachten. Ein System ist zwar vom inhaltlichen her festgelegt, aber nicht von seiner Größe. Ein Transportsystem kann sowohl ein radelnder Junge als auch die Deutsche Bundesbahn sein, eine Intensivstation aber auch eine medizinische Hochschule. Es kommt auf den Betrachter, seinen Standpunkt und seine Zielsetzung an, ob ein System oder ein Subsystem 3. Ordnung vorliegt. Immer ist zwar der technische Bestandteil des Systems, sofern es ihn gibt, die Anlage, sie hat nur entsprechend unterschiedliche Dimensionen. Die Anlage des radelnden Jungen ist sein Fahrrad, der Wagenpark, die Gleisnetze die Übertragungsglieder die Anlage der Bundesbahn. Es bietet sich auch an, die Anlagen weiter zu gliedern z. B. in Anlageteile, Gruppen und Elemente, oder zu spezifizieren in Geräte, Maschinen, Apparate. Wichtig ist nur die Einsicht, daß in summa die Anlagen das Ziel der Instandhaltung sind.

Damit rückt die Instandhaltung als selbständige Disziplin in die Verwandtschaft weiterer Sachgebiete, die alle als Ziel die Anlage haben, als da sind Planung und Auswahl von Anlagen für einen vorgegebenen Produktfächer, Errichtung dieser Anlagen - sehr häufig werden diese Bereiche als Neubau ausgewiesen und dem Komplex Investition zugeordnet -, Ermitteln und Überwachen der Leistungsdaten und Kenngrößen von Anlagen, Ersatzinvestitionen und Ausmusterung. Allen Aufgaben gemeinsam sind spezifische Kenntnisse, die notwendig sind, um das Verhalten von Anlagen erkennen, berechnen und beurteilen zu können und die sich grundlegend von dem Wissen unterscheiden, das erforderlich ist für das Betreiben von Anlagen. Die Instandhaltung ist ein autonomer Bestandteil dieses Komplexes.

Bevor ihre Aufgaben näher detailliert werden sei herausgestellt, daß gemäß dem bisher Erläuterten, einige Tätigkeiten nicht der Instandhaltung zuzurechnen sind, wengleich man sie gern mit ihr in Zusammenhang sieht, z. B. gehört die Beschaffung von Material oder Energie und die Versorgung hiermit nicht zu den originären Grundaufgaben einer Instandhaltung, genausowenig wie Sicherheit oder Umweltschutz oder Ergonomie unter Instandhaltung subsummiert werden dürfen. Derartige Vorstellungen entstammen noch einer Zeit der unbeschränkten Hypertrophie der Produkterzeuger oder Betreiber der Anlagen, da alle nicht produktorientierten Tätigkeiten den Hilfsbetrieben zugeteilt waren, denen man aber, wie schon dies Wort zeigt, die Eigenverantwortung absprach. Verantwortung zu fordern und zu übernehmen heißt aber, seine eigenen Grenzen zu kennen und zu akzeptieren. Selbstverständlich kann es aus mancherlei Gründen notwendig sein, personenbezogene Organisation zu betreiben, bei einer sachbezogenen Darstellung sind die Zuordnungen

aufgabengerecht, mit logischer Konsequenz vorzunehmen.

Wir haben gesehen, Instandhaltung umschreibt alle Aktivitäten, die während der Lebenszeit einer Anlage auf diese ausgerichtet sind und an ihr ausgeführt werden. Diese Tätigkeiten und Maßnahmen sind als zweite Ebene der Begriffspyramide aufzugliedern in Inspektion, Wartung und Instandsetzung.

Inspektion sind alle Maßnahmen, seien sie von Menschen ausgeführt oder durch automatische Meßgeräte bewirkt, den Istzustand eines Anlagenteiles oder Elementes festzustellen, zu analysieren und zu beurteilen. Der Istzustand ist der Zustand, in dem sich eine Betrachtungseinheit zu irgendeinem Zeitpunkt, also keineswegs nur kurz vor Ende der Lebensdauer befindet. Konsequenterweise ist Inspektion nicht nur dazu bestimmt, die genaue Zeit eines eintretenden Schadens zu erfassen, um damit einerseits mögliche Lebensdauer voll auszuschöpfen und andererseits Folgeschäden sowohl an anderen Bauteilen als auch am Produkt zu vermeiden, sondern vor allem dazu, Grundlagen zu liefern für das Erkennen des Verhaltens von Anlagen unter realen Betriebsbedingungen, den Abbau des Nutzungsvorrates eines Elementes zu bestimmen, Voraussetzungen, das heißt, die Istzustandsabweichungen quantitativ zu vorgegebenen Zeiten zu ermitteln, Gründe für Unregelmäßigkeiten und Anomalien aufzudecken, Schlüsse daraus zu ziehen und notwendige Maßnahmen abzuleiten und schließlich auch die Zeit der erforderlichen Instandsetzung durch Extrapolation vorzugeben. Damit kommt der bislang kaum anerkannten, zumindest immer noch stiefmütterlich behandelten Inspektion nunmehr fast die zentrale Bedeutung innerhalb der Instandhaltung zu, da nur sie die Basis ist für konstruktive Verbesserung und Schwachstellenbeseitigung und weiterhin für Richtlinien sowohl für den Konstrukteur als für den Betreiber. Sie ist Grundlage für die Planung und Vorbereitung der Instandsetzung und für die richtige Einschätzung der Wirksamkeit der Wartung. Wichtig ist zu beachten, daß hierfür nicht mehr nur eine qualitative Aussage über den Zustand ausreicht, in dem Sinne noch betriebsbereit oder schon geschädigt, sondern nur quantitatives, möglichst gemessenes Ergebnis über ein aussagefähiges Merkmal, und daß dieses nicht mit der linken Hand nebenbei von einem angelernten Mitarbeiter, der auch noch Wartung betreibt, mitgemacht werden kann, sondern des qualifizierten Fachmannes, und genauer und detaillierter Anleitungen bedarf, um wirklich effizient zu sein.

Unter Wartung sind alle die Maßnahmen zu verstehen, die geeignet sind, die Lebensdauer eines Teiles zu verlängern wie Schmieren, Reinigen,

Freihalten von Staub und Feuchtigkeit, aber auch einfache, kurze Tätigkeiten ohne besonderen Materialeinsatz, z. B. Wechsel einer Glühlampe, Nachziehen einer Siebbespannung. Diese Arbeiten sollten zwar sorgfältig durchgeführt werden, bedürfen aber keiner besonderen Fachkunst, es genügt häufig der angelernte Arbeiter.

Immer noch kann man erleben, daß Wartung und Inspektion mit einander vermennt werden. Nach dem bisher Dargelegten ist es ersichtlich, daß dies in hohem Maße unwirtschaftlich, vor allem aber widersinnig ist und nur auf krasse Unkenntnis zurückgeführt werden kann, da die Qualifikationsanforderungen extrem von einander abweichen. Wenn schon kombiniert werden soll, dann bietet sich an Inspektion und Arbeitsvorbereitung zu verbinden und Wartung mit kleinen routinemäßig durchzuführenden Instandsetzungen.

Damit kommen wir zu Instandsetzung, den Maßnahmen zur Wiederherstellung eines Sollzustandes. Früher sagte man gerne Reparatur dazu und heute noch sollte man manchmal basteln sagen, obwohl ich gar nichts gegen Heimwerker habe. Wesentlich ist hier folgendes zu bemerken: Wiederherstellen bedeutet zweierlei, einmal, es muß schon einmal bestanden haben, d. h. Ersterstellung des Nutzungsvorrates kann nicht als Instandsetzung gelten, ja gehört zwingend zur Investition, mag man sich steuerlich entscheiden, wie man will. Man sollte dies bei Vergleichen beachten. Wiederherstellen heißt zum anderen, daß der Nutzungsvorrat, der wieder aufgefüllt werden soll, nicht mehr oder zumindest nur noch unzureichend vorhanden war. Dies engt den Ausführungsfreiraum gewaltig ein. Es kann nicht instandgesetzt werden, was und wann man will, sondern nur das, dessen Sollzustand nicht mehr gegeben ist, dessen Zustand also den Erfordernissen des Betriebes und der Qualität unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit nicht mehr genügt. Denn Sollzustand ist ein festzulegender erforderlicher Zustand, einer der sein soll und kann, solange man Funktionsfähigkeit und Verfügbarkeit erwartet. Man kann also nicht instandsetzen, dessen Sollzustand noch gegeben ist, denn etwas Vorhandenes kann man nicht wiederherstellen.

Wenn man dies einmal richtig verstanden hat, wird man auch leicht einsehen, daß es der vielen schmückenden Beiworte zur Instandsetzung gar nicht bedarf. Was soll z. B. vorbeugende Instandsetzung bedeuten, wem will man vorbeugen, der Instandsetzung selbst, dies müßte man schon sehr zeitig tun wenn es wirkungsvoll sein sollte und fiele dann unter Wartung, denn Instandsetzung vermeiden heißt, Lebensdauer verlängern, oder etwa zukünftigen Instandsetzungen, dann sollte man sich mit Inspektion und ihren Konse-

quenzen wie Schwachstellenbeseitigung auseinandersetzen, oder gar Folgeschäden vorbeugen, die erreicht man am besten durch ordentliche Planung und Arbeitsvorbereitung, die den wirklich optimalen Zeitpunkt und die wirkungsvollste Form der Ausführung festlegt und weniger durch Instandsetzung. Oder betrachten wir geplant oder ungeplante Instandsetzung. Gefordert war die Wiederherstellung eines Sollzustandes und dieser wiederum war ein wohlüberlegter, aufgrund von Entscheidung festgelegter Zustand. Gibt es die ungeplante, wohlüberlegte Entscheidung ? Wir sollten es also wohl bei der schlichten Instandsetzung belassen und uns damit begnügen.

Sicher kann man weitere Fragen stellen, z. B. nach den Ursachen der Instandsetzungen, den Unterschieden in der Ausführung, z. B. material- oder stundenintensiv. Diese Merkmale gehören ihrerseits aber nur auf die nächste Ebene der Begriffs- und Aufgabenhierarchie, und dort müßten auch die anderen Tätigkeiten Inspektion und Wartung noch weitere Spezialisierung und Gliederung erfahren. Im Rahmen dieser Ausarbeitung würde es zu weit führen, auch darauf noch einzugehen, und darum zum Abschluß sei hier noch einmal herausgestellt, der Oberbegriff Instandhaltung bedeutet Betreuen der Anlagen während der gesamten Lebenszeit und wird gegliedert in Wartung, Inspektion und Instandsetzung, und diese Begriffe reichen aus zur präzisen Darstellung eines ganzen Aufgabengebietes.

Dir. Dipl.-Ing. Dieter Renkes
Mannesmannröhren-Werke AG
Wiesenstraße 36
4330 Mülheim-Ruhr

"Organisationsmittel für die Instandhaltung" von H. Grothus, Dorsten

1. Aufgabe

Instandhaltung soll die Summe der durch Instandhaltung, Störungen und Wertminderung verursachten Kosten minimieren. Die Vorbeugende Instandhaltung soll Schwachstellen beseitigen, die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Zustandsverschlechterungen hemmen, Störungsfolgen durch unbeherrschtes Entstehen von Schäden vermeiden und Verzögerungen der Reparaturen durch fehlende Reserveteile begrenzen. Hierfür stehen der Vorbeugenden Instandhaltung zur Verfügung:

- a) Die Beseitigung der Ursachen zu häufiger Schäden (Konstruktionsfehler, Betriebsbehandlungen, Qualität und Quantität des Durchsatzmaterials, Umwelteinflüsse und Interventionen durch Instandhalter).
- b) Periodische Wartung (Schmieren, Konservieren und Reinigen).
- c) Periodische Inspektionen und Instandsetzungen.
- d) Konstruktionsänderungen (Einbau von Monitoren, Redundanz).
- e) Reserveteilbevorratung. - Welche Organisationsmittel können hierbei helfen?

2. Normalschäden und Normalinstandhalteoperationen

Für alle Maßnahmen der Vorbeugenden Instandhaltung muß man die voraussichtlich entstehenden Schäden vorhersagen können. Solche "Normalschäden" können sich auf "Schadensbilder" (Bild 1) oder "Normalbauteile" (Bild 2) beziehen. Die kompakte Schadensnorm der Schadensbilder (Bild 1) gibt an, wie oft im Durchschnitt eines Unternehmens bestimmte Schadensbilder auftreten, ob deren Ausbreitungsgeschwindigkeit verlangsamt werden kann ("direkte Verhütbarkeit") und ob Störungsfolgen unbeherrschten Auftretens durch periodische Instandhaltung verhütet werden können ("indirekte Verhütbarkeit").

Der Normalbauteil-Katalog (Bild 2) bezieht sich dagegen auf Bauteile. Auch er beschreibt alle an einem definierten Bauteil unter definierten Umwelt- und Betriebsbedingungen zu erwartenden Schäden durch Angabe des Schadensortes, der Schadensart und der Schadensrate. Er gibt zusätzlich an, mit welchen periodischen Instandhaltungsmaßnahmen diese Schäden eventuell zu bekämpfen sind, wie oft diese durchgeführt werden sollten, welchen "Beherrschungsgrad" (Anteil der vermiedenen Störungen) man hiermit erzielt, auf welche Warnfrist man den Schaden vorhersehen kann und welche Ausfallrate unbeherrschter Schäden verbleibt.

Nr.	Schadensbild	Mittlere Zeit zwischen 2 Schäden	Nr.	Schadensbild	Mittlere Zeit zwischen 2 Schäden
11	Lockerung	∞	46	Alterung, Flüssigkeiten	4j
12	Bruch	∞	23	Alterung, Gummi, Kunststoff, Leder	4j
13	Verformung	∞	24	Erosion	16j
14	Verlagerung	∞	32	Korrosion, stark	1j
15	Festsitz	∞	32	Korrosion, schwach	4j
16	Verschleiß, Fremdstoff	1j	51	Leiter-Unterbrechung	∞
42	Verschleiß, ungeschmiertes Teil	1j	52	Leiter-Lockerung	∞
31	Verschleiß, Gleitlager Mischreibung	4j	53	Auslösung	∞
21	Verschleiß, Gleitlager und Wälzlager	16j	61	Kontaktschaden, Schwachstrom oder Edelmetall	16j
44	Verunreinigung, stark	1m	83	Kontaktschaden, Kupferkontakt	4j
47	Verunreinigung, schwach	1j	82	Kontaktschaden, Hochspannung	1j
16	Verunreinigung, Verstopfung	∞	81	Kontaktschaden, Gleitkontakt	1j
45	Undichtigkeiten, Relativbewegung	1j	71	Kennlinienabweichung	4j
22	Undichtigkeiten, ohne Relativbewegung	16j	84	Lampenschaden	4j
			63	Durchschlag, feste Isolation	16j
			64	Durchschlag, Isolierflüssigkeit	∞

Bild 1 Normalschäden der Schadensbilder

Konstruktion: ELEKTROMOTOR; ROTIERENDER GENERATOR; STROMBREMSE							Normal-Bauteil-Katalog Nr. 501
Umwelt: NORMAL							
Betrieb: WENIGSTENS EINE STUNDE JE MONAT							
Vorschriften oder V. I. -Relationen: KEINE BESONDEREN; KEINE UNFALLGEFAHREN							Instruktionen
Pos.-Nr.	Schadensort, Schadensart	Schad.-Rate 10 ⁻⁶ h	Vorbeugende Instandhalte-Operation Text	Int. vall Bem.	Beh. Grad	Warn frist h	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
5010101	ANSLS LOCK	1x10 ¹	ANSLS ANZ		1j	0,9	0,1x10 ¹
5010201	KUELF VERU VIEL	5x10 ²	KUELF REI		3M	0,9	0,5x10 ²
5010202	KUELF VERU WENG	5x10 ¹	KUELF REI		1j	0,9	0,5x10 ¹
5010301	LAGER VSLS	1x10 ¹	LAGER PRF VIBR	(H))	3M	0,3 10 ¹	0,7x10 ¹
							BAUGR.VOR-SCHRIFT M1

Bild 2 Normalschäden und -Instandhalteoperationen der Normalbauteile

3. Schwachstellenbekämpfung

"Schwachstellen" sind Bauteile, die häufigere Schäden zeigen, als als Normal-schäden definiert. Man kann sie daher nur aus dem Vergleich des tatsächlichen und normalen Schadensverhaltens identifizieren. Für die Schadenserfassung und Gegenüberstellung bieten sich zwei verschiedene Verfahren an:

Die schriftliche Schadensbewertung, Bild 3, erfaßt alle auftretenden Schäden auf einem Formular. Sie bezeichnet den Schadensort und das Schadensbild (unter Umständen unter Bezugnahme auf den Code des Bildes 1), bewertet die Kosten der Instandhaltung und Störungen, identifiziert die Ursachen eventuell zu häufigen Eintretens, übernimmt aus der Schadensnorm die Normalintervalle, direkte und indirekte Verhütbarkeit und bewertet die effektive Schadenshäufigkeit durch Gegenüberstellung mit der normalen. Durch den "Schadensquotienten" (Verhältnis der Normal- zur Effektivlebensdauer) kann man den Schwachstellencharakter quantifizieren.

4. Planung der Vorbeugenden Instandhaltung

Die periodische Instandhaltung läßt sich schnell mit Hilfe von "Universal-Instandhalteplänen" (Bild 4) bewerkstelligen. Diese beziehen sich auf vollständige Anlagen, die wiederholt in ähnlicher Form vorkommen. Die Pläne berücksichtigen alle verschiedenen konstruktiven Versionen und geben hierfür fertig vorgedruckt die eventuell angebrachten Instandhalteoperationen an. Der Planer streicht bei der Aufnahme der Arbeiten lediglich Operationen aus, die sich auf Bauteile beziehen, welche an der vorliegenden Anlage nicht existieren. Es verbleiben alsdann die auszuführenden Operationen. Mit solchen Universal-Instandhalteplänen läßt sich die Planungsgeschwindigkeit auf etwa 1 Million DM Anlagenwert je Planertag steigern. Universal-Instandhaltepläne liegen vor für alle Haustechnischen Anlagen.

Eine Weiterentwicklung der Universal-Instandhaltepläne stellen die "Universal-Konstruktions-Analysen" dar (Bild 5). Auch sie beziehen sich auf Anlagenarten, die mehrfach, aber in verschiedenen konstruktiven Versionen vorkommen. Sie verwenden die Daten des Normalbauteil-Katalogs (Bild 2). Der Planer ruft die V.I.-Operationen für die Elemente ab, die an der betreffenden Anlage vorkommen. Er klassifiziert die Bedeutung des Teils für die Erzeugung von Störungsfolgen und gibt die Zehnerpotenzen der Reparaturzeiten, Ersatzteil-Beschaffungskosten und Ersatzteil-Bereitstellungszeit an.

Anlage:										
Bauteil:										
Schadensbild:										
Instandsetzungs-Std.:								0,5 - 1 - 2 - 4 - 8 - 16 - 32 - 64 - 128 -		Std.
Störungs-Std.:								0 - 0,25 - 0,5 - 1 - 2 - 4 - 8 - 16 - 32 - 64 - 128 -		Std.
Sch. - Bild Nr.:			direkt verhütbar: ja - nein				indirekt verhütbar: ja - nein			
Lebensdauer:		normal	1w	1m	3m	1j	4j	16j	∞	Schad. - Quot.
		wirklich	1w	1m	3m	1j	4j	16j		
Ursache bei hohem SQ: Betrieb - Durchs' material - Umwelt - Eingriff										
Instandsetzung verzögert durch Ersatzteilmangel: ja - nein						Datum	Instandsetzer			

Bild 3 Schriftliche Schadensbewertung

Universalanlagen-Bezeichnung			
Lufterhitzer und Luftkühler			
Objekt-Bezeichnung			
Operations-Text, Zeit		Häuf.	Aust. Koord.
3.4.12.) Kältemittel, Schmutzfänger: Reinige.		3m	
3.4.13.) Kältemittelverteilung für Luftkühler: Schmiere (a= ...) an Ventilen die Spindeln; betätige Ventile bis zu beiden Endstellungen und suche Undichtigkeiten an Stopfbuchsen; reinige Spindeln an pneumatischen Regelventilen; suche Undichtigkeiten an Spindelaustritt.		3m	
3.4.14.) Wärmemittelverteilung, Umwälzpumpe: Suche an Lagern rumpelndes Geräusch		3m	

Bild 4 Universal-Instandhalteplan

V. I. - Bilanz:									
Universal-Konstr. - Analyse UKA: Nr. 223					Universal-Anl. - Bez.: VENTILATOR MIT EIGEN-ANTRIEB				
Aggregate-Bezeichnung: KONDENSATOR, HAUPTGEBLÄSE									
Inv. -Nr.: 9-105-265					Anlagen-Folgenklasse: 0 / 4				
UKA Teil Nr.	Normal-Bauteil-Katalog Nr.	UKA Teilbez. Normal V. I. - Operation unbeherrschbarer Normalschaden	V. I.	Int. vall	anz' abh' ige Sch' folgen DM 10 ⁻⁶ Std.	zeitabh' ige Sch' folgen DM 10 ⁻⁶ Std.	gesamte Sch' folgen DM 10 ⁻⁶ Std.	V. I. Kosten DM 10 ⁻⁶ Std.	V. I. Relation
(1)	(2)	(3)	(5)	(11)	(19)	(20)	(21)	(23)	(24)
01	5010101	HAUPTMOTOR ANSLS ANZ	1	1J	-	-	-	875	
01	5010201	KUELF REI	1	3M	-	-	-	3 500	
01	5010202	KUELF REI		1J	-	-	-		
02	5010301	LAGER PRF		3M	/				
02	5010302	VIBR (H) LAGER MEL STOS (H)	1	3M	/ 0	100 000	100 000	1 750	57

Bild 6 VI-Bilanz

Material-Bereitstellungs-Bilanz							
Universal-Konstr. - Analyse UKA: Nr. 223				Universal-Anl. - Bez.: VENTILATOR MIT EIGEN-ANTRIEB			
Aggregate-Bezeichnung: KONDENSATOR, HAUPTGEBLÄSE							
Inv. -Nr.: 9-107-265				Anlagen-Folgenklasse: 0 / 4			
UKA Teil Nr.	Normal-Bauteil-Katalog Nr.	UKA Teilbezeichnung NBK Schadensart	Teil Anzahl	Teile Folg. Klass.	Warnfrist Std.	V' zögerungskosten DM 10 ⁻⁶ Std.	Typenbezeichnung
(1)	(2)	(3)	(4)	(12)	(25)	(27)	(3)
02	501 03	HAUPTMOTOR	2	09	1	1 800 000	
01	501 04	LAGER	1	09	4	0	
03	501 05	WICKLUNG	1	09	2	0	
		BUERSTE					

Bild 7 Materialbereitstellungs-Bilanz

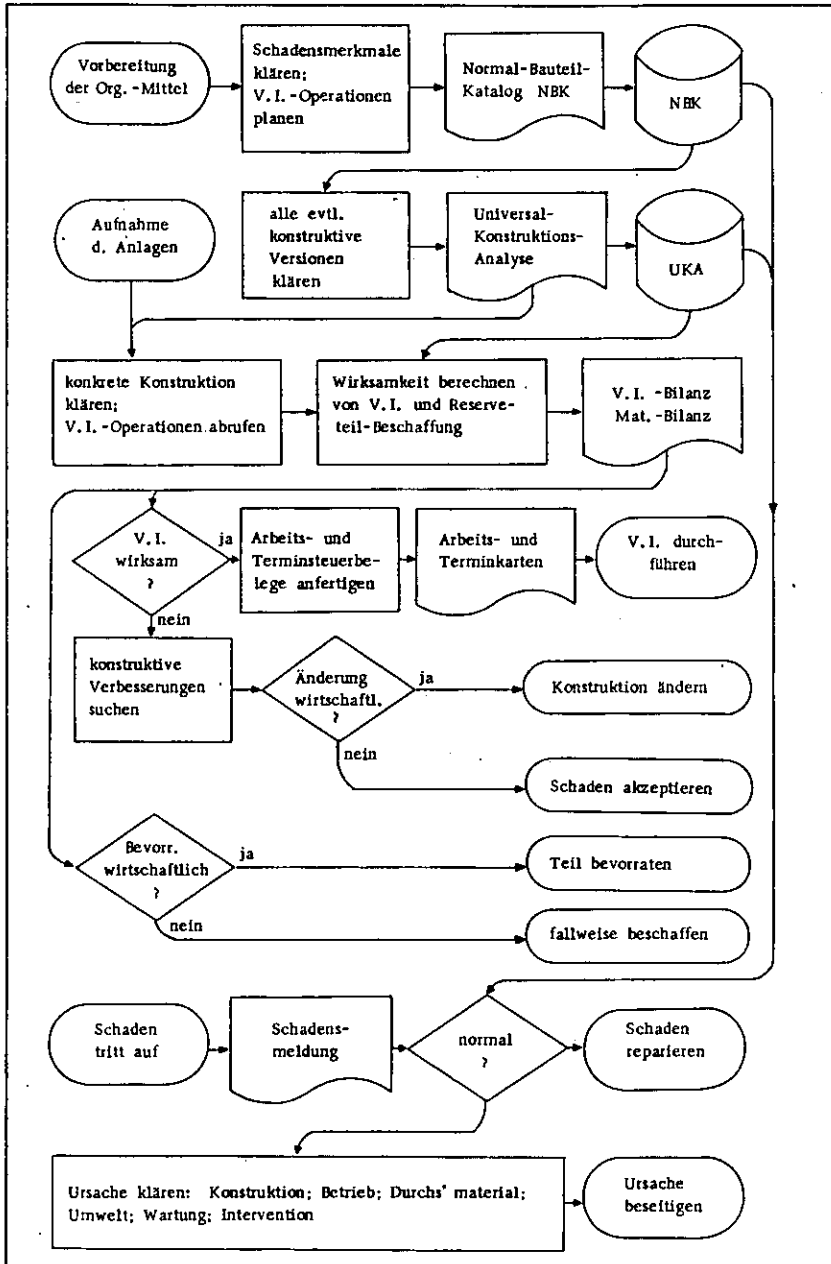


Bild 8 Ablauf der V.I.-Planung

5. Anweisung und Durchführung der Vorbeugenden Instandhaltung

Zur Anweisung der Instandhalteoperationen haben sich kleine Operationskarten (Bild 9) bewährt, die von den Handwerkern bequem in der Brusttasche ihres Arbeitsanzuges mitgenommen und mit einer Hand bedient werden können. Die Texte für diese Operationskarten kann man voll manuell, mit automatischen Schreibmaschinen oder mit der EDV aus den Universal-Instandhalteplänen bzw. Universal-Konstruktions-Analysen übertragen.

Die Terminsteuerung der Arbeiten erfolgt elastisch mit einer Terminkartei, Bild 10. Es wird jeweils nur der nächste Termin, ausgehend vom letzten Erledigungstermin, geplant und durch einen Reiter signalisiert, dessen Farbe die ausführende Fachgruppe und dessen Transparenz den Betriebszustand der zu bearbeitenden Anlage (Stillstand oder Betrieb) signalisiert. Von der Erledigung werden Datum und Name des Mitarbeiters im Inneren der Terminkarte registriert.

161315-22 KUEHLWASSERPUMPE
1S L O,2
MOTOR-KUPPLUNG: PRF SPIL (H 8MM) SUC UNFL (H 2MM)
PUMPE: DICHT PRF NSTB (M 10MM) SUC LECK SUC KORO
LEITUNGS-NETZ: SUC LECK SUC LOKR
MESS-INSTRUMENTE: PRF LESB PREKTN
ABSPERRARMATUREN: TET PRF DICH DICHT PRF NSTB

Bild 9 Operationskarte

Wirtschaftlichkeitsvergleich von Instandhaltungsmaßnahmen

von W. Männel, Dortmund

I. Einführung

Die meisten Maschinen, Apparaturen und anderen Betriebsmittel unterliegen dann, wenn sie benutzt werden, möglicherweise aber auch während ihrer Stillstandszeit gewissen mechanischen, chemischen oder sonstigen Verschleißerscheinungen. Diese zum Teil auf durchaus normale, zum Teil aber auch auf außergewöhnliche Umstände zurückgehenden, aus der Sicht des Anlagenverwenders prinzipiell unerwünschten Veränderungen der stofflich-technischen Beschaffenheit von Betriebsmitteln haben deren ursprüngliche, im Neuzustand gegebenen Fähigkeiten wieder auf. Bei manchen Anlagen und Anlagenelementen geschieht dies allmählich, bei vielen jedoch sprunghaft – derart, daß die betreffende Maschine oder Apparatur plötzlich versagt. Aus solchen nie genau voraussehbaren Anlagenausfällen können dem betreffenden Betrieb erhebliche Schäden erwachsen, zu denen vor allem die durch Produktionsunterbrechungen entgehenden Gewinne, darüber hinaus aber auch noch viele andere wirtschaftliche Nachteile gehören.

Infolge der in nahezu allen Wirtschaftszweigen zu beobachtenden Zunahme der Anlagenintensität sowie infolge der immer mehr fortschreitenden Mechanisierung, Automatisierung und Integration der meisten Produktionsmittel nimmt die Höhe dieser Ausfallschäden immer mehr zu. Dies hat zur Folge, daß heute an die Zuverlässigkeit der Maschinen, Apparaturen und sonstigen Betriebsmittel weit höhere Anforderungen gestellt werden müssen als dies früher, vor dem Beginn der eben angedeuteten Entwicklung erforderlich war. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit von Maßnahmen der Ausfallverhütung und Schadensbekämpfung. Das praktisch bedeutsamste und in der Regel auch wirksamste Mittel zur Erreichung dieses Zieles ist die vorbeugende Instandhaltung. In den USA, aber auch in den hochindustrialisierten Ostblock-Ländern, macht man von dieser Politik der Instandhaltung bereits starken Gebrauch. Bei uns werden ihre Möglichkeiten und Vorteile jedoch bisher nur in wenigen Wirtschaftszweigen wirklich umfassend genutzt. Zahlreiche Betriebe beschränken sich auch heute noch darauf, ihre maschinellen und sonstigen Anlagen erst dann instandzusetzen, wenn sie bereits ausgefallen sind und Schäden der eben angedeuteten Art verursacht haben. In vielen Fällen resultiert ein solches Verhalten einfach daraus, daß die vorbeugende Instandhaltung von vornherein, ohne nähere Überprüfung als zu aufwendig abgetan wird. Meist werden aber auch bei einer eingehenderen Analyse die wirtschaftlichen Vorteile solcher Maßnahmen nicht umfassend gesehen und somit unterschätzt. Auch die effektiv nutzbaren Möglichkeiten einer präventiven Anlagenerhaltungs-Politik sind in der Praxis häufig nicht in ausreichendem Umfang bekannt.

Diese Umstände waren der Anlaß für das Entstehen der vorliegenden Schrift. Mit ihr wird ein zweifaches Ziel verfolgt. In erster Linie soll sie einen einführenden Überblick über die verschiedenen Vorteile und die einzelnen Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung vermitteln sowie auf die wesentlichsten Grundzüge der Planung vorbeugender Instandhaltungsaktionen hinweisen. Darüber hinaus wird mit ihr beabsichtigt, der Praxis die wichtigsten Veröffentlichungen zu diesem Thema – einschließlich der grundlegenden Publikationen über bedeutsame allgemeine Fragen der Instandhaltung – in Form einer nach zahlreichen Sachgebieten differenzierten Bibliographie näher zu bringen¹⁾. Es erschien zweckmäßig, in diese Literatursammlung auch die wichtigsten anglo-amerikanischen Veröffentlichungen einzubeziehen, da man sich in der Vergangenheit gerade in den angelsächsischen Ländern besonders intensiv mit dem hier angesprochenen Fragenkomplex,

speziell mit den ökonomischen Problemen der vorbeugenden Instandhaltung, befaßt hat, so daß viele der dort erschienenen Bücher und Aufsätze für die deutsche Instandhaltungstheorie- und -praxis auch heute noch weitgehend sind. Da die Gliederung des dargebotenen Schriftumsverzeichnis der des Textes weitgehend – wenngleich nicht in allen Einzelheiten – entspricht, wird innerhalb der verbalen Darlegungen auf Literaturverweise nahezu vollständig verzichtet.

In allen Teilen der hier vorgelegten Untersuchung werden weniger die von Branche zu Branche und von Anlage zu Anlage verschiedenen technisch-organisatorischen Aspekte der vorbeugenden Instandhaltung, sondern in erster Linie die wirtschaftlichen Grundlagen der Planung und Durchführung solcher Maßnahmen angesprochen. Dem einführenden Charakter der Schrift entsprechend werden dabei allerdings die zahlreichen in Theorie und Praxis für die rechnerische Lösung verschiedener Entscheidungsprobleme entwickelten mathematischen Modelle nicht im einzelnen dargestellt. Die meisten von ihnen sind dem interessierten Leser aber über die zusammengestellte Bibliographie zugänglich – und im übrigen enthält der Text dieser Schrift einige Beispiele, die die Grundzüge der rechnerischen Lösung wichtiger Planungsprobleme erkennen lassen.

Die primär wirtschaftliche Grundausrichtung der vorliegenden Schrift zielt ganz bewußt auf eine stärkere ökonomische Durchdringung der betrieblichen Anlagenerhaltungs-Politik ab. Sie hat sich vornehmlich aus der Erkenntnis ergeben, daß die Entscheidungen über die Durchführung von Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen in der Praxis hauptsächlich von Ingenieuren und Technikern getroffen werden, denen zwar einerseits die anzuwendenden technischen Instandhaltungs-Verfahren recht gut bekannt sind, von denen aber andererseits zugleich anzunehmen ist, daß sie bestrebt sind, die wirtschaftlichen Aspekte der Instandhaltungsplanung noch näher kennenzulernen.

In dem auf diese Einführung folgenden (zweiten) Kapitel wird zunächst versucht, den Begriff, das Wesen und die verschiedenen Möglichkeiten der vorbeugenden Instandhaltung näher zu umreißen. Das III. Kapitel bringt einen systematischen Überblick über die wichtigsten wirtschaftlichen Vorteile der vorbeugenden Instandhaltung und weist zugleich darauf hin, welche Konsequenzen sich für die Praxis aus der Existenz dieser Vorteile ergeben. Das IV. Kapitel befaßt sich mit der Analyse der Ausfallsursachen, zu der man in der Praxis gezwungen ist, wenn man zum System der vorbeugenden Instandhaltung übergehen will. In diesem Abschnitt wird vor allem auf die verschiedenen Arten und Entstehungsursachen von Anlagenausfällen hingewiesen. Im V. und VI. Kapitel wird versucht, dem Leser einen Überblick über die wichtigsten der praktisch anwendbaren Reparatur- und Inspektions-Strategien zu vermitteln, während im VII. Kapitel die Frage nach dem optimalen Umfang verschleißhemmender Maßnahmen beleuchtet wird. Die speziellen Aufgaben und Probleme der Ablauf- und Bereitstellungsplanung für den Instandhaltungsbereich sind Gegenstand der darauf folgenden Abschnitte. Den Abschluß bildet die im X. Kapitel zusammengestellte Bibliographie.

Wie die vorausgehenden Ausführungen schon erkennen lassen, ist das Buch primär für die Praxis geschrieben. Es wendet sich zwar in erster Linie an die für die Instandhaltungspolitik unmittelbar verantwortlichen Mitarbeiter, doch dürfte es auch einige andere Bereiche und Teilfunktionen des Betriebes – darunter vor allem auch die Arbeitsvorbereitung des eigentlichen Produktionsbereichs, die mit Investitionsproblemen und allgemeinen Wirtschaftlichkeitsanalysen befaßten Stellen einer Unternehmung, den Ein-

¹⁾ Herrn Hermann Lang schuldet der Verfasser großen Dank für seine wertvolle Mithilfe beim Zusammenstellen dieses Schriftums-Verzeichnisses.

kauf, das Rechnungswesen und nicht zuletzt auch die Unternehmensleitung - ansprechen, weil auch die Tätigkeit dieser Betriebsbereiche sehr häufig stark, wenngleich nur mittelbar, von den Entscheidungen über die Instandhaltung und Instandsetzung der Maschinen, Apparaturen, Geräte

usw. beeinflußt wird. Da die Untersuchung nicht auf ganz spezielle Anlagenarten oder -branchen zugeschnitten ist, dürfte ihr Inhalt grundsätzlich auf das Interesse der Anlagenverwender aller Wirtschaftszweige stoßen. Das Manuskript wurde im Juni 1970 abgeschlossen.

II. Begriff, Wesen und Möglichkeiten der vorbeugenden Instandhaltung

In der Praxis und in der Literatur werden unter dem Oberbegriff „vorbeugende Instandhaltung“ normalerweise ganz bestimmte Maßnahmen der Anlagenerhaltung zusammengefaßt, nämlich solche, die mit dem Ziel der Bekämpfung von Ausfallschäden durchgeführt werden. Diese Definition zeigt, daß zur näheren Kennzeichnung der vorbeugenden Instandhaltung eine zweifache Abgrenzung erforderlich ist: einmal ist die Stellung dieser Maßnahmen im System der Anlagenerhaltungsmaßnahmen zu klären, und zum anderen muß gezeigt werden, worin sich die vorbeugende Instandhaltung von anderen Maßnahmen der Ausfallschadens-Bekämpfung unterscheidet.

1. Stellung der vorbeugenden Instandhaltung im System der Anlagenerhaltungsmaßnahmen

Die Maßnahmen der Anlagenerhaltung, für deren Benennung nicht selten auch die Begriffe Anlagenunterhaltung, Erhaltung, Werkserhaltung oder Instandhaltung herangezogen werden, dienen der Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit von Betriebsmitteln. Dazu gehören grundsätzlich nur solche Maßnahmen, die vom Verschleiß der betreffenden Maschinen, Apparaturen, Geräte, Werkzeuge usw. veranlaßt werden. Der Begriff „Verschleiß“ ist in diesem Zusammenhang sehr weit zu fassen, so daß er alle bleibenden, den Eignungswert einer Anlage herabsetzenden Substanzveränderungen umschließt. Unter technologischen Gesichtspunkten muß zwischen dem der Tendenz nach allmählich fortschreitenden Verschleiß und den nur momentan wirkenden, sprunghaften Veränderungen der Anlagensubstanz (die plötzlich in Erscheinung treten) unterschieden werden. Während letztere, zu denen vor allem der Bruch von Gegenständen sowie plötzliche spontane Verformungen u. dgl. zu rechnen sind, gewissermaßen mit „unendlich großer Abnutzungsgeschwindigkeit“ auftreten, stellt der allmählich fortschreitende Anlagenverschleiß eine zeitliche (meist auch räumliche) Aneinanderreihung relativ kleiner Veränderungen der Anlagensubstanz dar.

Werden derartige Veränderungen durch die Nutzung hervorgerufen (Gebrauchsverschleiß), machen sie sich vor allem als mechanischer Verschleiß bemerkbar (in einer sukzessiven Loslösung von Werkstoffteilen aus der Oberfläche des betreffenden Gegenstandes), mitunter aber auch als Korrosion (chemischer Verschleiß), wie dies z. B. bei Gefäßen und anderen Apparaturen der Fall ist. Hinzu kommen allmähliche Zerrüttungen des kristallinen Gefüges, die dann entstehen, wenn eine in ihrem Ausmaß wechselnde Last (Druck, Zug oder dgl.) auf ein Betriebsmittel einwirkt. Bei dem von schädlichen, zersetzenden Umwelt-einflüssen ausgelösten natürlichen Verschleiß, der unabhängig von der Leistungsabgabe der betreffenden Anlage nicht nur innerhalb der Betriebszeit, sondern auch während der Bruchzeit entsteht, überwiegen - ebenso wie beim rein stillstandsbedingten Verschleiß - chemische Veränderungen der Anlagensubstanz. Bedeutend sind jedoch auch sukzessiv zunehmende Verschmutzungen, Verstopfungen und ähnliche Ablagerungserscheinungen, die man unter dem Oberbegriff „Ablagerungsverschleiß“ zusammenfassen kann.

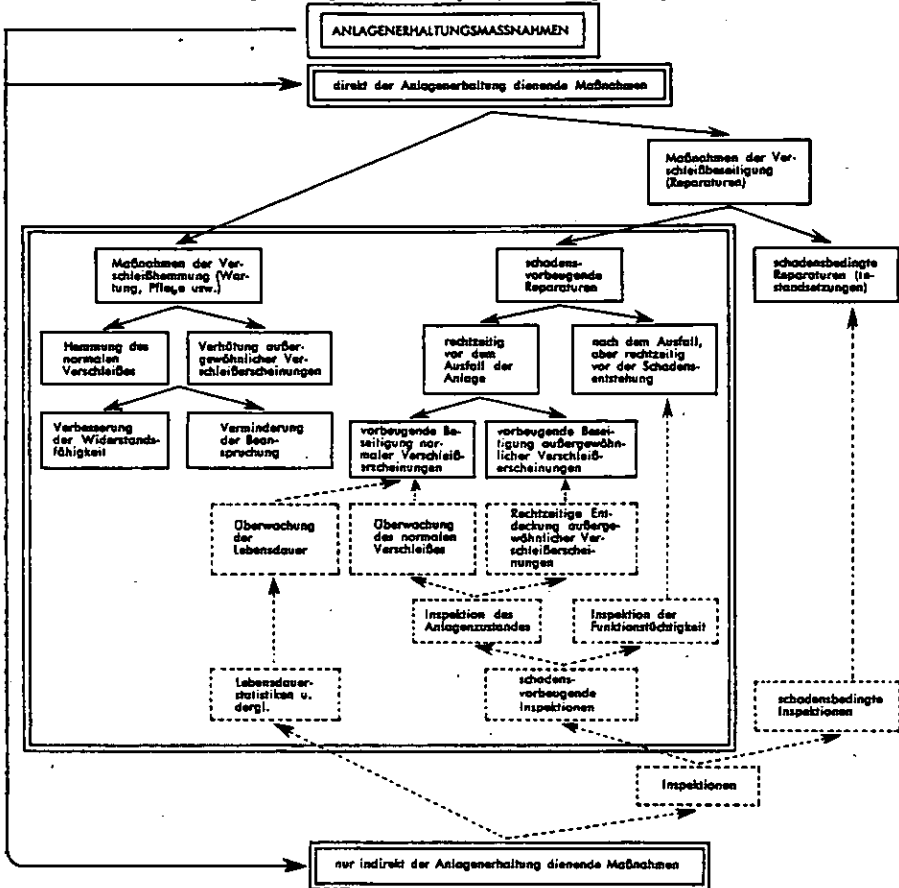
In Abbildung 1 ist das System der Anlagenerhaltungsmaßnahmen dargestellt, wie es sich ergibt, wenn man diese Maßnahmen primär nach dem Einfluß gruppiert, den sie

auf den Verschleiß ausüben. Ansätze zu einer solchen Klassifizierung finden sich vor allem im primär technisch orientiertem Schrifttum. Sie führt zunächst zu der Unterscheidung zwischen direkten und indirekten Anlagenerhaltungsmaßnahmen. Zu ersteren gehören einmal die häufig auch als „Wartung“ oder „Pflege“ bezeichneten Maßnahmen der Verschleißhemmung, die die normale Abnutzung der Anlagen verhindern oder doch wenigstens verlangsamen und außergewöhnliche Verschleißerscheinungen verhüten sollen, und zum anderen die in der Praxis meist als „Reparaturen“ bezeichneten Maßnahmen der Verschleißbeseitigung, die als Ziel die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes der Anlagen und damit zugleich die Wiederherstellung der ehemals effektiv vorhandenen Leistungsfähigkeit dieser Betriebsmittel verfolgen. Später wird nach ausführlich erläutert, welche Möglichkeiten der Verschleißhemmung und Verschleißbeseitigung in der Praxis gegeben sind. An dieser Stelle soll zunächst der Überblick über die grundsätzliche Systematik der Anlagenerhaltungsmaßnahmen abgeschlossen werden, um die Stellung der vorbeugenden Instandhaltung in diesem System zu erläutern.

Speziell in dieser Hinsicht ist die Unterscheidung zwischen schadensvorbeugenden und schadensbedingten Reparaturen von großer Bedeutung. Zur ersten Gruppe zählen all jene Maßnahmen, die so frühzeitig durchgeführt werden, daß das Entstehen von Ausfallschäden vermieden wird. Letztere setzen - wie schon der Name sagt - erst dann ein, wenn durch das Versagen einer Maschine oder eines sonstigen Betriebsmittels schon irgendwelche Schäden entstanden sind. Praktisch läßt sich eine solche Unterscheidung allerdings nur in Bezug auf jene Produktionsmittel treffen, die - beim Erreichen einer bestimmten Lebensdauer oder beim Erreichen eines bestimmten Verschleißstadiums - plötzlich versagen. Daneben gibt es jedoch auch Anlagen (bzw. Anlagenteile), bei denen es mit fortschreitendem Anlagenalter bzw. mit fortschreitendem Verschleiß nur zu einer allmählichen Abnahme der qualitativen oder quantitativen Leistungsfähigkeit (oder zu einem Mehrverbrauch an Einsatzfaktoren) kommt. Hier läßt sich allenfalls dann eine scharfe Grenze zwischen vorbeugenden und schadensbedingten Reparaturen ziehen, wenn von Verwendungszweck jener Betriebsmittel her ganz präzise Normen für das qualitative und quantitative Leistungsergebnis sowie für den Verbrauch an Stoffen, Energien usw. vorgegeben sind.

Die vorbeugenden Reparaturen lassen sich ihrerseits noch weiter in zwei Gruppen untergliedern, nämlich einerseits in solche Maßnahmen, die noch rechtzeitig vor dem Versagen jener Anlage durchgeführt werden, die also dem Ausfall selbst vorbeugen, und andererseits in jene Maßnahmen, die zwar nach dem Ausfall des betreffenden Betriebsmittels, aber dennoch rechtzeitig vor der Entstehung irgendwelcher Schäden durchgeführt werden. Wie später noch ausführlich dargestellt wird, hat diese Art von „rechtzeitigen“ Reparaturen jedoch nur bei den Anlagen praktische Bedeutung, die während ihrer Stillstandszeit ausfallen, sowie bei solchen Anlagen, bei deren Ausfall unverzüglich Reserveanlagen „in Funktion treten“. Das Versagen derartiger Betriebsmittel löst nicht unverzüglich, sondern erst nach einer gewissen Zeit Schäden aus. Diese Schäden

Abb. 1: Stellung der vorbeugenden Instandhaltung im System der Anlagenerhaltungsmaßnahmen



lassen sich prinzipiell auch durch eine „rechtzeitige“ Reparatur der ausgefallenen Anlage – vor ihrem nächsten Einsatz bzw. vor dem Ausfall der Reserveanlage – unterbinden.

Für die indirekten Maßnahmen der Anlagenerhaltung ist in erster Linie kennzeichnend, daß sie die für das Durchführen von Reparaturen notwendigen Informationen liefern. Zu ihnen zählen – neben Lebensdauerstatistiken und ähnlichen Maßnahmen, die als informativ Grundlage für die Planung vorbeugender Reparaturen dienen – vor allem die verschiedenen Arten von Inspektionen. Auch in bezug auf sie kann zwischen schadensvorbeugenden und schadensbedingten Maßnahmen unterschieden werden. Während durch letztere vor allem Art und Umfang der eingetretenen Beschädigungen der Anlagen festgestellt werden sollen, verfolgt die erstgenannte Gruppe von Maßnahmen als Ziel die Überwachung des normalen Verschleißes, die rechtzeitige Entdeckung außergewöhnlicher Verschleißerscheinungen oder die Stillstandszeit irgendwelcher Betriebsmittel eingetreten sind.

Zur vorbeugenden Instandhaltung zählen im weitesten Sinne all jene Maßnahmen, die in Abbildung 1 innerhalb der doppelten Umrahmung stehen, also sämtliche Maßnahmen der Verschleißhemmung, die vorbeugenden Reparaturen sowie die prophylaktischen indirekten Anlagenerhaltungsmaßnahmen. Bei enger Auslegung des Begriffs wird vorbeugende Instandhaltung häufig auch mit der Durchführung vorbeugender Reparaturen (einschließlich der hierfür erforderlichen vorbeugenden Inspektionen und dgl.) gleichgesetzt. Gemeinsam ist all diesen Maßnahmen das oberste Ziel „Verhütung bzw. Verminderung von Ausfallschäden“. Hierin unterscheiden sie sich grundlegend von den schadensbedingten „Instandsetzungen“, deren Charakteristikum darin besteht, daß sie erst dann ausgeführt werden, wenn dem Betrieb, bedingt durch das Versagen einer Maschine, einer Apparatur oder eines sonstigen Betriebsmittels, bereits ein Schaden entstanden ist. Diese Maßnahmen stellen den Gegenbegriff zur vorbeugenden Instandhaltung dar. In der Praxis haben sie um so geringere Bedeutung, je intensiver das betreffende Unternehmen die verschiedenen Möglichkeiten der vorbeugenden Instandhaltung ausschöpft.

2. Abgrenzung der vorbeugenden Instandhaltung gegenüber anderen Maßnahmen der Ausfallschadens-Bekämpfung

Der Begriff vorbeugende Instandhaltung muß auch noch in einer anderen Hinsicht näher abgegrenzt werden - insofern, als das Hauptziel, welches mit der Durchführung dieser Maßnahmen verfolgt wird, (die Verminderung bzw. Vermeidung der Ausfallschäden) unter Umständen auch noch auf anderen Wegen erreicht werden kann, nämlich dadurch, daß man Maßnahmen ergreift, die von vornherein dafür sorgen, daß sich aus dem Versagen einer Anlage keine bzw. nicht so hohe Schäden ergeben. Zu dieser Gruppe von Maßnahmen, die nicht mehr zur vorbeugenden Instandhaltung gerechnet wird, wenigleich sie mit ihr über das gemeinsam verfolgte Ziel eng verwandt ist, gehört vor allem das Bereithalten von Reserveanlagen und Reserveteilen. Eine solche „Redundanz“ läßt sich auf verschiedene Weise erreichen. Zunächst muß man zwischen Element-Reserven und System-Reserven unterscheiden. Während bei letzteren jeweils komplette Anlagensysteme (Anlagengefüge) in Reserve gehalten werden, baut man bei der Elementreserve lediglich Reserven für besonders vom Ausfall bedrohte Anlagenelemente ein. Welcher Effekt hierdurch erreicht wird, hängt von der Zuverlässigkeit sämtlicher Teile des betreffenden Anlagengefüges ab.

Das sei beispielhaft für ein System demonstriert, das aus 3 Teilen (I, II und III) besteht, die unabhängig voneinander versagen, und zwar - ohne Beeinflussung durch ihre Benutzung - rein zufallsbedingt. Für jedes von ihnen sei die „Überlebenswahrscheinlichkeit“ für eine bestimmte Zeitspanne $D_i(t)$ bekannt:

$$\begin{aligned} \text{Teil I: } D_I(t) &= 0,70 \text{ (70\%)} \\ \text{Teil II: } D_{II}(t) &= 0,80 \text{ (80\%)} \\ \text{Teil III: } D_{III}(t) &= 0,90 \text{ (90\%)} \end{aligned}$$

Wenn der Ausfall eines dieser Elemente den Ausfall des gesamten Systems zur Folge hat, ist die „Überlebenswahrscheinlichkeit“ des Systems, also die Wahrscheinlichkeit dafür, daß es während t zu keinen Ausfällen und somit auch zu keinen Ausfallschäden kommt,

$$\begin{aligned} D_S(t) &= D_I(t) \cdot D_{II}(t) \cdot D_{III}(t) \\ &= 0,70 \cdot 0,80 \cdot 0,90 \\ &= 0,504 \text{ (ca. 50\%)} \end{aligned}$$

Würde für das am wenigsten zuverlässige Teil I ein im Notfall sofort in Aktion tretendes Reserveteil installiert, das der gleichen Ausfallgefahr unterliegt wie das in Betrieb befindliche Anlagenelement, so steigt die Wahrscheinlichkeit dafür, daß während t kein Ausfallschaden entsteht, auf¹⁾

$$\begin{aligned} D_S(t) &= (1 - [1 - D_I(t)]^2) \cdot D_{II}(t) \cdot D_{III}(t) \\ &= 0,91 \cdot 0,80 \cdot 0,90 \\ &= 0,655 \text{ (ca. 66\%)} \end{aligned}$$

weil der Ausfall des in Betrieb befindlichen Teiles I unter diesen Umständen allein noch keine Schäden auslöst. Wird auch für die übrigen Elemente jeweils ein unverzüglich einsatzfähiges Exemplar in Reserve gehalten, gilt

$$\begin{aligned} D_S(t) &= (1 - [1 - D_I(t)]^2) \cdot (1 - [1 - D_{II}(t)]^2) \\ &\quad \cdot (1 - [1 - D_{III}(t)]^2) \\ &= 0,91 \cdot 0,96 \cdot 0,99 \\ &= 0,865 \text{ (ca. 87\%)} \end{aligned}$$

Repräsentiert r_i ($i = 1, 2, \dots, m$) die jeweilige Anzahl von Reserven für die einzelnen Elemente eines aus m Teilen bestehenden Systems, so gilt allgemein für die Wahrscheinlichkeit, daß das System während t funktionsfähig bleibt und somit kein Ausfallschaden entsteht,

$$D_S(t) = \{1 - [1 - D_1(t)]^{1+r_1}\} \cdot \{1 - D_2(t)\}^{1+r_2} \cdot \dots \cdot \{1 - [1 - D_m(t)]^{1+r_m}\} \cdot \dots$$

Demgegenüber ergibt sich, wenn man nach dem Prinzip der System-Reserve jeweils ein oder mehrere komplette Systeme in Reserve hält, die beim Versagen des in Betrieb befindlichen Systems nur als Ganzes in Funktion treten können, (so daß die noch brauchbaren Elemente eines ausgefallenen Systems keine Reservefunktion ausüben) für die hier interessierende Wahrscheinlichkeit

$$D_S(t) = 1 - \{1 - [D_1(t) \cdot D_2(t) \cdot \dots \cdot D_m(t)]\}^{1+R}$$

bei
 m = Anzahl der Elemente eines Systems
 R = Anzahl der Reserve-Systeme.

Im hier betrachteten Beispielfall erhält man demnach, wenn nur ein Reserve-System vorgehalten wird,

$$\begin{aligned} D_S(t) &= 1 - \{1 - [0,70 \cdot 0,80 \cdot 0,90]\}^2 \\ &= 0,754 \text{ (ca. 75\%)} \end{aligned}$$

Die vorstehend beschriebenen Ergebnisse werden jedoch nur erzielt, wenn zuverlässige Umschaltvorrichtungen installiert sind, die beim Ausfall eines Elementes bzw. Systems sofort auf das Reserveelement bzw. -System umschalten.

Je mehr Reserve-Systeme - R - installiert werden, desto mehr nähert sich die „Überlebenswahrscheinlichkeit“ des Systems - $D_S(t)$ - dem Wert 1, erreicht ihn aber niemals genau. Die Festlegung von R ist ein Optimalproblem, bei dessen Lösung die mit zunehmendem R steigenden Anschaffungs- und Unterhaltungskosten für Reserve-Systeme gegen die mit zunehmendem R sinkenden Ausfallkosten abgewogen werden müssen.

Neben der bisher beschriebenen Möglichkeit einer „passiven“ („kalten“) Reserve, die durch das Vorhandensein überzähliger, normalerweise nicht benutzter Anlagen gekennzeichnet ist, gibt es auch noch eine „aktive“ („heiße“) Reserve. Damit ist die parallele Produktion einer Reserveleistung gemeint, von der beispielsweise häufig bei der Informationsübertragung Gebrauch gemacht wird, wenn eine Nachricht aus Sicherheitsgründen auf zwei verschiedenen Wegen parallel übertragen wird.

Um die aus Anlagenausfällen möglicherweise resultierenden Schäden zu vermindern, kann man mitunter auch mit anderen Betrieben Verträge abschließen, die für einen solchen Fall den kurzfristigen Fremdbezug der betreffenden Leistungen sicherstellen, wie dies häufig bei der Sicherung der Stromversorgung geschieht. In vielen Industriebetrieben läßt sich die mögliche Höhe von Ausfallschäden auch dadurch vermindern, daß man hinter den besonders störungsanfälligen Maschinen Reserve-Zwischenlager bereithält, die dafür sorgen, daß sich Produktionsunterbrechungen nicht bzw. nur in beschränktem Umfang auf die nachgelagerten Fertigungsstufen des Betriebes übertragen. Einen in annähernd der gleichen Richtung wirksamen Effekt kann man in einigen Fällen dadurch erreichen, daß man statt einer Anlage mit einem großen Kapazitätsquerschnitt mehrere kleine Betriebsmittel derselben qualitativen Leistungsfähigkeit parallel einsetzt. Fällt eine dieser „kleinen“ Anlagen aus, dann wird die Gesamtkapazität des Anlagengefüges, das diese parallel arbeitenden Produktionsmittel bilden, nur um einen entsprechend kleinen Teil vermindert und nicht vollständig aufgehoben, wie dies der Fall wäre, wenn die Gesamtkapazität jener Fertigungsstufe von einer einzigen „großen“ Anlage repräsentiert würde.

Wie später noch ausführlicher gezeigt wird, entstehen beim Versagen mancher Maschinenelemente häufig Fehlleistungen, die für den betreffenden Betrieb nur einen sehr geringen oder gar keinen Nutzen haben. Die ausfallbedingte Entstehung solcher Fehlleistungen läßt sich vielfach da-

¹⁾ Falls man das Versagen stillstehender Reserveanlagen ausschließen kann, ergibt sich ein etwas anderer Ansatz.

durch unterbinden bzw. einschränken, daß man selbsttätige Abstellvorrichtungen bereithält, die den Leistungsprozeß beim Versagen eines für die Leistungsqualität maßgeblichen Anlagenteils sofort unterbrechen. Annähernd gleiche Wirkung haben Geräte, die solche Störungen sofort melden.

Abschließend ist in diesem Abschnitt noch darauf hinzuweisen, daß die mögliche Höhe von Ausfallschäden häufig auch durch präventive Maßnahmen zur Verkürzung ausfallbedingter Produktionsunterbrechungen herabgesetzt werden kann. Hierzu tragen vor allem jene organisatorischen Maßnahmen bei, die die Anwendung besonders schneller Reparaturmethoden sicherstellen. Annähernd den gleichen Effekt kann man häufig dadurch erzielen, daß man ständig eine gewisse Anzahl bereits ausgebesselter Austauschteile auf Vorrat hält, die es erlauben, die eigentliche Instandsetzung eines schadhaft gewordenen Teiles auf später zu verschieben, so daß der Arbeitsprozeß einer ausgefallenen Maschine oder Apparatur nur für die Zeit des Teilewechsels (Demontage und Montage) unterbrochen werden muß. Schließlich sind in diesem Zusammenhang auch noch die Vorteile systematischer Pläne, die die Zeiten für das Suchen der Ausfallursachen verkürzen, besonders hervorzuheben.

In Abbildung 2 sind die vorstehend erwähnten Maßnahmen zusammengefaßt. Sie treten gewissermaßen mit der vorbeugenden Instandhaltung in Konkurrenz. Je mehr man von ihnen Gebrauch macht, um so eher ist es möglich, auf die Einführung der vorbeugenden Instandhaltung zu verzichten bzw. die Intensität der präventiven Anlagenerhaltungsmaßnahmen auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Abb. 2: Überblick über die wichtigsten Maßnahmen zur Verminderung der möglichen Höhe von Ausfallschäden

Bereithalten von Reserveanlagen (Redundanz)

- Elementreserven - Systemreserven
- Aktive Reserven - Passive Reserven

Sicherstellen der Möglichkeit eines kurzfristigen Fremdbezugs

Bereithalten von Lagervorräten hinter den vom Ausfall bedrohten Anlagen

Unterbrechung des Anlagenparks der betreffenden Produktionsstufe (mehrere „kleine“ statt einer einzigen „großen“ Anlage)

Maßnahmen, die das Entstehen ausfallbedingter Fehlleistungen verhindern

- Installation von Geräten, die Störungen sofort melden,
- Installation selbsttätiger Abstellvorrichtungen und dgl.

Präventive Maßnahmen zur Verkürzung ausfallbedingter Produktionsunterbrechungen

- organisatorische Maßnahmen, die die Anwendung besonders schneller Reparaturmethoden ermöglichen,
- Bereithalten von Austauschteilen,
- Erstellen von Plänen, die eine systematische Fehlersuche ermöglichen, und dgl.

3. Überblick über die wichtigsten Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung

a) Vorbeugende Reparaturen

In industriellen Betrieben, die mit der vorliegenden Studie in erster Linie angesprochen werden sollen, erlangen unter den vorbeugenden Reparaturen vor allem jene Maßnahmen große praktische Bedeutung, die dafür sorgen, daß

es überhaupt nicht zum Ausfall eines Betriebsmittels kommt (vorbeugende Reparaturen im engeren Sinne). Ihrer Planung und Realisierung sind allerdings - wie später noch näher ausgeführt wird - praktisch gewisse Grenzen gesetzt, insofern, als nicht alle Ausfälle durch solche Maßnahmen unterbunden werden können. Prinzipiell lassen sich durch vorbeugende Reparaturen nur jene Ausfälle von Maschinen und anderen Apparaturen vermeiden, die sich durch einen allmählich fortschreitenden Verschleiß anbahnen. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß die betreffenden Verschleißerscheinungen wenigstens annähernd voraussehbar sind, bzw. daß ihr Beginn rechtzeitig erkannt wird. Diese Bedingung wird insbesondere von der „normalen“ Abnutzung erfüllt, die bei vielen Maschinen und Apparaturen - bedingt durch den Gebrauch, möglicherweise aber auch durch das bloße Vorhandensein in einer relativ „aggressiven“ Umgebung - auftritt. Wengleich im praktischen Einzelfall niemals eine genaue Prognose über die Geschwindigkeit der Zunahme solcher Verschleißerscheinungen gestellt werden kann, so weiß man andererseits doch, daß mit ihnen gerechnet werden muß. Dem plötzlichen Ausfall von Produktionsmitteln, die sich auf diese Art und Weise abnutzen, kann dadurch vorgebeugt werden, daß man jene Verschleißerscheinungen beseitigt, ehe sie in ihr „kritisches“ Stadium (bei dessen Erreichen die betreffende Anlage versagt) eintreten.

Technisch läßt sich die vorbeugende Beseitigung normaler (bzw. rechtzeitig erkannter außergewöhnlicher) Verschleißerscheinungen nicht nur durch eine „Ausbesserung“ des verschlissenen Gegenstandes erreichen, sondern auch durch einen präventiven „Austausch“ jenes Anlagenteils. Ein solcher vorbeugender Teilewechsel bietet am ehesten die Gewähr einer völligen Wiederherstellung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit des betreffenden Anlagengefüges.

b) Maßnahmen der Verschleißhemmung

Eine Hemmung des normalen Verschleißes kann einerseits durch eine Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Anlagen und andererseits durch eine Verminderung der auf sie einwirkenden Beanspruchung erreicht werden.

Wenn eine Anlage der auf sie einwirkenden Beanspruchung einen größeren Widerstand entgegenzusetzen soll, so müssen hierfür im Prinzip bereits bei der Herstellung, ja eigentlich schon bei der Projektierung und Konstruktion dieses Betriebsmittels, entsprechende Vorkehrungen getroffen werden, vor allem derart, daß man besonders verschleißfeste Werkstoffe bzw. Werkstoffkombinationen (z. B. Legierungen) auswählt, diese sorgfältig verarbeitet und dabei auch eine günstige Oberflächengestaltung herbeiführt. Gleichzeitig muß man im Sinne einer Verschleißhemmung auf längere Sicht dafür sorgen, daß die so gewonnenen Eigenschaften von dem möglicherweise dennoch eintretenden Verschleiß nicht herabgesetzt werden - was beispielsweise bedeutet, daß man zur dauerhaften Hemmung des Reibungsverschleißes möglichst durchgehend gehärtete Teile verwenden muß und keine solchen, die lediglich an der Oberfläche eine höhere Abriebfestigkeit aufweisen.

Die eben erwähnten Möglichkeiten sind grundsätzlich auch beim „Wieder“-Herstellen von Anlagen, also beim Reparieren, zu beachten. Auch im Falle des Fremdbezugs von Anlagen besteht in dieser Hinsicht meist ein gewisser Dispositionsspielraum, insofern, als man in vielen Fällen zwischen unterschiedlich dauerhaften Anlagen bzw. Anlagenteilen wählen kann. Angesichts der Tatsache, daß die Anlagenhersteller heute aus Konkurrenzgründen oft gezwungen sind, für ihre Erzeugnisse eine relativ kurze technische Lebensdauer zu planen, sind der Beschaffung von Anlagen mit besonders viel „eingebauter Verschleißhemmung“ dabei allerdings oftmals verhältnismäßig enge Grenzen gesetzt. Dann kann aber immerhin noch die Möglichkeit einer

nachträglichen Verbesserung der Widerstandsfähigkeit (etwa durch nachträgliches Härten oder dgl.) überprüft werden.

Auch die Beanspruchung der Betriebsmittel läßt sich durch verschiedene Maßnahmen reduzieren. Soll die vom bloßen Vorhandensein der Anlagen hervorgerufene, von der Umwelt ausgehende natürliche Beanspruchung vermindert werden, um den natürlichen Verschleiß der Anlagen zu verlangsamen oder gar völlig zu unterbinden, muß man für günstige Standortbedingungen und Umwelteinflüsse sorgen. Die diesbezüglichen Bemühungen können vielfach einerseits schon bei den (potentiellen) Ursachen einer solchen „umweltbedingten“ Beanspruchung ansetzen, indem beispielsweise die Verunreinigung der Luft durch chemisch aggressive Abgase, Staub usw. von vornherein verhindert wird. Andererseits kann man sich aber auch auf eine „Abschirmung“ schädlicher Umwelteinflüsse beschränken, also darauf, daß man zwischen der „angegriffenen“ Anlage und dem „angreifenden“ Medium eine räumliche Trennung schafft und aufrechterhält. Technisch kann das durch den Einsatz verschiedener Mittel erreicht werden, so etwa – was den Korrosionsschutz betrifft – durch Anstriche, Überzüge, Schutzschichten, Folien u. dgl.

Zur Verminderung der gebrauchsbedingten Beanspruchung im Sinne einer Hemmung des Gebrauchsverschleißes hat man ebenfalls verschiedene Möglichkeiten. Dem Schutz von Behältern und ähnlichen Anlagen, die während der Benutzung von den Stoffen, die sie umhüllen, nur chemisch angegriffen werden, dienen einmal Auskleidungen und ähnliche Abschirmungsmaßnahmen. Daneben kann man aber oft auch die Eigenschaften der zu speichernden oder zu verarbeitenden Stoffe selbst verbessern – etwa derart, daß man sie vor der Berührung mit der Anlage abkühlt oder erhitzt, oder dadurch, daß man ihnen schädliche Bestandteile entzieht (bzw. verschleißhemmende Substanzen zusetzt), die unter Umständen nachträglich wieder beigemengt (bzw. entzogen) werden, falls sich dies im Sinne der Vermeidung einer Beeinträchtigung von funktionellen Eigenschaften der Erzeugnisse als notwendig erweist.

Bei der Hemmung des mechanischen Gebrauchsverschleißes ist in erster Linie an die Verbesserung der äußeren Verschleißbedingungen zu denken, vor allem an die Schmierung. Durch die Verwendung von Schmiermitteln, die gut auf die Bewegungs- und Belastungsverhältnisse abgestimmt sind, sowie durch häufigere Schmierstoffwechsel läßt sich mitunter eine weitgehende Reduzierung der Abnutzungsintensität erreichen. Den gleichen Effekt bewirken jene Maßnahmen, die dafür sorgen, daß zwischen glei-

tende Flächen keine schädlichen Zwischenstoffe, wie Staub, Schmirgel, Zunder, Werkstoff-Späne u. dgl. eindringen, wozu einmal die organisatorischen und technischen Vorkehrungen zur Bekämpfung der Staubentstehung gehören, zum anderen aber auch entsprechende Abschirmungsmaßnahmen, wie etwa das Abdichten von Lagern, die Filterung der Ansaugluft bei Verbrennungsmotoren oder Präbluftwerkzeugen, die Filterung des Treibstoffes, Reinigungsmaßnahmen usw.

Mit den bisher genannten Maßnahmen ist der für eine Hemmung des Verschleißes notwendige Dispositionsspielraum noch nicht erschöpft. Denn auch im Rahmen der Entscheidungen über die Produktionsgeschwindigkeit, die Belastung, die „Fahrweise“ und die sonstigen Nutzungsbedingungen bestehen derartige Einflußmöglichkeiten. So nutzt sich die Maschine oder das Werkzeug unter Umständen erheblich langsamer ab, wenn mit einer günstigen Belastung sowie mit einer niedrigeren Geschwindigkeit „gefahren“ wird und ständige Belastungs- und Geschwindigkeitswechsel sowie häufige Produktionsunterbrechungen vermieden werden. Es leuchtet ein, daß diese Entscheidungen nicht einfach dem Bedienungspersonal überlassen werden dürfen. Vielmehr müssen durch entsprechende Analysen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen die optimalen Nutzungsbedingungen ermittelt und diese dann in Bedienungsanweisungen verbindlich vorgeschrieben werden. Gleichzeitig muß man durch eine entsprechende Auswahl und Schulung des Bedienungspersonals dafür sorgen, daß diese Vorschriften auch eingehalten werden. Dies ist besonders dann erforderlich, wenn die Interessen des Bedienungspersonals mit den Erfordernissen der Verschleißhemmung nicht korrespondieren, also vor allem bei Akkordarbeit, denn hier ist das Bedienungspersonal von sich aus an einer möglichst schnellen Arbeitsausführung interessiert, so daß mit hoher Geschwindigkeit und hoher Belastung „gefahren“ und auf notwendige Pausen zur Abkühlung der Maschinen verzichtet wird. Daher muß man Kontrollen durchführen oder aber das Interesse des Bedienungspersonals an einer sorgfältigen Anlagenbedien-
ung wecken, sei es durch Gewährung von Prämien, dadurch, daß man die einzelnen Maschinen jeweils nur von dem gleichen Arbeiter bedienen läßt, oder durch ähnliche Maßnahmen. Oft kann man den Dispositionsspielraum des Bedienungspersonals auch durch konstruktive Maßnahmen so einengen, daß eine Überbeanspruchung der Anlagen ausgeschlossen ist, beispielsweise durch Überlastungssicherungen, durch „Plombieren“ der Maschine, durch Rutschkupplungen usw., ebenso durch automatische Regelung der Arbeitspausen und durch andere Zwangsläufe.

Abb. 3: Überblick über die wichtigsten Maßnahmen der Verschleißhemmung

VERBESSERUNG DER WIDERSTANDSFÄHIGKEIT

(Prinzipiell bereits bei der Projektierung und Herstellung zu treffende Vorkahrungen)

- Verwendung besonders verschleißfester Werkstoffe bzw. Werkstoffkombinationen,
- Anbringen von Schutzschichten,
- Schaffung einer günstigeren Oberflächengestaltung,
- günstige gegenseitige Abstimmung der stofflichen Eigenschaften von Teilen, zwischen denen bei Benutzung der betreffenden Anlage eine Reibung stattfindet,
- sorgfältigere Herstellung bzw. Wiederherstellung (Reparatur)
- und dgl.

VERMINDERUNG DER BEANSPRUCHUNG

Hemmung des natürlichen Verschleißes

- Präventive Verhinderung des Entstehens „aggressiver“ Umweltbedingungen (z. B. Verhinderung einer Verunreinigung der Luft durch „aggressive“ Abgase, Staub usw.),
- „Abschirmung“ schädlicher Umwelteinflüsse durch Anstriche, Überzüge, Schutzschichten, Folien und ähnliche Maßnahmen des Korrosionsschutzes,
- Ausweichen auf einen Standort, an dem von vornherein günstigere Bedingungen vorliegen.

Hemmung des stillstandsbedingten Verschleißes

- Durchführung von Konservierungsmaßnahmen (Einfetten, Abdecken usw.),
- Aufbewahrung in speziellen Räumen unter besonders günstigen Bedingungen.

Fortsetzung Seite 22

Hemmung des „chemischen“ Gebrauchsverschleißes

- Auskleidung der Produktions- bzw. Lagerbehälter,
- Verbesserung der Eigenschaften der zu verarbeitenden bzw. zu speichernden schädlichen Stoffe durch vorheriges Abkühlen oder Erhitzen, durch vorheriges Entziehen schädlicher Bestandteile, durch vorherigen Zusatz verschleißhemmender Substanzen,
- Schaffung günstiger Produktions- bzw. Lagerbedingungen (z. B. günstige Temperaturen).

Hemmung des „mechanischen“ Gebrauchsverschleißes

- Verwendung von Schmiermitteln, die gut auf die Bewegungsverhältnisse und die stofflichen Eigenschaften der „Bewegungspartner“ abgestimmt sind,
- häufiger Schmierstoffwechsel,
- Bekämpfung der Entstehung von Staub und anderen Luftverunreinigungen,
- Durchführung von Maßnahmen, die dafür sorgen, daß zwischen gleitende Flächen keine schädlichen

„Zwischenstoffe“, wie Staub, Schmirgel, Zunder, Werkstoffspäne und dgl., eindringen (z. B. Abdichten von Lagern, Filterung der Ansaugluft bei Verbrennungsmotoren, Preßluftwerkzeugen und dgl., Filterung des Treibstoffes, häufiges Reinigen usw.),

- Festlegung einer günstigen Produktionsgeschwindigkeit,
- Vermeidung häufiger Geschwindigkeits- und Belastungswechsel,
- Ausarbeitung, verbindliche Vorgabe und regelmäßige Überwachung der Einhaltung von Bedienungsanweisungen,
- sorgfältige Auswahl und Schulung des Bedienungspersonals,
- Gewährung von Prämien für sorgfältige Anlagenbedienung,
- Einengung der Dispositionsmöglichkeiten des Bedienungspersonals durch konstruktive Maßnahmen, die eine Überbeanspruchung der Anlagen unmöglich machen (Anbringung von „Überlastungssicherungen“, Rutschkupplungen und dgl., „Plombieren“ einer Maschine usw.).

Abbildung 3 soll einen zusammenfassenden Überblick über die wichtigsten Möglichkeiten der Verschleißhemmung – insbesondere der Hemmung normaler Verschleißerscheinungen – gewähren.

Auch für die Verhütung außergewöhnlicher Verschleißerscheinungen bieten sich grundsätzlich zwei verschiedene Wege an. So kann man etwa die Stofffestigkeit, Tragfähigkeit, Feuerbeständigkeit und andere Merkmale der Widerstandsfähigkeit von Anlagen gegenüber außerge-

wöhnlichen Beanspruchungen durch konstruktive Maßnahmen verbessern, andererseits aber zugleich auch das Auftreten und Wirksamwerden außergewöhnlicher Beanspruchungen erfolgreich bekämpfen, etwa durch Ausarbeitung bindender Benutzungsvorschriften, durch das Bereithalten von Sicherheitseinrichtungen, welche ein Über die Widerstandsfähigkeit der Anlagen hinausgehendes Ansteigen der Belastung verhindern (wie Überdruckventile, Brechplatten, Schutzschalter, Sicherungen usw.) und durch ähnliche Maßnahmen.

III. Wirtschaftliche Vorteile der vorbeugenden Instandhaltung

Trotz der in nahezu allen Wirtschaftszweigen immer mehr fortschreitenden Mechanisierung und Automatisierung der Produktionsmittel entfalten gegenwärtig nur sehr wenige Betriebe eine ausreichende eigene Initiative auf dem Gebiet der vorbeugenden Anlagenerhaltung. In weiten Bereichen der Industrie beschränkt man sich auch heute noch auf die Durchführung „schadensbedingter“ Instandsetzungsmaßnahmen. Vielfach resultiert ein solches Verhalten daraus, daß man den Nutzen der vorbeugenden Instandhaltung weit unterschätzt. Häufig wird diese Art von präventiven Maßnahmen auch von vornherein – ohne eingehende Analysen – als zu aufwendig abgelehnt. Angesichts dieser gegenwärtig leider immer noch weit verbreiteten Auffassung scheint es notwendig, die Praxis in gründlicher Weise auf die zahlreichen wirtschaftlichen Vorteile der vorbeugenden Instandhaltung aufmerksam zu machen.

1. Wirtschaftliche Vorteile der vorbeugenden Reparaturen

Grundsätzlich erscheint ein Übergang vom Prinzip der schadensbedingten Instandsetzung zu den verschiedenen später noch zu beschreibenden Strategien der vorbeugenden Reparatur nur dann von Nutzen, wenn durch einen solchen Wechsel der Instandhaltungspolitik gewisse Rationalisierungserfolge (also Kostensenkungen oder Ertragssteigerungen) erreicht werden. Dies ist zwar keineswegs bei allen Arten von Maschinen und Maschinenteilen, insgesamt gesehen aber doch recht häufig der Fall, vor allem

deshalb, weil die bei einer völlig „passiven“ Instandhaltungspolitik sehr zahlreich auftretenden Maschinenausfälle vielfach große Folgeschäden verursachen. Diese „Ausfallschäden“ lassen sich durch vorbeugende Reparaturen – zumindest teilweise – verhindern. Darin liegt der hauptsächlichste Vorzug dieser Art von Instandhaltungspolitik begründet.

a) Verhütung von Beschädigungen und Unfällen

Die durch vorbeugende Reparaturen vermeidbaren Ausfallschäden können sehr verschieden sein. Welcher Art sie sind und welches Ausmaß sie annehmen, hängt vor allem von den speziellen Aufgaben ab, die das betreffende Betriebsmittel bzw. das betreffende Anlagenelement im Rahmen des gesamtbetrieblichen Leistungszusammenhangs erfüllen muß. Versagt beispielsweise ein Gefäß, ein Behälter, ein Tragwerk oder ein ähnliches Bauelement, so bedeutet dies, daß Güter, die eigentlich von ihrer Umwelt getrennt bzw. in einer bestimmten Lage gehalten werden sollen, nunmehr mit den umgebenden Medien in Berührung treten bzw. eine andere als die gewünschte Lage einnehmen. In aller Regel hat dies einen mitunter ganz erheblichen Verlust von Werten zur Folge, weil die betroffenen (gelagerten, gehaltenen) Gegenstände selbst beschädigt oder sonstige in ihren Eigenschaften verändert werden oder weil die „Umwelt“, mit der diese Gegenstände nach dem Versagen jener Anlagen unbeabsichtigt in Berührung treten, Beeinträchtigungen erfährt. Diese Gefahren werden beispielsweise dann besonders deutlich, wenn man bedenkt, welche gravierenden Konsequenzen sich ergeben können, wenn ein großer Öltank undicht wird:

Einerseits geht das Öl verloren, und andererseits können durch die Verunreinigung des Grundwassers auch Schäden für Menschen, Fauna und Flora entstehen. Die vorbeugende Reparatur unterbindet solche Zerstörungen oder Beschädigungen. Da beim Ausfall von Betriebsmitteln dieser oder ähnlicher Art unter Umständen auch Menschen verletzt werden können, dient sie zugleich der Unfallverhütung.

b) Vermeidung der unmittelbaren Schäden plötzlicher Produktionsunterbrechungen

Die wirtschaftlichen Vorteile der vorbeugenden Reparaturen sind besonders stark ausgeprägt, wenn befürchtet werden muß, daß der Ausfall eines Anlagegegenstandes eine Unterbrechung des Produktionsprozesses oder eines ähnlichen Vorgangs der Leistungserstellung zur Folge hat. Dies gilt nicht nur für Unternehmungen mit knappen, voll ausgelasteten Kapazitäten, sondern auch für unterbeschäftigte Betriebe und Betriebsbereiche. Denn Leistungen, die infolge des Versagens einer Maschine, Apparaturs oder anderer Produktionsanlagen ausbleiben, können häufig aus absatzwirtschaftlichen oder ähnlichen Gründen nicht mehr nachgeholt werden. Den Betrieben entstehen dadurch unter Umständen erhebliche zusätzliche Kosten (etwa für den kurzfristigen Fremdbezug der betreffenden Leistung). Meist muß jedoch mit dem Entgang von Gewinnen gerechnet werden, wenn sich solche wegfallenden Leistungen nicht kurzfristig auf andere Weise bereitstellen lassen.

In der Praxis werden diese entgehenden Gewinne sehr häufig beträchtlich unterschätzt. Dies liegt letztlich daran, daß die meisten Unternehmungen in ihrem Rechnungswesen auch heute noch mit den traditionellen Methoden der Vollkosten- und Nettoergebnisrechnung arbeiten. Diese herkömmlichen Systeme der Kosten- und Leistungsrechnung verleiten dazu, daß man sich beim Kalkulieren der erfolgsmäßigen Konsequenzen einer Absatzeinbuße an der Höhe der „Netto-Gewinne“, also an der Differenz zwischen den Erlösen und den „vollen“ Selbstkosten der betreffenden Produkte orientiert. Dies muß jedoch zu Fehleinschätzungen führen, weil in den „vollen“ Selbstkosten der einzelnen Leistungsarten in mehr oder weniger großem Umfang zugeschlossene fixe Kosten (und andere Gemeinkosten) enthalten sind, die beim störungsbedingten Ausbleiben irgendwelcher Produktions- und Absatzleistungen keineswegs wegfallen, sondern in unveränderter Höhe weiter vom Betrieb getragen werden müssen. Dies zeigt, daß in Fällen der hier betrachteten Art zwar die vollen Erlöse entgehen, daß aber andererseits nur ein Teil der betrieblichen Gesamtkosten wegfällt, nämlich nur die „variablen“ Kostenelemente. Wenn das Versagen eines Produktionsmittels irgendwelche Absatzeinbußen zur Folge hat, entgeht dem Betrieb also die in der Betriebswirtschaftslehre neuerdings als „Deckungsbeitrag“ bezeichnete Differenz zwischen dem jener Produktart direkt zurechenbaren Erlösen und den für sie direkt erfassbaren variablen Kosten. Dieser „Deckungsbeitrag“ ist als Bruttogewinn um so höher, je höher die Fixkosten des betreffenden Betriebes sind.

Auch die bloße Verzögerung des geplanten Leistungstermines kann in vielen Fällen erhebliche nachteilige Folgen haben, zu denen vor allem die Erlösminderungen wegen verspäteter Lieferung, die zusätzlichen Zahlungen für Schadenersatz, Konventionalstrafe und dgl. gehören. Ebenso müssen in diesem Zusammenhang solche Ertragseinbußen genannt werden, die sich ergeben können, wenn Kunden wegen einer verspäteten Belieferung zukünftige Aufträge streichen. Bereits diese Gründe legen es nahe, vorbeugend zu reparieren, damit unvorhersehbare Leistungsunterbrechungen vermieden werden.

Außerdem spricht hierfür die Tatsache, daß die Termine für das vorbeugende Reparieren von vornherein mit anderen betrieb-

lichen Teilplänen, so vor allem mit dem Bereitstellungsplan, abgestimmt werden können. Auf diese Weise läßt sich beispielsweise verhindern, daß während der Dauer der Reparatur ungenutzte Bereitschaftskosten für das bereitstehende Personal anfallen. Bei einer Beschränkung auf ausfallbedingte Reparaturen ist das in der Regel unmöglich, weil der Zeitpunkt des Versagens von Maschinen und Maschinenelementen – wie später noch näher ausgeführt wird – meist nicht sicher vorausgesehen werden kann und Arbeitskräfte beim plötzlichen Ausfall einer Anlage meist nicht kurzfristig anderweitig eingesetzt werden können. Die Folge ist, daß für die Erstellung der gleichen Gesamtleistung insgesamt höhere Personalkosten nötig sind.

Hinzu kommt, daß auch höhere Kosten des Materialdurchlaufs entstehen, weil die zur Bearbeitung bereitliegenden Rohstoffe oder Halbfabrikate beim plötzlichen Ausfall einer Maschine mehr oder weniger lange „warten“ müssen, so daß oft umfangreiche, nicht geplante Zwischenlager entstehen, die Kapitalbeträge binden und Zinskosten verursachen.

Das Ausmaß der bisher geschilderten Vorteile der vorbeugenden Reparatur läßt sich erst richtig ermessen, wenn man die leistungswirtschaftliche Verflechtung der einzelnen im Betrieb eingesetzten Anlagegegenstände und Anlagengefüge voll in Betracht zieht. Dann zeigt sich, daß durch den Ausfall einer Anlage auch die Leistung anderer Anlagen, in Industriebetrieben unter Umständen sogar die Leistung ganzer Fertigungsstufen, beeinträchtigt werden kann. Am günstigsten sind dabei die Verhältnisse noch dann, wenn nur eines von mehreren parallel arbeitenden Aggregaten ausfällt, weil in diesem Fall der Leistungsstrom der betreffenden Stufe nur gedrosselt, aber nicht völlig lahmgelegt wird. Repräsentiert eine Anlage dagegen eine ganze Fertigungsstufe, so kann der Ausfall eines ihrer Teile möglicherweise eine ganze Fertigungsstraße, je unter Umständen sogar den ganzen Betrieb zum Stillstand bringen. Die Gefahr einer solchen Ausbreitung von Leistungsstörungen auf nach- oder vorgelagerte Produktionsstufen ist stets dann besonders stark ausgeprägt, wenn die einzelnen Anlagen relativ starr verkettet sind, so daß die Möglichkeit der Zwischenlagerung entfällt. Dies trifft insbesondere auf stark mechanisierte bzw. automatisierte Produktionsprozesse zu, wie man sie heute vor allem in der chemischen und pharmazeutischen Industrie aber auch in vielen Betrieben des Maschinen- und Apparatebaus sowie in der elektrotechnischen Industrie und anderen Wirtschaftszweigen vorfindet. Solchen Betrieben, die von den Möglichkeiten der Mechanisierung und Automatisierung besonders stark Gebrauch gemacht haben, muß daher ein Übergang zum System der vorbeugenden Instandhaltung mit besonderer Dringlichkeit angeraten werden.

c) Steigerung der Periodenkapazität durch Senkung der reparaturbedingten Stillstandszeiten

Wird die Leistung einer vollbeschäftigten Anlage, die für den Betrieb einen Engpaß darstellt, unterbrochen, dann hat dies zwangsläufig eine Verminderung der Periodenkapazität des Anlagenparkes zur Folge. Zwar kann auch die vorbeugende Reparatur (von wenigen Ausnahmen abgesehen) nur bei unterbrochenem Leistungsprozeß durchgeführt werden, doch ist die dafür erforderliche Unterbrechungszeit – verglichen mit der für das ausfallbedingte Reparieren notwendigen Produktionsunterbrechung – in den meisten Fällen relativ gering. Sie ist schon deshalb kürzer, weil man im Falle der vorbeugenden Reparatur besser vorbereitet ist. So kann man beispielsweise das Reparaturpersonal und die für die Reparatur erforderlichen Werkzeuge und Ersatzteile noch vor dem Stillsetzen der Anlage an deren Standort befördern. Möglicherweise kann man sogar bei laufender Maschine mit der Reparatur (etwa der Demontage) beginnen. Wartet

man dagegen, bis die Anlage von sich aus versagt, dann fallen diese Arbeiten in die reparaturbedingte Produktionsunterbrechung, die dadurch verlängert wird. Hinzu kommen unter Umständen noch zusätzliche Zeiten für die Aufklärung der Ausfallsursachen. All das bewirkt, daß die vorbeugende Reparatur den Leistungsprozeß der Anlage bei weitem nicht so lange unterbricht wie die ausfallbedingte Beseitigung des Verschleißes.

In vielen Fällen ist für das präventive Reparieren sogar überhaupt keine zusätzliche Produktionsunterbrechung erforderlich. Denn diese planmäßigen Reparaturen kann man häufig zu einer Zeit durchführen, in der die betreffenden Anlagen ohnehin stillstehen, also beispielsweise in Arbeitspausen, nachts, an Sonn- und Feiertagen, in den „toten“ Zeiten der Saison, während der Betriebsferien oder in anderen „Brochzeiten“, was andernfalls nicht möglich ist, weil die Termine für die eben genannten Stillstandszeiten in der Regel festliegen und nicht beliebig – dem Ausfallzeitpunkt gemäß – verschoben werden können.

Das vorbeugende Ausbessern bzw. Austauschen verschlissener Anlagen ermöglicht also unter Umständen eine erhebliche Senkung der Stillstandszeiten. Die daraus resultierende Vergrößerung der Periodenkapazität wirkt sich in entsprechender Weise auf den Erfolg der Unternehmung aus: Man kann die Mehrkosten für den Zukauf von Leistungen bei fremden Betrieben reduzieren bzw. den Anlagenpark verkleinern und damit Kapitalbeträge für andere Verwendungszwecke freisetzen oder aber mit dem gleichen Kapazitätsquerschnitt höhere Umsätze und Gewinne erreichen. Bei der Bewertung dieses Vorteils darf man sich ebenfalls nicht an der Höhe der schon an anderer Stelle kritisierten kalkulatorischen „Netto-Gewinne“ orientieren. Die hier herausgestellten Maßnahmen zeichnen sich ja gerade dadurch aus, daß eine Ausweitung des Produktions- und Absatzvolumens ohne die Anschaffung zusätzlicher Maschinen und ohne die Einstellung zusätzlicher Arbeitskräfte möglich wird. Dies bedeutet, daß prinzipiell keine Erhöhung der kapazitätsbedingten Fixkosten eintritt. Es werden lediglich „ungenutzte“ Fixkosten in „genutzte“ Fixkosten umgewandelt. Als zusätzliche Erfolge solcher Maßnahmen sind die „Deckungsbeiträge“ der zusätzlich absetzbaren Produkte anzusetzen.

d) Vermeidung der Schäden, die durch ausfallbedingte Fehlleistungen entstehen

Der Ausfall eines Anlagegegenstandes muß nicht unbedingt eine Produktionsunterbrechung zur Folge haben. Er kann auch, ohne die Leistungserstellung zu unterbrechen, allein eine sprunghafte Verschlechterung der Qualität dieser Leistung bewirken. Wird die Produktion in diesem Falle nicht vom Bedienungs- oder Überwachungspersonal sofort abgebrochen (was nicht immer gelingt), so entstehen statt der gewünschten Umwandlung, Umformung oder der sonst gewünschten Veränderung Fehlleistungen, wie das etwa bei Stoffumwandlungsprozessen der Fall ist, wenn die Einrichtungen zur Regelung und Steuerung der Verfahrensbedingungen versagen. Der Wert solcher Fehlleistungen liegt oft wesentlich unter dem der geplanten Leistung, nicht selten ist er sogar negativ, etwa dann, wenn beim Versagen eines Produktionsmittels ein völlig unbrauchbares Produkt entsteht, das vernichtet werden muß, oder dann, wenn die Fehlleistung zur Beschädigung anderer Anlagen führt. Ertragseinbußen bzw. der Anfall zusätzlicher Kosten (z. B. für die Ausbesserung mibräterer Produkte oder für die Wiederherstellung bzw. Wiederbeschaffung beschädigter Güter) sind die Folge. Eine rechtzeitige Beseitigung des Verschleißes vor dem „kritischen“ Stadium verhindert diese Schäden. Sie dient damit zugleich der „Gütesicherung“.

e) Senkung der eigentlichen Reparaturkosten

Über die Verhütung der vorstehend beschriebenen Schäden hinaus ist die prophylaktische Beseitigung des Verschleißes oft aber auch allein deshalb vorzuziehen, weil die eigentlichen Reparaturkosten niedriger sind als bei der nachträglichen Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. In manchen Fällen ist das z. B. darauf zurückzuführen, daß ausgefallene Anlagen nicht mehr ausbessert, sondern nur noch ausgetauscht werden können. Bei Fahrzeugen und anderen beweglichen Anlagen muß man, wenn man auf vorbeugende Reparaturen verzichtet, allein deshalb mit höheren Reparaturkosten rechnen, weil die Gefahr besteht, daß diese Anlagen gerade dann ausfallen, wenn sie sich an einem für die Reparatur ungünstigen Ort befinden. Besonders die Kosten „ausbessernder“ Reparaturen sind vielfach niedriger, wenn der Verschleiß schon in einem frühen Stadium beseitigt wird. Zwar sind die Kosten der Demontage und Montage, die Kosten für den Transport von und zur Werkstatt und ähnliche Aufwendungen vom Zustand der verschlissenen Teile weitgehend unabhängig, doch erfordert die Ausbesserung eines nur wenig abgenutzten Gegenstandes meist einen geringeren Aufwand an Stoffen, Mitteln und Kräften als die Ausbesserung einer stark verschlissenen Anlage.

Wenn die Reparaturtermine nicht der Ungewißheit der Zukunft überlassen bleiben, sondern vom Anlagenverwender planmäßig festgelegt werden, wie dies für eine vorbeugende Instandhaltung typisch ist, läßt sich auch eine bessere gegenseitige Abstimmung der verschiedenen Reparaturarbeiten (genauer gesagt, ihrer Termine) erreichen. Einmal kann man bestimmte Reparaturen zeitlich zusammenlegen, wodurch sich oft erhebliche Stillstandszeiten, nicht selten aber auch Kosten für gemeinsame Vorbereitungsarbeiten (wie z. B. Kosten der Demontage, Kosten für die Beförderung der Reparaturobjekte in die Reparaturwerkstatt usw.) einsparen lassen. Außerdem ist es eher möglich, eine günstige Reihenfolge für die Reparaturarbeiten festzulegen, z. B. eine solche, bei der die Wege des Reparaturpersonals zu den Standorten der verschiedenen Anlagen minimal sind. Schließlich fällt zugunsten des vorbeugenden Reparierens auch ins Gewicht, daß man beim Übergang zu einer solchen präventiven Instandhaltungsstrategie die Reparaturstoffe und Ersatzteile rationaler bereitstellen kann. Der unregelmäßige Bedarf an Reparaturmaterialien und Ersatzteilen wird in einen regelmäßigen Bedarf umgewandelt. Auf diese Weise kann man die Lagerhaltung, zu der man bei ungewissem Reparaturbedarf gezwungen ist, reduzieren und die Arbeit des Einkaufs wesentlich günstiger gestalten. Außerdem läßt sich eine gleichmäßigere Ausnutzung der Reparaturkapazitäten, insbesondere des Reparaturpersonals, erreichen, so daß man der Tendenz nach mit einer geringeren Anzahl von Reparaturarbeitern auskommt. Zumindest können die kostspieligen Überstunden reduziert werden, andererseits aber auch die Leerzeiten und solche Zeiten, in denen die Reparaturarbeiter mit „Füllarbeiten“ beschäftigt werden müssen, die ihrer Qualifikation nicht entsprechen.

f) Sonstige Vorteile

Bei vielen Maschinen, Apparaturen und sonstigen Anlagen (bzw. bei deren Elementen) wirkt sich die fortschreitende Abnutzung nicht nur in einer zunehmenden Ausfallgefahr, sondern zugleich in einer allmählichen Abnahme ihrer Leistung aus – z. B. derart, daß ein immer größerer Stoff- oder Energieverbrauch entsteht, oder derart, daß die Arbeitskräfte länger und stärker in Anspruch genommen werden. Mitunter sinken auch Quantität und Qualität der Leistungsergebnisse und damit wiederum die Erlöse des Betriebes mit dem Alter der Maschinen und Apparaturen sukzessive ab. Da vorbeugende Reparaturen prinzipiell früher durchgeführt werden als schadensbedingte Instandsetzungen, mindern sie auch diese nachteiligen Aus-

wirkungen der verschleißbedingten allmählichen Verschlechterung der Leistungsergebnisse.

Schließlich kann in diesem Zusammenhang auch noch darauf hingewiesen werden, daß der Übergang zum System der vorbeugenden Reparaturen normalerweise auch die Dringlichkeit der Durchführung besonderer Maßnahmen zur Verminderung der möglichen Höhe von Ausfallschäden (wie sie im 2. Abschnitt des II. Kapitels beschrieben wurden) herabsetzt. Auf diese Weise trägt die prophylaktische Beseitigung von Verschleißerscheinungen beispielsweise auch dazu bei, daß weniger Reserve-Anlagen und weniger als „Störungspuffer“ dienende Reserve-Zwischenlager bereitgehalten werden müssen.

In Abbildung 4 sind die wichtigsten wirtschaftlichen Vorteile vorbeugender Reparaturen nochmals systematisiert, um einen umfassenden Überblick über diese Vorzüge zu ermöglichen.

2. Wirtschaftliche Vorteile der Verschleißhemmung

Die wirtschaftlichen Vorteile der Verschleißhemmung decken sich zu einem großen Teil mit den Hauptvorteilen des vorbeugenden Reparierens: auch diese Maßnahmen dienen der Bekämpfung der Ausfallschäden. Der Nutzen solcher Maßnahmen, mit denen außergewöhnliche Verschleißerscheinungen verhütet werden sollen, besteht also in erster Linie ebenfalls in der Vermeidung jener leistungswirtschaftlichen Nachteile, die ein außergewöhnlicher Verschleiß zur Folge haben kann (Anlagenausfälle, Betriebsunterbrechungen, Fehlleistungen usw.). Außerdem können aber Betriebe, die derartige Maßnahmen ergreifen, auch mit einer Einsparung von echten Reparaturkosten rechnen, da mit der Verhütung außergewöhnlicher Verschleißerscheinungen auch deren Beseitigung überflüssig wird.

Ähnlich vorteilhaft wirkt sich die Hemmung der verschiedenen Arten des normalen, allmählich fortschreitenden Verschleißes aus, wenngleich sich Maschinenausfälle hierdurch keineswegs in allen Fällen völlig verhüten, sondern oft nur vermindern lassen, weil eine vollständige Unterbindung solcher Verschleißerscheinungen nicht immer gelingt. Dennoch tragen Maßnahmen dieser Art oft zu einer erheblichen Reduzierung der Anlagenausfälle und der daraus resultierenden Schäden bei. Im Übrigen wirken auch sie auf eine Senkung der eigentlichen Reparaturkosten hin, weil sie eine Verlängerung der Reparatur- bzw. Ersatzzyklen ermöglichen. Dies macht deutlich, daß jene Betriebe, die sich um eine intensive Verschleißhemmung bemühen, möglicherweise sogar auf die Durchführung vorbeugender Reparaturen verzichten können. Die beiden Hauptgebiete der vorbeugenden Instandhaltung bedürfen also einer sorgfältigen gegenseitigen Abstimmung.

3. Konsequenzen für Betriebe, die zur vorbeugenden Instandhaltung übergehen wollen

Aus den vorstehenden Darlegungen kann der Schluß gezogen werden, daß sich jene Betriebe, die einen Übergang zur vorbeugenden Instandhaltung erwägen, vor allem bemühen müssen, wenigstens ungefähre Vorstellungen über Art und Ausmaß der möglichen Ausfallschäden zu gewinnen. In dieser Hinsicht erweist sich besonders das Führen von Schadens- und Störungstatistiken von großem Nutzen. Speziell die Aufzeichnungen über den absoluten und relativen Umfang solcher Stillstandszeiten, die vom Ausfall irgendwelcher Anlagen oder Anlagenteile verursacht wurden, lassen sich bezüglich oft wertvolle Schlüsse zu, vorausgesetzt, daß man die aus derartigen „Brachzeiten“ resultierenden Produktionsausfälle richtig – nach den an anderer Stelle (S.23) genannten Grundsätzen – bewertet.

Abb. 4: Überblick über die wichtigsten wirtschaftlichen Vorteile vorbeugender Reparaturen

Verhütung von Unfällen sowie Vermeidung von Zerstörungen und Beschädigungen von Stoffen und Betriebsmitteln

Vermeidung der unmittelbaren Schäden plötzlicher Produktionsunterbrechungen, wie

- Schäden, weil bestimmte Leistungen, die aus abstraktwirtschaftlichen oder sonstigen Gründen nicht aufschiebbar sind, wegfallen:
- entgehende Gewinne,
- zusätzliche Kosten,
- Schäden, die aus der Verzögerung des geplanten Leistungstermins resultieren:
- Erlösminderungen wegen verspäteter Lieferung,
- Ertragsseinbußen, weil der Kunde zukünftige Aufträge streicht,
- Schadensersatz-Zahlungen,
- Konventionalstrafe,
- ungenutzte Bereitschaftskosten für das bereitstehende Personal,
- zusätzliche Kosten für den längeren Materialdurchlauf,
- Schäden durch Übertragung von Störungen auf andere Anlagen und Betriebsbereiche.

Steigerung der Periodenkapazität durch Senkung der reparaturbedingten Stillstandszeiten:

- Man kann sich besser auf die Reparatur vorbereiten,
- es entfallen die Zeiten für das Aufklären der Ausfallursachen,
- möglicherweise kann man mit der Reparatur noch bei laufender Maschine beginnen,
- Verlagerung von Reparaturen in die Arbeitspausen, auf Sonn- und Feiertage, in die Betriebsferien, in die „toten“ Zeiten der Saison,
- zeitliche Zusammenlegung mehrerer Reparaturen,
- dadurch: Absatz- und Gewinnsteigerung bzw. Reduzierung der Investitionsausgaben oder der Kosten für den Fremdbezug.

Vermeidung der Schäden, die durch ausfallbedingte „Fehlleistungen“ entstehen:

- Ausschufkosten,
- Kosten für die Nachbesserung mifbratener Produkte,
- Erlösminderungen wegen zu schlechter Qualität der Endprodukte.

Senkung der eigentlichen Reparaturkosten:

- weil ausgefallene Anlagen oft nicht mehr ausbessert, sondern nur noch ausgetauscht werden können,
- durch Zusammenlegung von Reparaturen (z. B. Einsparung der Kosten für Vorbereitungsmaßnahmen),
- durch bessere Abstimmung mit der Bereitstellungsplanung (z. B. Senkung der Ersatzteillager),
- durch gleichmäßigere Ausnutzung der Reparaturkapazitäten (Vermeidung von Überstunden und „Leerzeiten“).

Sonstige Vorteile:

- Minderung der Nachteile, die aus dem allmählichen Nachlassen der Leistung einer Anlage resultieren,
- es sind weniger Reserveanlagen erforderlich,
- die als „Störungspuffer“ dienenden Zwischenlager können reduziert werden,
- usw.

Solche verhältnismäßig globalen Informationen sind jedoch grundsätzlich nur als erster Anhaltspunkt für weitere differenzierende Überlegungen zu betrachten. Denn die Entscheidung darüber, ob man sich um eine vorbeugende Instandhaltung bemühen soll, kann nicht für den betrieblichen Anlagenpark als Ganzes getroffen werden. Der wirtschaftliche Effekt einer präventiven Anlagenerhaltungspolitik kann von Maschine zu Maschine, ja von Maschinenteil zu Maschinenteil, sehr verschieden sein. Dies macht deutlich, daß die Schadens- und Störungsstatistiken möglichst weitgehend nach Betriebsmitteltypen und Teilearten bzw. nach einzelnen Betriebsbereichen untergliedert werden sollten.

Man sollte sich jedoch nicht generell auf die Auswertung der in solchen Statistiken festgehaltenen Erfahrungen beschränken, sondern die möglichen Konsequenzen des Ausfalls der verschiedenen Anlagen und Anlagenelemente auch grundsätzlich („theoretisch“) überdenken. In diesem Zusammenhang gilt es beispielsweise zu überlegen, ob beim Versagen eines Anlagegegenstandes mit einer Betriebsunterbrechung gerechnet werden muß, welcher Betriebsbereich hiervon betroffen sein wird, wie lange die Unterbrechung der Produktion dauern kann, usw. Ohne solche deduktiven Detail-Analysen kann sich kaum eine brauchbare Vorstellung über die mögliche Höhe der durch eine vorbeugende Instandhaltung vermeidbaren Schäden herausbilden. Letztlich muß angestrebt werden, die verschiedenen im Unternehmen eingesetzten Betriebsmittel nach der möglichen Höhe jener Schäden, die aus ihrem Ausfall resultieren können, zu gruppieren.⁹ In der deutschsprachigen Literatur wird eine derartige Analyse von Grothus vorgenommen. Er versucht, die Bauteile von Werkzeugmaschinen nach ihrer „Schadenschwere“ zu klassifizieren, um damit zu einer Art Dringlichkeitskala für die vorbeugende Instandhaltung zu gelangen. In Abbildung 5 ist dieser „Katalog“ als Beispiel, zugleich aber auch als Anregung für die Praxis, wiedergegeben.

Ebenso wichtig wie die soeben in ihren Grundzügen ange deutete Untersuchung der möglichen Höhe von Ausfall-schäden ist die Analyse der Häufigkeit des Versagens der betreffenden Betriebsmittel. Sie steht in engem Zusammenhang mit der Analyse der Ausfallursachen, auf die im nächsten Abschnitt noch einzugehen ist. An dieser Stelle soll lediglich noch darauf hingewiesen werden, daß die Möglichkeit, Vorteile der vorstehend geschilderten Art erzielen zu können, allein noch kein zwingender Grund dafür ist, daß man sich wirklich für die vorbeugende Instandhaltungs-Strategie entscheidet. Zusätzlich muß auch bedacht werden, daß die Durchführung solcher prophylaktischer Maßnahmen in der Regel auch zusätzliche Kosten auslöst. Das vorbeugende Reparieren erfordert z. B. allein wegen des notwendigen Verzichts auf die Vollausnutzung der Gesamtkapazität der betreffenden Maschinen oder Maschinenelemente gewisse Opfer, außerdem auch wegen des Zwangs zur Beschaffung von Informationen über die Lebensdauer jener Anlagen, wegen der erforderlichen Inspektionen und aus ähnlichen Gründen. Ebenso ist die Hemmung des Verschleißes nicht ohne das Inkraftnehmen zusätzlicher Aufwendungen möglich, weil eine Verbesserung der Widerstandsfähigkeit von Maschinen prinzipiell mit einer Zunahme der Herstellungs- oder Anschaffungskosten verbunden ist und weil auch die Verminderung der Beanspruchung zum vermehrten Einsatz anderer Produktionsfaktoren führt. Trotz des Anfalls dieser und ähnlicher

Abb. 5: Bauteilanalyse als Ausgangspunkt für die Klassifizierung der einzelnen Elemente von Werkzeugmaschinen nach ihrer „Schadenschwere“ – Versuch einer Dringlichkeitskala für die vorbeugende Instandhaltung

1. Teile, die die Unfallsicherheit beeinflussen
Gegengewichte, deren Herabfallen Menschen gefährdet,
Leitern, Bühnen, Geländer für Bedienungs- und Instandhaltungspersonal,
Spannungsführende, der Berührung zugängliche Bauteile (Mittnehmerkabel, Kabelschleppketten, Stromabnehmer, offen verlegte Leitungen, Steckdosen, Lampen),
Schutzabdeckungen über sich bewegenden Werkzeugzeugen und Maschinenteilen,
Sicherheits-Ausschalter (an Schaltschränken, Maschinenschlitten usw.) zum Schutz vor Unfällen, Sicherheitsventile bei Luftverdichtern.
2. Teile, die Maschine, Werkzeug und Werkstück vor Bruch und Verschleiß schützen
Schmiereinrichtungen,
Endschalter zur Begrenzung der Schlittenbewegungen,
Sicherheitskupplungen zur Begrenzung von Schlittenbewegungen (auch Fallschnecken),
Späneabstreifer,
Führungsbahnabdeckungen,
Absaugungen, Luftfilter, Ölfilter,
Vorrichtungen zum Herausreißen von Werkzeugmaschinen bei Stromausfall (an Langdrehmaschinen mit Gewindeschneideinrichtung über Elektrische Welle),
Automatische Überwachungseinrichtungen (Temperatur- und Druckschalter, Kraftmeßdosen).
3. Teile, deren Versagen schwere Schäden anrichtet
Werkzeug- und Werkstückaufnahmen, Reitstock-Klemmungen, Gegengewichtsketten und -seile.
4. Teile, die die Arbeitsgenauigkeit der Maschine unmittelbar beeinflussen
Arbeitsspindeln und Spindelager,
Führungsbahnen und Stellkeile,
Getriebeelemente zum Gewindeschneiden (Gewindespindeln und -muttern),
Schlittenklemmungen,
Spannflächen.
5. Teile, deren Ausfall die Maschine sofort funktionsunfähig macht
Unentbehrliche Bedienungs- und Meßmittel,
Mechanische Antriebs Elemente für Hauptantriebe und unentbehrliche Nebenantriebe,
Elektrische Bauteile für Hauptantriebe und unentbehrliche Nebenantriebe.
6. Teile, deren Ausfall die Funktionsfähigkeit der Maschine behindert, ohne die Arbeitsgenauigkeit zu beeinflussen
Entbehrliche Bedienungs- und Meßmittel, Zubehörteile, Beleuchtungskörper,
Mechanische Antriebs Elemente für entbehrliche Nebenantriebe,
Elektrische Bauteile für entbehrliche Nebenantriebe.

Kosten ist die vorbeugende Instandhaltung jedoch in vielen Fällen die günstigere Strategie. Grundsätzlich läßt sich dies allerdings nur durch einen umfassenden Wirtschaftlichkeitsvergleich feststellen. Dessen Durchführung ist allein deshalb mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil man zu dem Zeitpunkt, da man den Übergang zu einer solchen prophylaktischen Anlagenerhaltungspolitik erwägt, niemals genaue Vorstellungen über die dadurch erziel-

⁹ Für die Erfassung und Auswertung solcher Schäden erweisen sich die „AWF-Maschinenkarten“ als sehr nützlich. Diese Hilfsmittel sind vollständig aufgeführt in dem Heft „Arbeitsergebnisse AWF 1970 – Schriften, Vordrucke, Arbeitsmittelkarten, Arbeitshilfen für die technische Rationalisierung“.

baren Einsparungen haben kann. Streng genommen müßten man, um in dieser Hinsicht zu vollkommeneren Informationen zu gelangen, die wichtigsten Teilpläne des Systems der vorbeugenden Instandhaltung gedanklich vorwegnehmen. Da dies nur in den seltensten Fällen möglich sein

wird, muß man sich in der Praxis bei solchen Entscheidungen normalerweise mit Schätzungen zufrieden geben, die aufgrund der in diesem Abschnitt beschriebenen allgemeinen Vorteile des vorbeugenden Reparierens und der Verschleißhemmung zu bilden sind.

IV. Analyse der Ausfallursachen

Betriebe, die zur vorbeugenden Instandhaltung übergehen wollen, müssen auch die Ursachen des Ausfallens ihrer Maschinen, Apparaturen, Fahrzeuge usw. analysieren. Dies ist vor allem deshalb notwendig, weil sich nicht alle Anlagenausfälle durch prophylaktische Anlagenerhaltungsmaßnahmen verhindern lassen bzw. weil je nach der maßgeblichen Ausfallursache andere Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung zu ergreifen sind. Aus diesen Gründen muß man, ehe man mit der Einführung der vorbeugenden Instandhaltung beginnt, vor allem zu ergründenden versuchen, welche Art von Ausfällen bei den einzelnen Anlagen und Anlagenteilen überwiegt. Im folgenden soll zunächst erläutert werden, welche Erscheinungsformen von Anlagenausfällen im Rahmen einer solchen Analyse zu unterscheiden sind.

1. Überblick über die wichtigsten Entstehungsursachen und Erscheinungsformen von Anlagenausfällen

Nach den Ursachen, die zum plötzlichen Versagen eines Anlagegegenstandes führen, kann man differenzieren zwischen

- (1) Altersausfällen (Driftausfälle, Abnutzungsausfälle, wear-out-failures),
- (2) Zufallsausfällen (chance-failures, random-failures) und
- (3) Frühausfällen (initial-failures).

Altersausfälle treten bei solchen Anlagen bzw. Anlagenteilen auf, die während des Gebrauchs, während der Stillstandszeit oder (bedingt durch die allgemeinen Umweltbedingungen) während der gesamten Kalenderzeit einem normalen Verschleiß unterliegen, der allmählich fortschreitet. Wie eingangs erwähnt, kann es sich dabei um mechanische, chemische oder andere Veränderungen der Anlagensubstanz handeln. Sie lösen zwar in vielen Fällen auch eine allmähliche Abnahme der Leistungsfähigkeit der betreffenden Betriebsmittel aus, doch kann man bei einer großen Zahl von Anlagen bzw. Anlagenteilen auch beobachten, daß diese trotz fortschreitender Abnutzung weiterhin einen unveränderten Nutzen zu stiften vermögen, daß sie aber dann, wenn ihre Abnutzung ein bestimmtes („kritisches“) Verschleißstadium erreicht hat, diese Fähigkeit plötzlich vollständig verlieren. Beim Vorliegen solcher Bedingungen muß von Altersausfällen gesprochen werden.

Zufallsausfälle werden von außergewöhnlichen, zufällig auftretenden, vom Anlagenalter unabhängigen Verschleißerscheinungen (i. w. S.) ausgelöst, die ihrerseits wiederum durch eine außergewöhnliche (Ober-) Beanspruchung hervorgerufen werden, z. B. dadurch, daß die betreffenden Gegenstände im Zusammenhang mit der Benutzung (oder aber auch völlig unabhängig davon) stärker auf Druck, Zug oder dgl. beansprucht werden als dies ihre Widerstandsfähigkeit zuläßt. Ursächlich für derartige außergewöhnliche Verschleißerscheinungen, die Zufallsausfälle auslösen, sind Faktoren, von denen man zwar weiß, daß sie unter Umständen eintreten können, mit denen man aber normalerweise nicht rechnet. Aus diesen Gründen können auch über den Zeitpunkt des Auftretens eines solchen außergewöhnlichen Verschleißes keine konkreten Vorstellungen bestehen, ebensowenig wie über seine Art und seinen Umfang. Meist handelt es sich dabei um plötzliche sprunghafte

Veränderungen der Anlagensubstanz, die gewissermaßen mit „unendlich großer Abnutzungsgeschwindigkeit“ auftreten. Sie führen in den meisten Fällen zum vollständigen Ausfall jenes Betriebsmittels – jedoch nicht immer, denn sprunghafte Veränderungen geringeren Ausmaßes haben, meist nur eine teilweise Verminderung der Nutzenstiftung zur Folge.

Außergewöhnliche Ereignisse – wie etwa das Versagen von Gegenständen, die dem Schutz anderer Anlagen (bzw. Anlagenteile) dienen, oder der Eintritt abnormaler Umweltbedingungen – können auch dazu führen, daß plötzlich ein allmählich fortschreitender Verschleiß einsetzt. Dieser löst, sofern er sich nicht nur in einer allmählichen Verminderung der Leistungsfähigkeit des betreffenden Gegenstandes bemerkbar macht, erst dann einen Anlagenausfall aus, wenn er das „kritische“ Verschleißstadium erreicht hat.

Für Frühausfälle ist typisch, daß sie in den ersten Phasen der Lebensdauer eines Betriebsmittels entstehen. Sie beruhen auf nicht erkannten Fehlern in der Herstellung bzw. Wiederherstellung (Reparatur) der betreffenden Anlagen oder auf anderen Mängeln, die bewirken, daß jene Betriebsmittel von Anfang an eine zu geringe Widerstandsfähigkeit aufweisen. Bedingt durch diese unzureichende Widerstandsfähigkeit kann es zu außergewöhnlichen (normalerweise nicht auftretenden) allmählich fortschreitenden Verschleißerscheinungen kommen, die dann unter Umständen sehr früh zum vollständigen Ausfall der betreffenden Anlagen führen können. Möglicherweise werden Frühausfälle aber auch von einem auf nicht erkannte Herstellungs-, Montage- oder Reparaturfehler zurückzuführenden sprunghaften Verschleiß ausgelöst.

Die vorstehend beschriebenen Typen des Versagens sind nicht bei allen in den Betrieben eingesetzten Anlagen von Bedeutung. Es gibt sogar Anlagen (bzw. Anlagenteile), bei denen es praktisch so gut wie niemals zu einem vollständigen Ausfall kommt, die lediglich – bedingt durch einen sukzessive zunehmenden (gebrauchsbedingten oder natürlichen) Verschleiß – allmählich auf die beschriebene Art und Weise an Leistungsfähigkeit verlieren. Bei diesem Anlagentyp verliert die Unterscheidung zwischen vorbeugenden und schadensbedingten Reparaturen ihren Sinn, da es kein eindeutiges Abgrenzungskriterium gibt. Jedoch bringt auch hier eine planmäßige Festlegung der Reparaturtermine Vorteile.

2. Praktische Feststellung des dominierenden Ausfallursachen

In der Praxis kann man vielfach von der Art der Beschädigung einer ausgefallenen Maschine (von der Veränderung der stofflich-technischen Beschaffenheit des ausgefallenen Maschinenelements) auf den Grund des Versagens schließen. Das technische „Schadensbild“ läßt Schlüsse auf die Entstehungsursachen des Schadens zu. Werden hierüber entsprechende statistische Aufzeichnungen geführt, bilden sich im Laufe der Zeit Erfahrungen über die jeweils dominierenden Ausfallursachen heraus.

Mitunter sind diesem Weg der technischen Schadensanalyse jedoch gewisse Grenzen gesetzt. In solchen Fällen ist es sehr vorteilhaft, wenn für den betreffenden Maschinen- oder Teiltyp wenigstens eine Störungs- bzw. Lebensdauerstatistik vorliegt, aus der die Häufig-

keit des Auftretens von Ausfällen ersichtlich ist. Die Charakteristika solcher Verteilungen spiegeln nämlich meist recht deutlich wider, in welchem Ausmaß Alters-, Zufalls- und Frühausfälle relevant sind. Auch solche Informationen sind um so wertvoller, je stärker man bei ihrer Gewinnung nach einzelnen Anlagenelementen differenziert, je mehr man sich also bemüht, die individuelle Lebensdauer einzelner Maschinen- bzw. Apparateile zu erfassen.

Man kann solche statistischen Aufzeichnungen auf unterschiedliche Weise darstellen und auswerten¹⁾. Man kann einmal - und das drängt sich wohl in erster Linie auf - eine einfache Häufigkeitsverteilung ableiten,

den statistischen Material auch den „Restbestandsverlauf“ jenes Anlagentyps bestimmen. Er gibt den Anteil der jeweils noch funktionierenden („überlebenden“) Anlagen an. Als besonders aussagefähig erweist sich auch die Ermittlung der sogenannten „Ausfallrate“, die angibt, welcher Prozentsatz der „überlebenden“ Anlagen jeweils in der folgenden Phase der Lebensdauer ausfällt bzw. ausgefallen ist.

Anhand von Abbildung 6 soll beispielhaft erläutert werden, inwieweit die typische Gestalt derartigen Statistiken Rückschlüsse auf die praktisch wirksamen Ausfallsursachen zuläßt.

Abb. 6a: Die Streuung der Lebensdauer plötzlich versagender Anlagegegenstände - in Abhängigkeit von den wirksamen Ausfallsursachen

- I - nur altersbedingt ausfallende Anlagen,
- II - alters- oder zufallsbedingt ausfallende Anlagen,
- III - Anlagen, bei denen Alters-, Zufalls- und Frühausfälle auftreten,
- IV - Anlagen, die nur zufallsbedingt ausfallen.

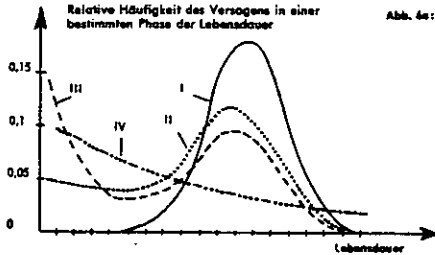


Abb. 6a:

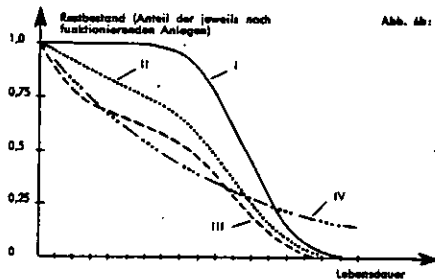


Abb. 6b:

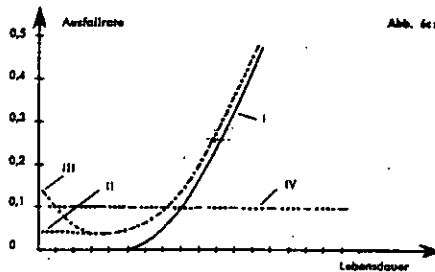


Abb. 6c:

die deutlich macht, wie häufig es vorkommt, daß Anlagen des betreffenden Typs in einer bestimmten Phase der Lebensdauer versagen. Andererseits kann man aus dem glei-

chen Häufigkeitsverteilung der Lebensdauer eines bestimmten Anlagegegenstandes in ihren Grundzügen der Normalverteilung angenähert ist, umso sicherer kann man sein, daß die Gegenstände dieser Art praktisch nahezu ausschließlich infolge eines normalen Verschleißes, also nur altersbedingt versagen. Die Lebensdauerstatistik von Anlagenelementen, bei denen nur Altersausfälle vorkommen, hat also im Prinzip die charakteristische glockenförmige Gestalt (vgl. Linie I in Abb. 6a). Das heißt: von einer Anzahl gleichzeitig in Betrieb genommener Anlagen fallen in den einzelnen aufeinanderfolgenden Phasen der Lebensdauer zunächst immer mehr aus. Nach Erreichen eines Maximums gehen dann die Ausfälle wieder in annähernd der gleichen Weise zurück. Der Restbestandsverlauf hat in etwa die Form der Linie I in Abb. 6b. Die Ausfallrate, die man oft auch als Ausfallneigung bezeichnet, steigt ab einer bestimmten Länge der Lebensdauer progressiv an. Bis dahin ist sie gleich Null (vgl. Linie I in Abb. 6c).

Die Streuung einer solchen Verteilung ist einmal darauf zurückzuführen, daß selbst Anlagegegenstände, von denen man glaubt, sie seien gleich - weil sie aus demselben Werkstoff bestehen, gleich konstruiert sind und vom gleichen Hersteller, möglicherweise sogar aus der gleichen Serie stammen - oftmals erhebliche Unterschiede in ihrer stofflich-technischen Beschaffenheit zeigen, so daß sie auch verschieden widerstandsfähig sind. Maßgeblich für diese Streuung ist andererseits aber auch, daß solche Anlagenelemente - bedingt durch die unkontrollierbaren Umwelteinflüsse, durch die Schwankung der Eigenschaften der be- oder verarbeiteten Werkstoffe sowie durch die wechselnde Sorgfalt des Bedienungspersonals - auch keineswegs gleich stark beansprucht werden.

Treten neben Altersausfällen auch Zufallsausfälle auf und lassen sich diese beim Aufstellen der Lebensdauer-Statistik von ersteren nicht trennen, so nähert sich die Lebensdauer-Verteilung für den betreffenden Gegenstand der Form von Linie II in Abb. 6a. Ihr entspricht der Restbestandsverlauf II in Abb. 6b. Die Ausfallneigung ist unter diesen Umständen wegen der altersunabhängigen Zufallsausfälle von Anfang an positiv. Zunächst ist sie konstant, sobald sich die „Altersausfälle“ bemerkbar machen, steigt sie progressiv an (vgl. Kurve II in Abb. 6c).

Kommt es außerdem auch zu „Frühausfällen“, so ergeben sich für die einfache Häufigkeitsverteilung, den Restbestandsverlauf und die Ausfallneigung Kurvenzüge nach Art der Linie III in Abb. 6a-c. Den Verlauf der Ausfallneigung kann man in diesem Fall in drei Phasen einteilen. In der ersten, meist als „debugging phase“ oder „infant mortality period“ bezeichneten Phase, sinkt die Neigung zum Ausfall, weil die Frühausfälle immer mehr an Bedeutung verlieren. In der darauf folgenden „normal operating period“ (constant failure rate portion, random failure portion), die durch eine annähernd konstante Ausfallneigung gekennzeichnet ist, versagen die Anlagen nur infolge außergewöhnlicher Umstände. Dagegen sind die Ausfälle in der letzten Phase, der sogenannten

¹⁾ Siehe hierzu auch das vom AWF herausgegebene Heft „Mittelwert und Streuung“, im Auftrage der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Statistische Qualitätskontrolle bearbeitet von H.-J. Henning, 3. Aufl. Berlin und Frankfurt a. M. 1966.

„wear-out-period“, hauptsächlich die Folge des normalen Verschleißes, also „Altersausfälle“.

Es gibt auch verschiedene Anlagen und Anlagenelemente, die praktisch nur zufallsbedingt versagen – wie beispielsweise viele Teile großer elektronischer Systeme. Da die Ereignisse, die ein solches Versagen auslösen, jeweils unabhängig vom Zeitpunkt der letzten Störung eintreten, folgen die Ausfälle unter diesen Umständen einer einfachen Exponentialverteilung (Poisson-Verteilung), deren charakteristische Merkmale durch die Linie IV in Abb. 6a-c beschrieben werden. Wie man sieht, ist die „Ausfallrate“ derartiger Anlagegegenstände zu jedem Zeitpunkt gleich groß.

Der Durchführung von Lebensdaueranalysen, wie sie vorstehend angedeutet wurden, kommt nicht nur im Hinblick auf das Erkennen der maßgeblichen Ausfallsursachen große praktische Bedeutung bei. Diese Analysen sind darüber hinaus auch deshalb wichtig, weil sie jene Informationen liefern, die zur Planung der Reparaturzyklen benötigt werden.

3. Möglichkeiten und Grenzen einer Verhütung der verschiedenen Arten von Anlagenausfällen

Die Maßnahmen der Ausfallverhütung, auf die in dieser Schrift aufmerksam gemacht werden soll, müssen stets auf die speziellen Ausfallsursachen des betreffenden Anlagentyps ausgerichtet werden. Dem altersbedingten Versagen von Maschinen, Apparaturen und anderen Betriebsmitteln kann vor allem durch prophylaktische Reparaturen vorgebeugt werden. Zur Verminderung dieser Art von Ausfällen tragen aber auch die an anderer Stelle erläuterten Maßnahmen der Verschleißhemmung bei, wenngleich sich Altersausfälle durch derartige Maßnahmen nicht immer völlig verhindern lassen, weil eine vollständige Unterbindung des Verschleißes nicht in allen Fällen gelingt.

Zufallsausfälle lassen sich nur in seltenen Fällen durch vorbeugende Reparaturen verhüten, nämlich nur dann, wenn sie sich durch solche Verschleißerscheinungen anbahnen, die zwar durch außergewöhnliche Umstände (beispielsweise durch das plötzliche Versagen anderer Anlagegegenstände, die direkt oder indirekt dem Schutz der betreffenden Anlage dienen, oder durch den Eintritt abnormaler Umweltbedingungen) ausgelöst werden, aber dann, wenn sie einmal begonnen haben, allmählich voranschreiten. Hier besteht im Prinzip ebenfalls die Möglichkeit einer prophylaktischen

Verschleißbeseitigung. Um dieses Ziel zu erreichen, muß man allerdings die Beschaffenheit jener Anlage zumindest von Zeit zu Zeit durch Inspektionen überprüfen, da es nur so möglich ist, außergewöhnliche Verschleißerscheinungen, mit denen ja normalerweise nicht zu rechnen ist, rechtzeitig zu erkennen. Bei Zufallsausfällen, die ihre Ursache in momentan wirksamen, sprunghaften Veränderungen der Anlagensubstanz haben (wie Bruch, Stoß und dgl.), scheidet der eben angedeutete Weg aus. Hier bleibt aber immer noch die Möglichkeit, von vornherein dafür zu sorgen, daß es nicht mehr so häufig (oder überhaupt nicht mehr) zu solchen Verschleißerscheinungen kommt, etwa durch die Erhöhung der Stoßfestigkeit und Tragfähigkeit jener Anlagenteile oder durch ähnliche Verhütungsmaßnahmen.

Maßnahmen zur Verhütung von Frühausfällen können bereits bei der Herstellung bzw. Beschaffung der betreffenden Anlagen eingeleitet werden, durch Vorkehrungen, die das qualitative Niveau der Herstellung bzw. der Wiederherstellung (Reparatur) verbessern und auf diese Weise von vornherein dafür sorgen, daß keine Material-, Herstellungs- oder Montagefehler an den Anlagen auftreten. Wie die Praxis zeigt, sind diese Bemühungen aber nicht in allen Fällen völlig ausreichend, weil die Materialien versteckte Fehler enthalten können, weil der Produktionsvorgang nicht völlig beherrscht wird und aus ähnlichen Gründen. Dann hat man jedoch häufig noch die Möglichkeit, eventuell bereits bei der Herstellung oder bei der Reparatur entstandene Fehler durch sorgfältige Prüfungen rechtzeitig (bevor die betreffende Anlage zum Einsatz kommt) zu entdecken. Ähnliche Erfolge können dadurch erzielt werden, daß man – ehe jene Betriebsmittel ihren eigentlichen Funktionen zugewiesen werden – ausgiebige „Probelaufe“ durchführt, die ein „Voraltern“ bewirken. Die Frühausfälle machen sich dann während dieses Probetriebs bemerkbar und nicht während der eigentlichen Benutzung. Ein solches „Voraltern“ – das allerdings aus Kostengründen nicht immer möglich ist – wird z. B. bei Verstärkerröhren durchgeführt, die für Unterwasserfernsprechkabel bestimmt sind. Denn für Elemente dieser Art wird eine ganz besonders hohe Zuverlässigkeit gefordert, weil ein Herausfallen der Kabel aus der Tiefsee zur Auswechslung einer schadhafte Röhre außerordentlich hohe Kosten verursachen würde. Man beobachtet die gefertigten Röhren während eines „Probetriebes“ in der Größenordnung von ungefähr einem Jahr, registriert die Eigenschaften der einzelnen Exemplare und wählt dann die besten von ihnen für den Einsatz in Kabelverstärkern aus.

V. Überblick über die wichtigsten Reparatur-Strategien

Ein wesentliches Merkmal der vorbeugenden Instandhaltung, das sie sehr scharf von der Beschränkung auf schadensbedingte Instandsetzungen unterscheidet, ist ihre Planmäßigkeit, also die Tatsache, daß die einzelnen Maßnahmen – auf Basis gründlicher ökonomischer Analysen – mehr oder weniger lange Zeit im voraus festgelegt werden. Wie die allgemeine Produktionsplanung, so läßt sich auch die Planung vorbeugender Instandhaltungs-Aktionen in drei Teilgebiete untergliedern, in die

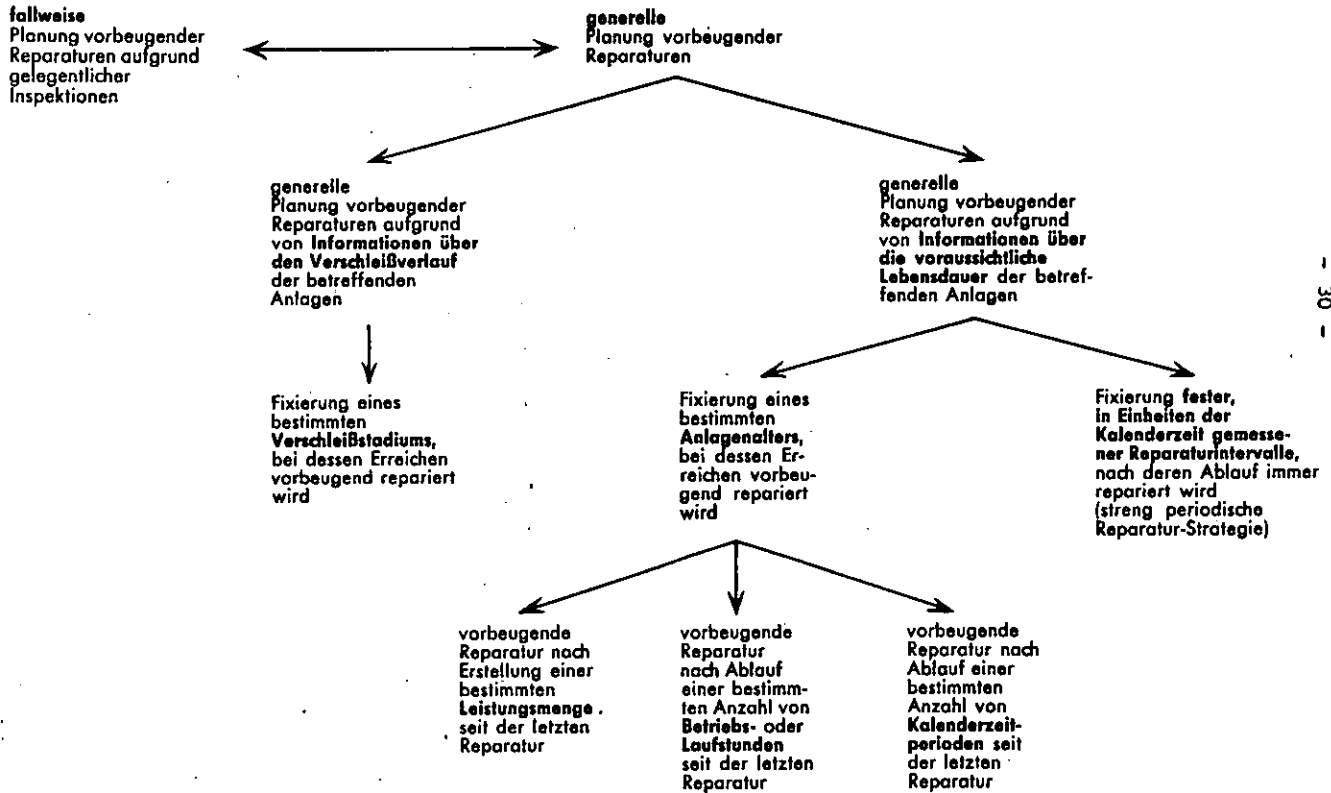
Programmplanung,
Ablaufplanung und
Bereitstellungsplanung.

Die „Programmplanung“, durch die ein mittelfristiger Rahmen für die betrieblichen Instandhaltungsarbeiten geschaffen werden soll, umfaßt die objekt-, art- und mengenmäßige sowie die zeitliche Festlegung der vorbeugenden Anlagenerhaltungsmaßnahmen. Bei ihrer Aufstellung ist

zunächst darüber zu entscheiden, welche Teile des Anlagenparks in die präventive Anlagenerhaltungs-Politik einbezogen werden sollen. Betriebe, die von der schadensbedingten Instandsetzung zur Politik der vorbeugenden Instandhaltung übergehen, sollten ihre diesbezüglichen Bemühungen zunächst auf solche Maschinen und Apparaturen konzentrieren, die besonders störungsanfällig sind und deren Ausfall relativ hohe Schäden verursacht. Denn bei diesen Instandhaltungs-Objekten gewährleistet eine prophylaktische Anlagenerhaltungs-Politik die größten Rationalisierungserfolge. Entscheidungen hierüber müssen jedoch in der Praxis auch davon abhängig gemacht werden, in welcher Zeit und zu welchen Bedingungen sich die für die Planung der Instandhaltungs-Maßnahmen erforderlichen Informationen bei den verschiedenen Anlagenarten beschaffen lassen.

Für die in das planmäßige Instandhaltungs-Programm einbezogenen Anlagen sind

Abb. 7: Fallweise und generelle Planung vorbeugender Reparaturen



1. Art, Häufigkeit und Termine der vorbeugenden Reparaturen,
2. Art, Häufigkeit und Termine prophylaktischer Inspektionen sowie
3. Art und Umfang verschleißhemmender Maßnahmen

zu bestimmen. In der Praxis ist dieser Aufgabenkomplex allein deshalb nicht leicht zu bewältigen, weil zwischen diesen verschiedenen Teilgebieten der Programmplanung häufig gewisse Wechselbeziehungen bestehen, die nicht vernachlässigt werden dürfen. Dies zeigt sich z. B. deutlich, wenn man bedenkt, daß jede Intensivierung abnutzungsmindernder Maßnahmen eine Vergrößerung der Abstände zwischen den vorbeugenden Reparaturen, unter Umständen sogar einen völligen Verzicht auf eine präventive Verschleißbeseitigung, ermöglicht. Allein aus diesem Grund läßt sich die Reparaturpolitik nicht völlig von der Planung verschleißhemmender Maßnahmen trennen. Ein ähnlicher Einfluß auf die Reparatur-Politik geht von der Inspektionsplanung aus. Wie später noch näher ausgeführt wird, kann bei einer gesteigerten Inspektionsstätigkeit häufig das Reparaturprogramm erheblich reduziert werden.

In der vorliegenden Schrift kann das mit den vorstehenden Ausführungen nur angedeutete, oftmals enge ineinandergreifen der verschiedenen Teilaufgaben der Programmplanung des Anlagenerhaltungs-Sektors nicht weiter untersucht werden, da mit ihr in erster Linie ein einführender Überblick über die wichtigsten ökonomischen Einzelfragen der vorbeugenden Instandhaltung gegeben werden soll. In dem Bestreben, diesem Ziel möglichst nahe zu kommen, wird im folgenden zunächst und vor allem auf die verschiedenen Möglichkeiten und Probleme der Terminplanung näher eingegangen, denen aus praktischer Sicht innerhalb der Instandhaltungsplanung die größte Bedeutung zukommt. Hauptaufgabe dieses V. Kapitels ist es daher, einen Überblick über die wichtigsten Reparatur-Strategien zu geben. Den Inspektions-Strategien ist das VI. und der Planung verschleißhemmender Maßnahmen das VII. Kapitel gewidmet.

Reparatur-Strategien sind Regeln, die angeben, bei welchem Anlaß bzw. zu welchem Termin planmäßige Reparaturen durchzuführen sind. In Theorie und Praxis wurden verschiedene Strategien dieser Art entwickelt. Sie lassen sich nach mehreren Gesichtspunkten untergliedern. Die wichtigsten von ihnen sollen in diesem Kapitel zumindest in ihren Grundzügen beschrieben werden.

1. Reparatur-Strategien für „Anlagen mit abnehmender Leistungsfähigkeit“ und „plötzlich versagende Anlagen“

Nach welchen Grundsätzen und für welche Termine Reparaturen festzulegen sind, hängt in sehr starkem Maße von den wirtschaftlichen Auswirkungen jenes Verschleißes ab, der durch die betreffenden Maßnahmen beseitigt werden soll. Wie schon an anderer Stelle angedeutet wurde, muß zwischen zwei grundsätzlich verschiedenen Typen der Verschleißwirkung unterschieden werden. Einerseits gibt es Anlagegegenstände, bei denen mit der allmählichen Zunahme des Verschleißes lediglich eine allmähliche Abnahme ihrer Nutzenstiftung (in Form eines Rückgangs der quantitativen bzw. qualitativen Leistung oder in Form eines Anstiegs bestimmter Kostenarten) eintritt. Solche Gegenstände kann man als „Anlagen mit allmählich abnehmender Leistungsfähigkeit“ bezeichnen. Ihnen stehen die „plötzlich versagenden Anlagen“ gegenüber, die, nachdem sie zunächst (trotz fortschreitender Abnutzung) einen unveränderten Nutzen zu stiften vermögen, beim Erreichen eines bestimmten („kritischen“) Verschleißstadiums, möglicherweise aber auch zu-

fallsbedingt, oder infolge nicht erkannter Herstellungsfehler, ihre Funktionsfähigkeit plötzlich vollständig oder doch zumindest weitgehend einbüßen.

Beim Festlegen des optimalen Reparaturzeitpunktes für Anlagen des ersten Typs ist es zwar einerseits erstrebenswert, einen möglichst großen Abstand zwischen den Reparaturen zu wählen, weil in diesem Falle nur relativ selten repariert werden muß, so daß im Durchschnitt (auf die Periode bezogen) verhältnismäßig niedrige Reparaturkosten entstehen, andererseits ist aber von einer gewissen Länge des Reparaturintervalls an mit jeder weiteren Verlängerung dieses Zyklus eine Verminderung der Leistung oder eine Erhöhung der Betriebskosten in Kauf zu nehmen, die immer stärker ins Gewicht fällt. Diese beiden in Konflikt stehenden Tendenzen müssen zu einem Ausgleich gebracht werden. Ziel der betreffenden Entscheidungen ist normalerweise die Maximierung des durchschnittlichen Gewinns bzw. - wenn sich die verschleißbedingte, sukzessive Abnahme der Nutzenstiftung nur als Anstieg der Betriebskosten jener Anlagen bemerkbar macht - die Minimierung der durchschnittlichen Reparatur- und Betriebskosten pro Zeiteinheit. Zur Erreichung dieses Zieles bieten sich für die Praxis verschiedene Strategien an, z. B. die Fixierung eines bestimmten Nutzen- oder Betriebskostenniveaus, bei dessen Erreichen immer repariert wird, oder die Vorgabe fester, in Einheiten der Kalenderzeit gemessener Reparaturzyklen. Auf diese Einzelfragen soll jedoch hier nicht näher eingegangen werden, weil in dieser Schrift vornehmlich die Planung vorbeugender Reparaturen von „plötzlich versagenden Anlagen“ interessiert. Darauf beschränken sich auch die weiteren Ausführungen.

Die Planung des Zeitpunktes für solche vorbeugenden Reparaturen wäre eine relativ leicht zu lösende Aufgabe, wenn man in der Praxis präzise voraussagen könnte, zu welchem Zeitpunkt der betreffende Anlagegegenstand versagt. Unter diesen Umständen würde man den Verschleiß prinzipiell unmittelbar vor dem erwarteten Zeitpunkt des Ausfalls beseitigen, weil man so einerseits die Totalkapazität jenes Gegenstandes voll ausnutzen, andererseits aber zugleich auch den Anlagenausfall und die daraus resultierenden Schäden vermeiden könnte. Wie schon aus Abschnitt IV, 2. hervorgeht, ist jedoch eine genaue Voraussage des Ausfalltermins von plötzlich versagenden Anlagen (bzw. Anlagenelementen) praktisch niemals erreichbar. Dies hat zur Folge, daß man bei der Festlegung der Termine für die prophylaktischen Reparaturen normalerweise nicht umhin kommt, einen bestimmten Prozentsatz der Gesamtkapazität der betreffenden Anlagegegenstände unausgenutzt zu lassen. Je größer dieser Prozentsatz ist, das heißt, je früher man jeweils repariert, desto seltener wird es zu Ausfällen kommen. Andererseits muß aber unter solchen Umständen auch relativ häufig repariert werden. Schiebt man dagegen die planmäßigen Reparaturen jeweils relativ lange hinaus, so läßt sich in einem großen Teil der Fälle das plötzliche Versagen der Betriebsmittel doch nicht vermeiden.

Dies zeigt, daß man beim Aufstellen der Terminpläne für die vorbeugenden Reparaturen in der Regel ebenfalls einen Kompromiß zwischen zwei gegenläufigen Forderungen schließen muß. Dessen Ziel besteht normalerweise in der Minimierung der für den langfristigen Durchschnitt zu erwartenden Summe aus Reparaturkosten und Ausfallschäden pro Einheit des Reparaturzyklus (z. B. pro Betriebsstunde oder pro Einheit der Kalenderzeit). Interpretiert man die Ausfallschäden, bei denen es sich - wie an anderer Stelle beschrieben - auch um Gewinneinbußen handeln kann, generell als Kosten, so läßt sich die Planung dieser Reparaturtermine in der Regel als reine Kostenminimierungsaufgabe formulieren.

2. Fallweise und generelle Planung vorbeugender Reparaturen

Je nachdem, ob über den Zeitpunkt der Durchführung vorbeugender Reparaturen nur von Fall zu Fall - etwa anlässlich einer Inspektion der stofflich-technischen Beschaffenheit des betreffenden Betriebsmittels - entschieden wird oder ob auf längere Sicht bestimmte Zustände definiert werden, deren Eintreten eine vorbeugende Reparatur auslöst, kann man zwischen einer fallweisen und einer generellen Planung vorbeugender Reparaturen unterscheiden. Abbildung 7 erläutert diese beiden Reparaturstrategien, insbesondere die verschiedenen Unterformen der generellen Reparaturplanung.

Die Strategie der fallweisen Festlegung von Reparaturterminen weist den geringsten Grad an Planmäßigkeit und Regelmäßigkeit auf. Die einzelnen Reparaturen, denen eine Anlage im Zeitablauf unterworfen wird, folgen in unregelmäßigen Abständen aufeinander. Trotzdem bietet grundsätzlich auch diese einfache Form der Reparaturplanung den Hauptvorteil der vorbeugenden Instandhaltung (die Verhütung des Anlagenausfalls und der daraus resultierenden Schäden).

Eine generelle Planung präventiver Reparaturen, die stets auf längere Sicht erfolgt, ist nur dann möglich, wenn entweder die Gesetzmäßigkeiten des Verschleißverlaufs zumindest annähernd bekannt sind oder wenigstens ungefähre Informationen über die voraussichtliche Länge der Lebensdauer des betreffenden Anlagen-typs vorliegen. Im ersten dieser beiden Fälle liegt es - im Sinne einer generellen Planung - nahe, die vorbeugende Reparatur jeweils beim Erreichen eines bestimmten, durch die Anlagenerhaltungspolitik zu fixierenden Verschleißstadiums vorzunehmen. Dies setzt allerdings voraus, daß der Verlauf der Abnutzung des zu reparierenden Gegenstandes für diese Zwecke laufend, zumindest aber in bestimmten (möglichst kurzen) Zeitabständen durch Inspektionen überwacht wird, wie das auch bei einer fallweisen Planung vorbeugender Reparaturen geschehen muß. Der zum Versagen führende allmählich fortschreitende Verschleiß muß sich also äußerlich wahrnehmen lassen, wie dies besonders bei Veränderungen der Form oder des Volumens des betreffenden Anlagegegenstandes möglich ist, wenn dieser zugänglich ist. Zumindest muß die Möglichkeit einer indirekten Kontrolle der Abnutzungserscheinungen (mittels Ultraschall, radiographischer Verfahren oder dgl.) gegeben sein. Da diese Bedingungen praktisch keineswegs immer erfüllt sind und da die eben erwähnten Überwachungsmaßnahmen zudem oftmals recht kostspielig sind, muß man bei der Reparaturplanung nicht selten ohne eine Beobachtung des Abnutzungsverlaufs der zu reparierenden Anlage auskommen. Unter diesen Umständen kann man sich nur am Ausmaß und der Art der auf die Anlage einwirkenden Beanspruchung orientieren. Da Variationen der Beanspruchungsstärke nur selten laufend registriert werden können und da abgesehen davon meist über den Einfluß solcher Schwankungen auf die Abnutzungsgeschwindigkeit auch keine brauchbaren Informationen zu erlangen sind, bleibt in diesen Fällen oft nichts anderes übrig, als allein von der erwarteten Lebensdauer jener Anlagen (bzw. Anlagenelemente) auf den vermutlichen Ausfallzeitpunkt zu schließen.

Solche Informationen über die Länge der Lebensdauer von Anlagen lassen sich am besten gewinnen, wenn man bereits über ausreichende, in Statistiken (Anlage-Sterbetafeln) festgehaltene Erfahrungen mit Gegenständen der betreffenden Art verfügt, die auch für deren zukünftigen Einsatz repräsentativ sind und somit auf die Zukunft extrapoliert und den Reparaturplanungen zugrunde gelegt werden können. Bestehen keine derart günstigen Verhält-

nisse, so bleibt immer noch die Möglichkeit, durch Standzeitversuche oder durch besondere stichprobenweise Kontrollen des Verschleißverlaufs von Versuchsanlagen Anhaltspunkte über die voraussichtliche Lebensdauer zu gewinnen. Manchmal kann man entsprechende Angaben auch von anderen Betrieben erhalten oder von den Herstellern der betreffenden Maschinen bzw. Geräte. Bei der Verwendung außerbetrieblicher Daten ist allerdings wegen der von Betrieb zu Betrieb unterschiedlichen Beanspruchungsverhältnisse Vorsicht geboten.

Ist es gelungen, Informationen der vorstehend erläuterten Art zu beschaffen, so liegt es nahe, für die betreffenden Instandhaltungs-Objekte ein bestimmtes Anlagenalter zu fixieren, bei dessen Erreichen jeweils vorbeugend repariert wird (falls jene Gegenstände bis dahin noch nicht ausgefallen sind). Je nach den maßgeblichen Bestimmungsfaktoren des Anlagenverschleißes wird man dabei das Anlagenalter (die Lebensdauer) mit unterschiedlichen Maßstäben messen. Anlagen bzw. Anlagenelemente, die sich ausschließlich oder doch überwiegend beim Gebrauch abnutzen, wird man in diesem Sinne jeweils nach Erstellung einer bestimmten Leistungsmenge bzw. nach Ablauf einer bestimmten Anzahl von Betriebs- oder Laufstunden einer vorbeugenden Reparatur unterziehen. Dagegen erscheint es ratsam, Betriebsmittel, die in erster Linie einem natürlichen Verschleiß unterliegen, der stets eine Funktion der Kalenderzeit ist, grundsätzlich nach Ablauf einer bestimmten Anzahl von Kalenderzeit-Perioden präventiv zu reparieren. Gemeinsam ist diesen drei strategischen Varianten der Reparaturpolitik, daß sich der Termin für eine präventive Reparatur jeweils in Abhängigkeit von der letzten vorausgegangenen Reparatur ergibt. Die Regel lautet: repariere dann, wenn seit der letzten Reparatur eine gewisse Anzahl von Kalenderzeit-Perioden bzw. Betriebs- oder Laufstunden verstrichen oder wenn eine bestimmte Anzahl von Leistungen erstellt worden ist, sowie immer dann, wenn jene Anlage versagt.

Es erscheint notwendig, darauf hinzuweisen, daß man sich in der Praxis beim Festlegen der eben erwähnten Kriterien keineswegs einfach an der durchschnittlichen Länge der Lebensdauer der betreffenden Gegenstände orientieren darf. Da die Streuung der Lebensdauer selbst bei einem geringen Anteil von Früh- und Zufallsausfällen oftmals beträchtlich ist, kann man bei der Reparaturplanung mit dem Mittelwert der Lebensdauer allein nichts anfangen. Andererseits ist es auch keineswegs zwangsläufig richtig, die vorbeugende Reparatur generell vor dem frühest möglichen Ausfalltermin vorzunehmen. In diesem Fall würde man zwar in den vollen Genuß der im 1. Abschnitt des III. Kapitels beschriebenen Vorteile kommen, weil jeder Anlagenausfall vermieden würde, man müßte aber andererseits als „Preis“ für diese hohe Sicherheit einen relativ großen Teil der Totalkapazität der zu reparierenden Gegenstände unausgenutzt lassen. Deshalb wird man in der Praxis beim Planen vorbeugender Reparaturen häufig nicht umhin kommen, ein gewisses Ausfallrisiko einzukalkulieren, auch wenn dann die beschriebenen Vorzüge nicht gänzlich ausgeschöpft werden können.

Welches Risiko dabei sinnvollerweise einzugehen ist, mit anderen Worten: wie weit der Reparaturzeitpunkt jeweils in den Streubereich der Lebensdauer hineingelegt werden kann, muß - wie an anderer Stelle schon angedeutet - durch eine Wirtschaftlichkeitsrechnung geklärt werden, in der berücksichtigt wird, daß bei einer Verkürzung der Reparaturzyklen zwar immer häufiger repariert werden muß, dafür andererseits aber immer seltener Anlagenausfälle und die daraus resultierenden Schäden in Kauf genommen werden müssen. Die Grundzüge einer solchen Analyse werden durch das in Abbildung 8 dargestellte Beispiel

Abb. 8: Beispiel für die Ermittlung des optimalen Zyklus für die vorbeugende Reparatur einer einzelnen plötzlich versagenden Anlage

1	2	3	4	5	6
Alternative Längen des Reparaturzyklus bzw. der Lebensdauer jenes Anlagen (in Perioden)	Relative Häufigkeit der vor dem geplanten Reparaturtermin ausfallenden Anlagen (entspricht der „Abgangsordnung“ jenes Anlagentyps)	Durchschnittliche Kosten einer Reparatur (Gesamtdurchschnitt aller der vorbeugenden und ausfallbedingten - Reparaturen)	Durchschnittliche Lebensdauer der vor dem geplanten Reparaturtermin ausfallenden Anlagen	Durchschnittlicher Abstand zwischen den Reparaturen (Gesamtdurchschnitt aller - der vorbeugenden und ausfallbedingten - Reparaturen)	Durchschnittliche Reparatur- und Ausfallkosten pro Periode
1	-	30,00	-	1	30,00
2	-	30,00	-	2	15,00
3	-	30,00	-	3	10,00
4	-	30,00	-	4	7,50
5	-	30,00	-	5	6,00
6	0,005	30,35	5,50	5,99	5,06
7	0,020	31,40	6,25	6,98	4,50
8	0,050	33,50	7,00	7,95	4,21
9	0,120	38,40	7,88	8,87	4,33
10	0,250	47,50	8,72	9,68	4,91
11	0,420	59,40	9,44	10,34	5,74
12	0,600	72,00	10,06	10,84	6,65
13	0,765	83,55	10,59	11,15	7,49
14	0,885	91,95	10,98	11,33	8,12
15	0,955	96,85	11,24	11,41	8,49
16	0,988	99,16	11,38	11,42	8,67
17	0,998	99,86	11,43	11,43	8,73
18	1,000	100,00	11,44	11,44	8,74

erläutert. Es nimmt auf eine bestimmte Anlagenart bezug, über deren „Abgangsordnung“ (sie repräsentiert die kumulierten Ausfall-Wahrscheinlichkeiten) verhältnismäßig gute Informationen vorliegen. Sie sind in Spalte 2 von Abb. 8 wiedergegeben. Aus ihr ersieht man beispielsweise, daß im Durchschnitt der Fälle 5% der eingesetzten Anlagen keine Lebensdauer von 8 Perioden und 25% der benutzten Anlagen keine Lebensdauer von 10 Perioden erreichen. Es sei angenommen, daß diese Informationen auch für den zukünftigen Einsatz dieser Anlagegegenstände repräsentativ sind, so daß sie der Reparaturplanung zugrunde gelegt werden können.

Auf diese Weise läßt sich aus der festgestellten „Abgangsordnung“ unmittelbar entnehmen, wie häufig es vorkommen wird, daß Anlagen dieses Typs vor dem geplanten Reparaturzeitpunkt versagen. Nur wenn die Länge des Reparaturzyklus nicht größer ist als 5 Perioden, kann man im Beispielfall sicher sein, daß es zu keinen unvorhergesehenen Ausfällen kommt. Werden die Anlagen prinzipiell erst dann einer vorbeugenden Reparatur unterzogen, wenn sie ein höheres Alter erreicht haben, läßt sich nicht vermeiden, daß einige von ihnen bereits vor dem geplanten Reparaturtermin ausfallen, so daß in entsprechendem Umfang „ausfallbedingte“ Instandsetzungen notwendig werden. Dieser Anteil nimmt mit jeder Verlängerung des planmäßigen Reparaturzyklus zu (vgl. Spalte 2). Das hat zwei wichtige Konsequenzen: einerseits steigt, - wie aus Spalte 3 von Abb. 8 hervorgeht - der Aufwand, den man im Durchschnitt für eine Reparatur in Kauf nehmen muß, immer mehr an. Nachdem er zunächst (solange der geplante Reparaturzeitpunkt grundsätzlich vor dem Streubereich der Lebensdauer liegt) mit den Kosten einer vorbeugenden Reparatur (hier 30,- DM) identisch ist, nähert er sich mit jeder Verlängerung des Reparaturintervalls immer mehr den für eine ausfallbedingte Reparatur zu erwartenden Kosten (hier 100,- DM), die deshalb höher sind, weil bei diesen Instandsetzungen zu dem eigentlichen Reparaturkosten noch der aus dem Ausfall jenes Betriebsmittels resultierende Schaden („Ausfall-Kosten“) hinzukommt.

Andererseits kann man wegen der mit jeder Vergrößerung des geplanten Reparaturzyklus zunehmenden Gefahr des vorzeitigen Ausfalls von Anlagen den zu erwartenden

durchschnittlichen Abstand zwischen den aufeinanderfolgenden Reparaturen nicht beliebig, sondern nur in immer geringer werdendem Umfang vergrößern, eben weil die jeweils vorher versagenden Anlagen nur eine relativ kurze Lebensdauer erreichen. Dieser Effekt läßt sich aus den Spalten 4 und 5 der Abb. 8 entnehmen.

Dividiert man die in Spalte 3 angegebenen Werte jeweils durch die entsprechenden Werte der Spalte 5, so erhält man die für die betreffende Länge des Reparaturzyklus im Durchschnitt zu erwartenden Reparatur- und Ausfallkosten pro Periode, deren Minimierung das Ziel der Reparaturplanung ist (Prämisse: das voraussichtliche Ende der Verwendungsdauer jenes Anlagentyps ist zum Zeitpunkt der Reparaturplanung noch nicht bekannt). Sie sind hier in Spalte 6 angegeben. Wie man sieht, ist diese relative Kostensumme dann am niedrigsten, wenn die betreffenden Anlagen jeweils 8 Perioden nach der letzten vorausgegangenen Reparatur prophylaktisch repariert werden. Dies ist die optimale Länge des Reparaturzyklus. Gegenüber einer Beschränkung auf „ausfallbedingte“ Instandsetzungen können im Beispielfall 8,74 DM - 4,21 DM = 4,53 DM pro Periode eingespart werden. Dies bedeutet eine Kostensenkung von etwas mehr als 50%. Entstanden beim Versagen eines solchen Betriebsmittels noch höhere Schäden oder würde die Lebensdauer dieses Anlagentyps noch mehr streuen, so ließen sich durch das prophylaktische Reparieren noch höhere Ersparnisse erzielen.

Man sieht, daß es nur dann, wenn sehr hohe Ausfallschäden drohen, sinnvoll sein wird, die Reparaturpläne so aufzustellen, daß es zu keinerlei unvorhergesehenen Ausfällen kommen kann. Doch läßt sich dies praktisch ohnehin nur dann erreichen, wenn Zufalls- und Frühaustritte keine Rolle spielen.

Neben den bisher besprochenen Methoden der Reparaturplanung wird in der Literatur auch die Möglichkeit einer streng periodischen Reparaturstrategie herausgestellt, die eine längerfristige Fixierung konkreter Reparaturtermine gestattet. Für sie ist kennzeichnend, daß die betreffenden Anlagegegenstände nicht in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der letzten vorausgegangenen Reparatur, sondern in festen Zeit-Intervallen repariert werden. Problematisch wird diese Vorgehensweise dann, wenn eine Anlage zwei-

schen diesen fest fixierten Terminen versagt. In einem solchen Fall läßt sich die starrere, längerfristige Planung der Termine oft nur schwerlich aufrecht erhalten, wenn man nicht die zwischendurch „ausfallbedingt“ reparierten Anlagen beim nächsten planmäßigen Reparaturtermin erneut ausbessern bzw. austauschen will. Abgesehen davon ist diese Strategie im Grunde ohnehin nur für solche Anlagegegenstände sinnvoll, die ausschließlich bzw. überwiegend dem natürlichen Verschleiß unterliegen. Gebrauchsbedingt verschleißende Gegenstände (wie etwa die beweglichen Teile oder Werkzeuge von Fertigungsmaschinen) sind für eine solche Strategie allenfalls dann geeignet, wenn ihre Beschäftigung keinen bzw. nur geringfügigen Schwankungen unterworfen ist.

Für die streng periodische Strategie spricht vor allem, daß sie eine relativ langfristige Vorausplanung der Reparaturtermine und somit auch eine weitgehende Abstimmung der Reparaturpläne mit den Produktions- und Bereitstellungsplänen des betreffenden Betriebes gestattet. Dadurch wird insbesondere eine gleichmäßige Beschäftigung des Reparaturpersonals sowie eine rationelle Beschaffung und Lagerung von Ersatzteilen und Reparaturstoffen ermöglicht. Andererseits hat ein solches Vorgehen jedoch zwangsläufig zur Folge, daß oft Anlagegegenstände vorbeugend repariert werden, die an sich – da sie sich nur relativ langsam abgenutzt haben – noch verhältnismäßig lange brauchbar wären. Dieser Nachteil ist schwächer ausgeprägt, wenn die vorbeugenden Reparaturen jeweils beim Erreichen eines bestimmten Anlagenalters vorgenommen werden. Allerdings läßt sich unter diesen Umständen normalerweise wiederum keine so langfristige Planung konkreter Reparaturtermine erreichen, am wenigsten dann, wenn man den Verschleiß jeweils nach Erstellung einer bestimmten Leistungsmenge oder nach Ablauf einer bestimmten Anzahl von Betriebs- oder Laufstunden beseitigt.

Führt man die vorbeugenden Reparaturen jeweils beim Erreichen eines bestimmten Verschleißstadiums aus oder beschränkt man sich auf eine fallweise Planung solcher Maßnahmen (aufgrund von Inspektionen), so sind die eben erwähnten Nachteile noch stärker ausgeprägt. Doch vermag eine solche „abnutzungsorientierte“ Reparaturplanung gegenüber den anderen Strategien auch einige Vorteile zu bieten. Diese bestehen vor allem darin, daß man dank der präziseren Prognose des Ausfallzeitpunktes auch eine wesentlich bessere Ausnutzung der Gesamtkapazität jener Anlagegegenstände erreichen kann, was wiederum zur Folge hat, daß man – ohne ein höheres Ausfallrisiko eingehen zu müssen – seltener reparieren kann. Dieser Vorzug fällt vor allem dort ins Gewicht, wo hohe Reparaturkosten entstehen bzw. wo ohne Überwachung des Verschleißverlaufs nur eine sehr ungenaue Prognose über die Lebensdauer der betreffenden Objekte erstellt werden kann. Dies ist vor allem zu Beginn des Einsatzes eines neuen, bisher nicht genutzten Anlagentyps der Fall, weil zu diesem Zeitpunkt in der Regel noch keine konkreten Erfahrungswerte über den Verlauf der Abnutzung vorliegen. Ähnliche Verhältnisse sind dort gegeben, wo die Geschwindigkeit der Zunahme des Verschleißes sehr streuen kann, also etwa bei Anlagen, die in wechselnder Fertigung ganz verschiedene Produkte bearbeiten müssen, ebenso dort, wo das Bedienungspersonal häufig wechselt oder wo die sonstigen Verschleißbedingungen sehr ungleichmäßig sind.

Aus den genannten Gründen wird es der Tendenz nach vor allem bei neu in Betrieb genommenen Anlagen bzw. dann, wenn man von einer Beschränkung auf schadsbedingte Instandsetzungen zur vorbeugenden Instandhaltung übergeht, vielfach zweckmäßig sein, mit einer Planung der Reparaturen aufgrund einer Überwachung des Abnutzungsverlaufs zu beginnen. Bevor eine Entscheidung zugunsten dieser Strategie fällt, muß jedoch auch eine Analyse der in Kauf zu nehmenden Inspektionskosten

durchgeführt werden. Sie werden vor allem bei schwer zugänglichen Anlagenteilen, deren Abnutzung direkt erst nach Demontage anderer Anlagenelemente bzw. indirekt nur mittels besonderer Geräte unter Kontrolle gehalten werden kann, ins Gewicht fallen. Man darf nicht versäumen, diese zusätzlichen Kosten des Inspizierens gegen die oben genannten Vorteile einer besseren Ausnutzung der Totkapazität der betreffenden Gegenstände abzuwägen.

Aus dem eben Gesagten folgt, daß man sich in der Praxis keineswegs generell (für alle Anlagen, die vorbeugend repariert werden sollen) zugunsten einer der erwähnten Strategien entscheiden kann. Stets werden verschiedene Strategien nebeneinander zur Anwendung kommen, möglicherweise bei der gleichen Maschine oder Apparat. Durch eine grundlegende Untersuchung der in diesem Abschnitt angedeuteten Vor- und Nachteile muß festgestellt werden, welcher Planungsmethode bei den einzelnen Teilen des Anlagenparks der Vorzug zu geben ist.

3. „Einfache“ und „opportunistische“ Reparatur-Strategien

Die bisher besprochenen Regeln für das Aufstellen von Terminplänen kann man insofern als „einfache“ Reparatur-Strategien bezeichnen, als sie jeweils nur auf einen einzelnen Anlagegegenstand (auf eine einzelne Anlage oder ein einzelnes Anlagenteil) bezug nehmen. Ihnen stehen die „opportunistischen“ Reparatur-Strategien gegenüber. Sie leiten sich von dem Grundgedanken ab, daß es vielfach wirtschaftlich („opportunistisch“) ist, die Reparaturtermine mehrerer gleichartiger oder verschiedener, leistungswirtschaftlich, räumlich oder auf eine andere Weise „verbundener“ Anlagegegenstände miteinander zu koordinieren, d. h. zeitlich zusammenzulegen.

Durch eine zeitliche Zusammenlegung mehrerer Reparaturen können nämlich häufig erhebliche Einsparungen an Reparaturzeiten und -kosten erzielt werden. Vorteile dieser Art bringt insbesondere die planmäßige Koordination von Reparaturarbeiten an Transferstraßen, an integrierten Apparaturen in chemischen Industriebetrieben sowie an anderen leistungswirtschaftlich starr miteinander verbundenen Betriebsmitteln, sofern die betreffenden Reparaturmaßnahmen nur im Stillstand jener Anlagen ausgeführt werden können. Bei zeitlich getrennter Durchführung muß das Anlagensystem, das diese starr verketteten Anlagen bilden, sehr häufig stillstehen, weil bei jeder Reparatur wegen des Fehlens von Zwischenlagern jeweils der gesamte Produktionsprozeß unterbrochen werden muß. Durch eine zeitliche Konzentration dieser Arbeiten kann der Anteil der Stillstandszeiten unter Umständen beträchtlich reduziert werden. Dieser Vorzug fällt speziell bei vollbeschäftigten Betrieben ins Gewicht. Weitere Gründe für die Anwendung „opportunistischer“ Reparatur-Strategien ergeben sich beispielsweise auch aus dem Streben nach Einsparung von Demontage- und Montagekosten (bzw. -zeiten), die bei getrennter Durchführung bestimmter Reparaturen jeweils für jede der Reparaturmaßnahmen in Kauf zu nehmen sind, andererseits aber (bei deren Zusammenlegung) nur einmal anfallen.

In Anbetracht der soeben angedeuteten Vorteile wird an zahlreichen Stellen der primär praktisch orientierten Instandhaltungsliteratur gefordert, die Abstände zwischen den laufend auszuführenden vorbeugenden Reparaturen nach dem „Prinzip der Teilbarkeit“ aufeinander abzustimmen. Die Grundgedanken dieses Prinzips werden durch Abbildung 9 erläutert. Darin werden 25 verschiedene „Verschleißteile“ betrachtet, deren in Betriebsstunden gemessene Lebensdauer als bekannt vorausgesetzt wird. Wie man sieht, ist diese Lebensdauer bei den einzelnen Teilen recht unterschiedlich. Um dennoch nicht allzu häufig reparieren

Abb. 9: Die gegenseitige Abstimmung vorbeugender Reparaturen nach dem „Prinzip der Teilbarkeit“

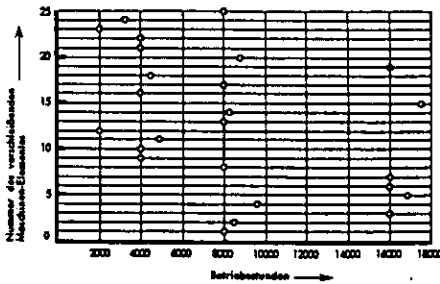


Abb. 9a: Lebensdauer der Maschinenelemente

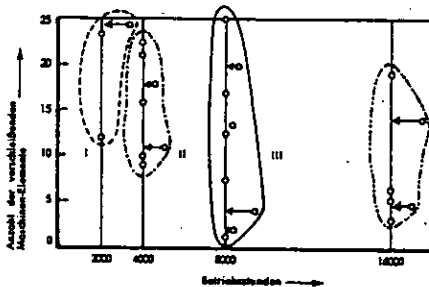


Abb. 9b: Gruppierung der Maschinenelemente nach Teilbarkeitsstufen

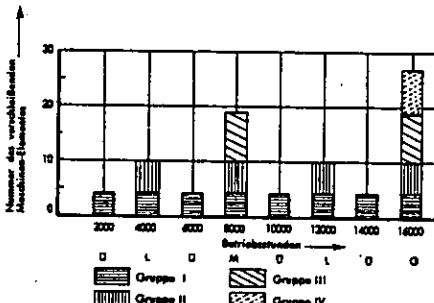


Abb. 9c: Struktur und Dauer des Instandhaltungszyklus

zu müssen, verzichtet man auf die Vollausnutzung der Totkapazität einzelner Teile und gruppiert die Reparaturintervalle derart, daß das jeweils längere Intervall ein ganzzahliges Vielfaches kürzerer Zyklen ist (vgl. Abb. 9b). Auf diese Weise erhält man 4 Gruppen von Reparaturarbeiten. Das Reparaturintervall der Gruppe IV ist mit 16 000 Betriebsstunden doppelt so lang wie das der Gruppe III (8000 Betriebsstunden), dieses wiederum doppelt so groß wie das der Gruppe II, usw. Durch diese gegenseitige Abstimmung der Reparaturzyklen wird erreicht, daß an den einzelnen Reparaturterminen jeweils mehrere Reparaturarbeiten – und zwar in den meisten Fällen sogar Arbeiten von mehreren Gruppen – gleichzeitig ausgeführt werden können (vgl. Abb. 9c): Die Arbeiten der Gruppe II fallen zeitlich stets mit denen der Gruppe I zusammen, die Arbeiten der Gruppe III werden immer mit den Arbeiten der Gruppen I und II zusammen ausgeführt, und die Arbeiten der IV. Gruppe haben den Reparaturtermin sogar mit allen übrigen Gruppen gemeinsam.

Die eben erläuterten Empfehlungen der Instandhaltungsliteratur verdeutlichen zwar das Grundprinzip der Intervall-Koordination, sie lassen aber die dabei auftretenden Wirtschaftlichkeitsprobleme nicht erkennen. Diese ergeben sich daraus, daß beim Aufstellen einer solchen „opportunistischen“ Reparatur-Strategie die erzielbaren Ersparnisse an Rüstkosten und Stillstandzeiten sowie die daraus resultierenden sonstigen Vorteile gegen den Nachteil der relativ frühzeitigen Reparatur eines möglicherweise noch verhältnismäßig lange funktionsfähigen Anlagenelementes abzuwägen sind. Die praktische Lösung derartiger Planungsprobleme gestaltet sich in den meisten Fällen recht schwierig, nicht zuletzt deshalb, weil die Lebensdauer der „Reparatur-Objekte“ niemals exakt vorgegeben ist, sondern – wie schon an anderer Stelle erwähnt – meist relativ stark streut. Wegen dieser Streuung ist vor allem eine längerfristige, generelle gegenseitige Abstimmung mehrerer Reparaturtermine nur schwer zu realisieren. Denn um sicher sein zu können, daß der koordinierte Reparaturplan nicht laufend wegen des vorzeitigen Ausfalls einzelner Anlagen revidiert werden muß, müßte man dieser Planung jeweils die Mindest-Lebensdauer der einzelnen Gegenstände zugrunde legen. In diesem Fall wird aber die Totkapazität der verschiedenen Anlagen nur sehr schlecht genutzt. Es muß sehr häufig repariert werden. Andererseits wird aber dann, wenn man bei der Festlegung „opportunistischer“ Reparatur-Strategien ein mehr oder weniger großes Ausfallrisiko in Kauf nimmt, die Planung immer wieder durch plötzliche Anlagenausfälle gestört, so daß neben den planmäßigen „Gruppenreparaturen“ in zunehmendem Maße „zwischenzeitliche Einzelreparaturen“ erforderlich werden, die wiederum die Altersstruktur der betreffenden Gruppe von Reparatur-Objekten immer heterogener machen, so daß schließlich nach einer gewissen Zeit kaum noch von einer generellen Abstimmung, sondern allenfalls von einer fallweisen Koordination der Reparaturen gesprochen werden kann.

In der bis jetzt vorliegenden Literatur sind vor allem Entscheidungsmodelle für die Zusammenlegung der Reparaturtermine mehrerer gleichartiger Anlagen entwickelt worden. Im Vordergrund steht die Theorie der „Gruppenreparatur“ bzw. „Gruppenersetzungs“. Sie beinhaltet den Vorschlag, jeweils sämtliche der vorhandenen gleichartigen Anlagegegenstände (z. B. sämtliche Glühbirnen eines Beleuchtungskörpers) in festen Intervallen gemeinsam zu ersetzen oder zu reparieren. Zwischenzeitlich ausfallende Anlagen werden jeweils unverzüglich einzeln erneuert bzw. ausgetauscht. Das hat jedoch nicht zur Folge, daß sie von der nächsten geplanten Gruppenreparatur ausgenommen werden. Die „Reparaturgruppe“ als Ganzes weist also nach jeder gemeinschaftlichen Reparatur eine völlig homogene Altersstruktur auf.

Obwohl die vorstehend erwähnte Strategie dann, wenn durch das Zusammenlegen der Reparaturen hohe Kosten eingespart werden können und die Streuung der Lebensdauer jener Anlagen nicht allzu groß ist, mit großer Wahrscheinlichkeit Rationalisierungserfolge mit sich bringt, so haftet ihr dennoch ein grundsätzlicher Mangel an. Er besteht darin, daß sich die Reparaturplanung hierbei grundsätzlich nur an den erwarteten Ausfällen orientiert und in keinem direkten Bezug zu dem hiervon möglicherweise stark abweichenden effektiven Ausfall-Verhalten steht. Dieser Nachteil fällt besonders deutlich ins Gewicht, wenn die erste der gruppenweise zu reparierenden Anlagen erst relativ kurze Zeit vor dem geplanten Gruppenreparaturtermin versagt. In einem solchen Fall spricht einiges dafür, die an sich erst für später geplante Gruppen-Reparatur auf diesen Zeitpunkt vorzuerlegen. Andererseits wird man sich, falls bis zum geplanten Gruppenreparatur-Termin noch keines der Betriebsmittel ausgefallen sein sollte, mit einiger Berechtigung fragen, ob man diese Generalreparatur nicht noch um einige Zeit hinausschieben soll. Wenn

das zwischenzeitliche Versagen einzelner Anlagen keine beachtenswerten Ausfallschäden zur Folge hat, ist es sogar generell sinnvoll, mit der Gruppenreparatur bis zum Ausfall der ersten Anlage zu warten. Es kann aber – vor allem dann, wenn es schon sehr früh zu Ausfällen kommt – auch sinnvoll sein, die Gruppenreparatur noch weiter, bis zum Versagen der zweiten, dritten oder einer weiteren Anlage hinauszuschieben. Auch dies kann nur durch eine Wirtschaftlichkeitsrechnung geklärt werden.

Kann beim Ausfall einer Anlage ein ins Gewicht fallender Ausfallschaden entstehen, so gestaltet sich die Formulierung einer optimalen „opportunistischen“ Reparatur-Strategie noch schwieriger. Mit Hilfe der bis jetzt in Theorie und Praxis entwickelten analytischen Modelle lassen sich Probleme dieser und ähnlicher Art kaum in praktisch befriedigender Weise lösen. Erfolgsversprechend erscheint jedoch die Ermittlung von Simulationsmodellen, mit der aber erst in den letzten Jahren begonnen wurde.

4. Mit dem Produktionsplan koordinierte Reparatur-Strategien

Die vorstehend erläuterten Grund-Strategien der vorbeugenden Reparatur müssen bei ihrer praktischen Anwendung in einigen Fällen modifiziert werden. Dies gilt einmal für solche Anlagen, deren Arbeitsrhythmus in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen unterbrochen wird, sei es, weil sie keinen laufenden Bedarf befriedigen, wegen der Vornahme des Sortenwechsels oder aus Gründen der Arbeitszeitgestaltung (Produktionsunterbrechungen zur Erholung der Arbeitskräfte, Arbeitspausen während der Nacht, am Wochenende, während der Betriebsferien usw.). Wird eine solche nur zeitweise im Einsatz befindliche Maschine oder Apparatur während ihrer planmäßigen Betriebszeit repariert, so wird eigens für die Durchführung dieser vorbeugenden Reparatur eine zusätzliche Unterbrechung des Leistungsprozesses erforderlich. Dies bedeutet, daß zu den eigentlichen Kosten des Reparierens noch zusätzliche Aufwendungen für das Stillsetzen und Wiederanlaufen hinzukommen. Außerdem müssen in solchen Fällen in die Reparaturkosten auch die infolge einer solchen reparaturbedingten Produktionsunterbrechung entgehenden Gewinne (Deckungsbeiträge) einkalkuliert werden. All diese über die eigentlichen Kosten der Verschleißbeseitigung hinausgehenden Aufwendungen und Erfolgsseinbußen werden erspart, wenn man die vorbeugende Reparatur während einer der ohnehin notwendigen Benutzungspausen durchführt. Dies zeigt, daß die Gesamtkosten einer bestimmten Reparatur-Maßnahme keineswegs zu allen Zeitpunkten gleich hoch sein müssen. Im Zeitablauf können sich erhebliche Unterschiede in der Höhe dieser Kosten ergeben. Sie werden nicht selten noch durch die Saison- und Konjunkturschwankungen verstärkt, denen sehr viele Betriebe ausgesetzt sind. Denn derartige Schwankungen bewirken, daß dieselbe reparaturbedingte Produktionsunterbrechung nicht zu allen Zeiten Opfer in gleicher Höhe erfordert.

Die eben genannten Fakten machen eine Koordination der Reparatur-Strategie mit dem Produktionsplan erforderlich. In diesem Sinne erscheint es einerseits ratsam, in Zeiten einer schlechten Beschäftigung einen Teil der vorbeugenden Reparaturen, die an sich erst später durchgeführt werden müßten, vorzuziehen, besonders dann, wenn neben dem eigentlichen Instandhaltungspersonal auch einige der unterbeschäftigten Fertigungsarbeiter für die Durchführung jener Maßnahmen eingesetzt werden können. In diesem Fall dient das Vorverlegen von Reparaturmaßnahmen zugleich auch dem Beschäftigungsausgleich. Andererseits wird man nicht selten in Zeiten der Vollbeschäftigung aus den gleichen Gründen zu erwägen haben, ob es nicht sinnvoll ist, bestimmte Reparaturmaßnahmen noch um einige Zeit hinaus-

zuschieben. Doch darf dies grundsätzlich nicht zu einem starken Anstieg des Ausfallrisikos führen, da das plötzliche, unvorhergesehene Versagen eines Betriebsmittels gerade in solchen Zeiten extrem hohe Schäden verursachen kann.

Über die Abstimmung mit der allgemeinen Beschäftigungslage hinaus, muß man sich in der Praxis beim Aufstellen der Reparaturpläne vor allem auch um eine möglichst weitgehende zeitliche Zusammenlegung der Reparaturmaßnahmen mit dem Sortenwechsel, den Arbeitspausen und ähnlichen ohnehin erforderlichen Produktionsunterbrechungen bemühen. Allerdings wird man nur in wenigen Fällen eine generelle Koordination auf längere Sicht erreichen können. Dies ist grundsätzlich nur dann möglich, wenn die für das Reparieren günstigen Zeiten (die ohnehin notwendigen Produktionsunterbrechungen) in regelmäßigen, schon relativ lange Zeit im voraus bekannten Abständen aufeinander folgen und wenn diese Abstände im gleichen Maßstab gemessen werden wie die Abstände zwischen den aufeinanderfolgenden vorbeugenden Reparaturen (z. B. in Betriebsstunden oder in Einheiten der Kalenderzeit). Wenn möglichst jede Reparatur mit einer ohnehin erforderlichen Produktionsunterbrechung zusammenfallen soll, muß der Reparaturzyklus so festgelegt werden, daß seine Länge ein ganzzahliges Vielfaches des Abstandes zwischen jenen Produktionsunterbrechungen ist.

Sind die eben genannten Voraussetzungen nicht erfüllt – wie etwa dann, wenn die zum Reparieren besonders günstigen Termine sehr unregelmäßig aufeinander folgen und nur relativ kurze Zeit voraussehbar sind –, kann über die Zusammenlegung der Reparaturen mit den Arbeitspausen, dem Sortenwechsel usw. nur fallweise entschieden werden. Dies bedeutet, daß man immer dann, wenn eine zum Reparieren günstige Gelegenheit besteht, überlegen muß, ob der Verschleiß zweckmäßigerweise gleich jetzt oder erst bei der nächsten derartigen Gelegenheit beseitigt werden soll. Die diesbezügliche Entscheidung muß insbesondere auf die zwischenzeitlich zu erwartende Zunahme der Ausfallneigung jener Anlagen (bzw. Anlagenelemente) ausgerichtet werden.

5. Mit den Reparaturkapazitäten koordinierte Reparatur-Strategien

Die Abstände zwischen den aufeinanderfolgenden vorbeugenden Reparaturen einer bestimmten Anlage sowie die konkrete zeitliche Lage der Reparaturtermine müssen auch mit den personellen und maschinellen Reparaturkapazitäten in Einklang gebracht werden. Die Notwendigkeit einer solchen Koordination wird um so deutlicher, je mehr man bedenkt, daß man im Rahmen der Bestimmung der Reparaturzyklen beim Kalkulieren der Kosten einer einzelnen Reparaturmaßnahme keine anteiligen Gemeinkosten in Ansatz bringen darf. In der Praxis wird gegen diesen Grundsatz auch heute noch sehr häufig verstoßen. Man rechnet meistens mit den „vollen“ Kosten einer solchen Maßnahme, in die – nach den traditionellen Methoden der Vollkostenrechnung – auch anteilige fixe Kosten (wie z. B. Gehälter, zeitbedingte Abschreibungen und dgl.) einbezogen werden. Solange man beim Aufstellen der Reparaturpläne von gegebenen, festliegenden Kapazitäten ausgehen muß, ist die Höhe der eben genannten Aufwandsarten jedoch von der Anzahl der während einer bestimmten Periode auszuführenden Reparaturen völlig unabhängig (fix). Variabel ist, sofern die Reparaturen von betriebs-eigenen Organen durchgeführt werden, in der Regel nur ein Teil der gesamten Reparaturkosten, nämlich im wesentlichen nur die Kosten für Ersatzteile, Reparaturstoffe und dgl. Um zu richtigen Ergebnissen zu gelangen, darf man beim Aufstellen der Wirtschaftlichkeitsrechnung zur Bestimmung der optimalen Reparaturzyklen nur diese varia-

blen Reparaturkosten in Ansatz bringen. Dies hat zur Folge, daß man normalerweise relativ kurze Reparaturzyklen ermitteln wird, für deren Realisierung die vorhandenen personellen und maschinellen Reparatur-Kapazitäten nicht ausreichen. Auf diese Weise wird das Erfordernis der hier angesprochenen Koordination praktisch zur Regel. Bei einem Teil der Maßnahmen müssen die Reparaturzyklen aus Kapazitätsgründen über die beim Rechnen mit variablen Kosten sich ergebende Länge hinaus verlängert werden. Mit derartigen Einschränkungen der Reparatur-Häufigkeit ist prinzipiell dort zu beginnen, wo diese die geringsten zusätzlichen Kosten (bzw. die geringsten Erfolgs-einbußen) erfordert.

Die Abstimmung des Reparaturplanes mit den verfügbaren Kapazitäten beinhaltet auch die Fixierung der zeitlichen Verteilung der einzelnen Reparaturarbeiten. Normalerweise wird man dabei aus beschäftigungspolitischen Gründen nach einem möglichst gleichmäßigen Arbeitsanfall streben. Dies setzt zunächst einmal voraus, daß die einzelnen Reparaturzyklen günstig „ineinandergeschaltet“ werden. Darüber hinaus muß aber zur Nivellierung des Reparaturbedarfs sehr häufig auch die Länge einzelner Reparaturintervalle korrigiert werden. Nicht selten ist aus den gleichen Gründen sogar ein Verzicht auf die Zusammenlegung mehrerer Reparaturarbeiten notwendig, nämlich dann, wenn eine solche Konzentration mehrerer Reparaturmaßnahmen zu einer allzu großen Ballung des Reparaturbedarfs führen würde. Darüber hinaus muß jedoch in diesem Zusammenhang auch daran gedacht werden, daß sich vorübergehende Personalengpässe möglicherweise auch durch das zeitweise Einschalten fremder Reparaturbetriebe oder durch das vorübergehende Heranziehen von Fertigungsarbeiten bewältigen lassen.

In der Praxis wird man nur selten eine längerfristige Lösung der hier angesprochenen Abstimmungsprobleme erreichen können, allein deshalb, weil niemals sämtliche Reparaturmaßnahmen vorausgeplant werden können. Stets muß ein Teil der Kapazitäten für die Durchführung außergewöhnlicher, schadensbedingter Instandsetzungen freigehalten werden, deren Umfang und Zeitbedarf sich allenfalls in groben Umrissen vorausbestimmen läßt. Wegen dieser Schwierigkeiten erweist es sich in der Regel als zweckmäßig, zunächst nur einen groben Rahmenplan aufzustellen, der dann von Zeit zu Zeit revidiert und generell durch eine kurzfristige detaillierte Planung der einzelnen

vorbeugenden Reparaturen ergänzt werden muß. Im Rahmen dieser kurzfristigen Planung muß dann die Reihenfolge der einzelnen Maßnahmen festgelegt werden. Dies führt dann in die Aufgaben der Ablaufplanung hinein, auf die in einem späteren Abschnitt eingegangen wird.

6. Adaptive Reparatur-Strategien

Kann man beim Planen der Termine für die vorbeugenden Reparaturen nur vom Alter der jeweiligen Anlagen auf ihren Ausfallzeitpunkt schließen, so befindet man sich häufig allein deshalb in einer besonders ungünstigen Lage, weil unter diesen Umständen nur sehr unvollkommene Informationen über die Lebensdauer des betreffenden Anlagentyps vorliegen. Dies gilt besonders für neu in Betrieb genommene Anlagen und solche Betriebsmittel, die erst vor kurzer Zeit neuen Verwendungszwecken zugeführt wurden, bei denen mit ganz anderen Verschleißbedingungen zu rechnen ist. In extrem ungünstigen Situationen dieser oder ähnlicher Art ist weder der Typ der Ausfallverteilung jener Gegenstände bekannt, noch der Erwartungswert (Durchschnittswert) und die Streuung deren Lebensdauer. Für solche Fälle ist nachgewiesen worden, daß es am zweckmäßigsten ist, auf vorbeugende Reparaturen gänzlich zu verzichten. Auch die Kenntnis der durchschnittlichen Lebensdauer eines Anlagegegenstandes allein ermöglicht noch keine Festlegung einer vorbeugenden Reparatur-Strategie. Darüber hinaus müssen wenigstens ungefähre Informationen über die mögliche Streuung des Ausfallzeitpunktes gegeben sein.

Ist die Art der Ausfallverteilung bekannt (wie etwa dann, wenn sich zumindest annähernd ermitteln läßt, mit welchen Ausfallsursachen bei dem betreffenden Anlagentyp zu rechnen ist), während über deren Erwartungswert und Streuung nur sehr wenige Anhaltspunkte vorliegen, empfiehlt sich eine adaptive Reparatur-Strategie. Für sie ist kennzeichnend, daß die Planung der vorbeugenden Reparatur immer dann, wenn man neue Informationen über das Ausfall-Verhalten der betreffenden Art von Anlagegegenständen erlangt hat, revidiert und an diesen verbesserten Informationsstand angepaßt wird. Sie ist insbesondere dort anzuwenden, wo das zunächst nur sehr unvollkommene Wissen über das Ausfall-Verhalten der Anlagen bzw. Anlagenelemente im Laufe der Zeit durch statistische Aufzeichnungen immer mehr angereichert werden kann.

VI. Überblick über die wichtigsten Inspektions-Strategien

Wie einleitend schon vermerkt wurde, sind Inspektionen Hilfsmaßnahmen der planmäßigen Reparaturen. Deshalb muß ihre Planung stets im Zusammenhang mit der Reparaturplanung erfolgen. Je nach Art und Aufgabe der jeweiligen Inspektionen ist dabei unterschiedlich vorzugehen.

1. Inspektions-Strategien für Anlagen mit allmählich abnehmender Leistungsfähigkeit

Die Notwendigkeit der Durchführung von Inspektionen besteht nicht nur bei plötzlich versagenden Anlagen und Anlagenelementen, sondern in bestimmten Fällen auch bei solchen Betriebsmitteln, die ihre Leistungsfähigkeit mit fortschreitendem Verschleiß allmählich verlieren – nämlich dann, wenn man bemüht ist, Anlagen dieser Art jeweils beim Erreichen eines bestimmten Leistungs- bzw. Betriebskostenniveaus zu reparieren. Für die praktische Anwendung einer solchen Reparatur-Strategie ist eine Überwachung des Leistungs- bzw. Betriebskostenniveaus jener Betriebsmittel zwingende Voraussetzung. Nur mit Hilfe solcher Maßnahmen läßt sich feststellen, wann das für die Durchführung der Reparatur am günstigsten erachtete Lei-

stungs- bzw. Betriebskostenniveau erreicht ist. Häufig ist hiermit kaum eine Mehrarbeit verbunden, weil die Anlageneistung sowie der Verbrauch an Stoffen, Energien usw. vielfach ohnehin für die Zwecke der Kosten- und Leistungsrechnung oder aus anderen Gründen (z. B. im Dienste der Garantiepolitik) laufend oder doch zumindest in bestimmten Zeitabständen kontrolliert und registriert werden. Nur wenn dies nicht geschieht, müssen speziell zum Zwecke der Reparaturplanung besondere Überwachungsmaßnahmen vorgenommen werden. In der Regel kann dies nicht laufend, sondern nur in bestimmten Intervallen geschehen. Dies bringt die Frage mit sich, wann (bzw. wie häufig) derartige Inspektionen durchzuführen sind. Wenn sie zu selten vorgenommen werden, besteht die Gefahr, daß das Leistungs- bzw. Betriebskostenniveau, bei dessen Erreichen dem Plan gemäß repariert werden soll, „verpaßt“ wird. Diese Gefahr droht besonders in jenen Fällen, in denen die Verminderung der Leistungsfähigkeit zunächst langsam, dann aber zunehmend schneller vorstatten geht. Andererseits verursachen aber häufige Kontrollen relativ hohe Inspektionskosten. Das aus der Existenz dieser beiden gegenläufigen Tendenzen resultierende Wirtschaftlich-

keitsproblem ähnelt in seinen Grundzügen jener Problematik, mit der man beim Planen der Inspektionen zur Überwachung des normalen Verschleißes von plötzlich versagenden Anlagen konfrontiert wird. Hierauf wird im nächsten Abschnitt näher eingegangen. Die dort vorgelegten Grundsätze gelten für die hier angeschnittene Frage analog.

2. Inspektions-Strategien für plötzlich versagende Anlagen

In Bezug auf plötzlich versagende Anlagen muß man zwischen vorbeugenden und schadensbedingten Inspektionen unterscheiden. Die folgenden Untersuchungen beschränken sich auf Inspektionen der erstgenannten Kategorie, da nur deren Durchführung echte Terminplanungs-Probleme aufwirft. Diese prophylaktischen Anlagen-Inspektionen dienen als Hilfsmaßnahmen der vorbeugenden Reparaturen

1. der Überwachung der Zunahme normaler, allmählich fortschreitender Verschleißerscheinungen oder
 2. der rechtzeitigen Entdeckung außergewöhnlicher Verschleißerscheinungen, häufig aber auch
 3. der rechtzeitigen Entdeckung des Ausfalls von Anlagen.
- Wenngleich man in der Praxis mit der Vornahme vorbeugender Inspektionen nicht selten mehrere der eben genannten Ziele gleichzeitig verfolgt, so sollen die Grundzüge der Planung solcher Inspektionen im weiteren dennoch nach diesen verschiedenen Zielsetzungen getrennt behandelt werden, damit das jeweils Wesentliche besonders hervorgehoben werden kann.

a) Inspektions-Strategien für die Überwachung der Zunahme normaler, allmählich fortschreitender Verschleißerscheinungen

Betriebe, die sich um eine vorbeugende Reparatur plötzlich versagender Anlagen bemühen, sind keineswegs gezwungen, den Verschleiß der betreffenden Betriebsmittel durch Inspektionen zu überwachen. Allerdings sind Maßnahmen dieser Art in bestimmten Situationen doch sehr empfehlenswert, vor allem dann, wenn man ohne die Kenntnis des Verschleißverlaufs nur eine sehr ungenaue Prognose über den Ausfallzeitpunkt der betreffenden Anlagegegenstände stellen könnte, wenn also nur sehr unvollkommene Informationen über die Lebensdauer jener Betriebsmittel vorliegen. Speziell in diesen Fällen ermöglicht die Vornahme von Inspektionen eine wesentlich bessere Ausnutzung der Totkapazität der betreffenden Anlagen bzw. Anlagenteile, mithin also eine - unter Umständen beachtliche - Senkung der Reparaturkosten.

Da die Streuung der Abnutzungsgeschwindigkeit gerade in den eben genannten Situationen meist besonders stark ausgeprägt ist, wird es praktisch kaum ratsam sein, die Termine für vorbeugende Inspektionen zur Überwachung der Zunahme normaler, allmählich fortschreitender Verschleißerscheinungen auf lange Sicht festzulegen. Zweckmäßiger erscheint es, den nächsten Inspektionstermin jeweils von dem Zustand abhängig zu machen, in dem sich die betreffende Anlage zum Zeitpunkt der letzten Inspektion befand, also sukzessive zu planen (sequentielle Inspektions-Strategie).

Die erste Inspektion wird man in der Regel im Neuzustand jener Anlage ausführen, schon deshalb, weil man diese auf Mängel, die gegenüber dem Lieferanten nur während einer bestimmten Frist reklamiert werden können, untersuchen muß. Ausgehend hiervon ist der voraussichtliche Ausfallzeitpunkt und dessen mögliche Streuung abzuschätzen. Will man keinerlei Ausfallrisiko eingehen, wie dies vor allem dann zu empfehlen ist, wenn relativ hohe Ausfall-schäden drohen, muß der Termin für die zweite Inspektion kurz vor dem frühestmöglichen Ausfallzeitpunkt festgelegt werden. Bei dieser zweiten Inspektion stellt man dann den zwischenzeitlich effektiv eingetretenen Verschleiß fest. Auf diese Weise erhält man Informationen über die tat-

sächliche Geschwindigkeit des Verschleißfortschrittes in der Vergangenheit. Sie können für eine Präzisierung der Prognose des Ausfallzeitpunktes genutzt werden. Auf dieser Basis wird dann die nächste Inspektion geplant. Wie unmittelbar einleuchtet, ergibt sich bei einem solchen Vorgehen ein immer kürzerer Abstand zwischen den aufeinanderfolgenden Inspektionen. Da jede Inspektion gewisse Kosten verursacht, wird man dann, wenn der Verschleiß ein bestimmtes Stadium erreicht hat, zweckmäßigerweise auf eine weitere Kontrolle der Abnutzung verzichten und stattdessen gleich die vorbeugende Reparatur einplanen. Im Sinne einer langfristigen Minimierung der gesamten Inspektions- und Reparaturkosten, die beim Festlegen einer solchen Inspektions-Strategie anzustreben ist, sollte man dann von einer weiteren Inspektion Abstand nehmen, wenn die „anteiligen“ Kosten dieser Inspektion (jener Betrag, der sich ergibt, wenn man deren Kosten durch die Anzahl jener Perioden dividiert, um die man die Reparatur auf Grundlage dieser Inspektion voraussichtlich noch hinausschieben kann) höher sind als für den langfristigen Durchschnitt zu erwartenden Reparatur- und Inspektionskosten pro Periode. Dies zeigt, daß die Inspektionen um so mehr zu intensivieren sind, je höhere Reparaturkosten entstehen. Allerdings darf die Summe der Inspektionskosten, die man für eine Anlage während eines Reparaturzyklus aufwendet, niemals höher sein als die vermutete Höhe des drohenden Ausfall-schadens, da sonst das vorbeugende Reparieren aufgrund von präventiven Inspektionen grundsätzlich unwirtschaftlich wird.

b) Inspektions-Strategien für die rechtzeitige Entdeckung außergewöhnlicher Verschleißerscheinungen

Von den außergewöhnlichen Verschleißerscheinungen läßt sich - wie im 3. Abschnitt des IV. Kapitels bereits vermerkt - grundsätzlich nur ein Teil vorbeugend beseitigen, nämlich nur jene, die (nachdem sie von einem mehr oder weniger zufälligen, vom Alter der Anlage unabhängigen Ereignis ausgelöst wurden) allmählich voranschreiten. Hierfür ist eine Überwachung der stofflich-technischen Beschaffenheit jener Anlage sogar zwingende Voraussetzung. Dann nur mit Hilfe derartiger Inspektionen gelingt es, solche außergewöhnlichen Verschleißerscheinungen rechtzeitig (bevor sie den Ausfall der betreffenden Anlage auslösen) zu erkennen.

Wenn die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten außergewöhnlicher Verschleißerscheinungen vom Alter jenes Betriebsmittels unabhängig ist und wenn sowohl die Höhe der Inspektionskosten als auch die erwartete Höhe eines Ausfall-schadens im Zeitablauf annähernd gleichbleibt, ist es zweckmäßig, Kontrollmaßnahmen dieser Art in festen Intervallen durchzuführen (streng periodische Inspektions-Strategie). Je kürzer der Inspektionszyklus ist, desto höher sind zwar die im Durchschnitt pro Periode anfallenden Inspektionskosten, desto größer sind aber auf der anderen Seite auch die Einsparungen an Reparatur- und Ausfallkosten, die man durch diese präventiven Maßnahmen erzielen kann. Denn durch häufige Inspektionen wird man nicht nur die meisten der von solchen Verschleißerscheinungen verursachten Ausfälle vermeiden können, sondern darüber hinaus die außergewöhnlichen Veränderungen der Anlagensubstanz tendenziell auch so früh feststellen, daß sie verhältnismäßig rasch und billig wieder beseitigt werden können. Wird nur selten inspiziert, ist das nicht möglich: Von den Verschleißerscheinungen, die ihr kritisches Stadium in einer Zeit erreichen, die kürzer ist, als der Abstand zwischen den Inspektionen, wird man einige - nämlich jene, die unmittelbar, bzw. kurze Zeit nach der Inspektion einsetzen - nicht mehr rechtzeitig unter Kontrolle bringen können, und bezüglich der übrigen muß man in Kauf nehmen, daß sie möglicherweise erst in einem relativ späten Stadium entdeckt werden, so daß sie sich nur unter Aufwendung relativ hoher Kosten entfernen lassen.

Die optimale Länge des Inspektionszyklus läßt sich in der Praxis nur selten exakt errechnen, da die hierfür erforderlichen Informationen meistens nicht vorhanden sind. Grundsätzlich sollte der Abstand zwischen den aufeinander folgenden Überwachungsmaßnahmen um so kürzer gewählt werden, je größere Schäden beim Ausfall jener Anlage entstehen können und je größer die Gefahr des Eintretens von außergewöhnlichen Verschleißerscheinungen eingeschätzt werden muß. Im Hinblick auf den letztgenannten Einflußfaktor wird man die Anlagen in Zeiten größerer Beanspruchung häufiger inspizieren als in Zeiten, in denen die Gefahr des Eintritts außergewöhnlicher Verschleißerscheinungen geringer ist.

Mitunter tritt die eben erörterte Problematik ohnehin nur in wesentlich abgeschwächter Form auf, insofern als für bestimmte Anlagen aus Gründen der Unfallverhütung, des Feuerschutzes und aus ähnlichen Motiven von Seiten der Technischen Überwachungsvereine, des Gewerbeaufsichtsamtes, der Berufsgenossenschaften oder von Seiten der Sachversicherungen feste Inspektionszyklen vorgeschrieben sind, so daß der Anlagenverwender nur noch darüber entscheiden muß, ob die betrieblichen Erfordernisse ein noch kürzeres Inspektionsintervall notwendig machen.

c) Inspektions-Strategien für die rechtzeitige Entdeckung von Anlagenausfällen

Neben Betriebsmitteln, die ihre Funktion laufend (ohne große zeitliche Unterbrechungen) ausüben müssen, gibt es in der Praxis auch zahlreiche Anlagen, die prinzipiell nur zeitweise benutzt werden, wie beispielsweise bestimmte Spezialmaschinen und -werkzeuge, Elemente großer mechanischer oder elektronischer Systeme, ebenso solche Geräte, die nur zu bestimmten Jahreszeiten oder nur beim Eintritt außergewöhnlicher Umstände in Funktion treten, wie etwa die dauernd in Bereitschaft stehenden Alarmanlagen, Feuerlöscher, Blitzableiter und militärischen Apparaturen. Betriebsmittel dieser Art können in der Regel auch während ihrer Stillstandszeit unbrauchbar werden. Ökonomische Nachteile ergeben sich hieraus prinzipiell erst beim nächsten Einsatz (bei der nächsten Verwendung) des betreffenden Gegenstandes. Deshalb lassen sich solche Schäden auch durch eine „rechtzeitige“ Reparatur der ausgefallenen Anlage (durch eine Reparatur vor der nächsten Benutzung) vermeiden. Dies gelingt allerdings, da sich ein während der Stillstandszeit eingetretener Anlagenausfall von sich aus nicht bemerkbar macht, nur dann, wenn jene Betriebsmittel zu bestimmen, durch die Instandhaltungspolitik festzulegenden Zeiten auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft (bzw. „auf Verdacht“ gegen neue ausgetauscht) werden.

Besonders notwendig erweisen sich solche prophylaktischen Inspektionen bei Alarmanlagen, Feuerlöschern, militärischen Geräten und anderen nahezu dauernd in Bereitschaft stehenden Anlagen, weil diese andernfalls wegen ihrer verhältnismäßig langen Stillstandsdauer dann, wenn sie wirklich einmal benötigt werden sollten, fast mit Sicherheit untauglich wären, selbst wenn die Ausfallgefahr nicht allzu groß ist.

Versagen solche Anlagen allein zufallsbedingt, wie das für viele Arten von ihnen nachgewiesen ist, und sind die Inspektionskosten jeweils annähernd gleich hoch, so empfiehlt sich auch unter diesen Umständen grundsätzlich eine streng periodische Inspektions-Strategie. Deren Festlegung wirkt allein unter zeitlichen Gesichtspunkten Probleme auf, insofern, als die betreffenden Anlagegegenstände (bzw. das System, zu dem sie gehören) auch während der Zeit, die zur Durchführung der Inspektionen (bzw. zum Auswechseln „auf Verdacht“) erforderlich ist, nicht leistungsbereit sind. Infolgedessen kann man den Grad der Betriebsbereitschaft solcher Anlagen nicht beliebig erhöhen. Werden sie sehr häufig inspiziert, ist zwar die Gefahr, daß man bei Bedarf

ausgefallene Anlagen vorfindet, verhältnismäßig gering, andererseits muß man aber mit einer relativ großen Wahrscheinlichkeit damit rechnen, daß diese Anlagen im Bedarfsfalle gerade wegen der Überprüfung „außer Betrieb“ sind. Es hat keinen Sinn, einen kürzeren Inspektionszyklus zu wählen, als jenen, bei dem im Durchschnitt der Perioden die größtmögliche Leistungsbereitschaft erreicht wird. In der Praxis wird man um so mehr über diese Untergrenze hinausgehen müssen, je höher die Kosten einer Inspektion sind.

Anlagen, die etwas häufiger zum Einsatz kommen als Betriebsmittel der eben betrachteten Art, von denen man auch weiß, wann sie zum letzten Mal benutzt wurden (wie z. B. bestimmte Naturanlagen und dgl.) wird man zweckmäßigerweise jeweils eine bestimmte Zeit nach ihrem letzten Einsatz inspizieren. Denn ein solcher Einsatz hat den gleichen Effekt wie eine Inspektion: auch er zeigt, ob die betreffende Anlage noch gebrauchsfähig ist oder nicht. Hieraus ergibt sich auch, daß der Inspektionsplan immer dann, wenn eine Anlage vor dem an sich schon festgelegten Inspektionstermin erneut zum Einsatz kommt, revidiert werden muß.

Ist nicht nur der Zeitpunkt der letzten Benutzung bekannt, sondern läßt sich zudem auch der nächste Einsatztermin jener Anlagen eine zeitlang vorher (wenigstens annähernd) voraussehen, wie dies z. B. auf Heizungsanlagen, Schneepflüge, Erntemaschinen und ähnliche nur saisonal zum Einsatz kommende Geräte zutrifft, so wirkt die Planung des Inspektionszeitpunktes im Grunde kein wirkliches Problem auf. Denn es ist offensichtlich, daß man die Gebrauchsfähigkeit einer solchen Anlage kurz vor der bevorstehenden Benutzung zu überprüfen hat, und zwar (wenn keine beschäftigungspolitischen oder sonstigen Erfordernisse dagegen sprechen) um so viel früher wie man zur Ausführung der möglicherweise notwendigen Reparatur voraussichtlich benötigt. Bei einer früheren Inspektion blieben Beschädigungen und Ausfälle, die später, aber noch vor dem Ende der Stillstandszeit eintreten, unerkannt.

Falls zeitweise stillstehende Anlagen auch einer normalen Abnutzung unterliegen, bedürfen die vorstehend angedeuteten Inspektions-Strategien einer Modifikation. Da die Ausfallneigung solcher Betriebsmittel mit ihrem Alter zunimmt, empfiehlt es sich, sie mit zunehmendem Alter immer häufiger zu inspizieren, so wie das für die Durchführung von Inspektionen zum Zwecke der vorbeugenden Beseitigung normaler Verschleißerscheinungen an anderer Stelle beschrieben wurde. Aus den gleichen Gründen ist es ratsam, im Falle eines bekannten Benutzungsrhythmus vor allem ältere Anlagen, die lange Zeit nicht im Einsatz waren, vor ihrer nächsten Verwendung einer Überprüfung zu unterziehen, weniger dagegen solche, die noch relativ neu sind und nur kurze Zeit stillstehen. Dabei sind unmittelbare Kontrollen des Verschleißstadiums den bloßen Funktionsprüfungen grundsätzlich vorzuziehen, da man mit ihrer Hilfe nicht nur Ausfälle frühzeitig aufdecken, sondern gleichzeitig auch die effektiv eingetretene Abnutzung feststellen kann. Solche Inspektionen dienen also sowohl der rechtzeitigen Reparatur bereits ausgefallener Anlagen als auch der vorbeugenden Reparatur noch gebrauchsfähiger Betriebsmittel.

3. Opportunistische Inspektions-Strategien

Bisher wurden lediglich die Grundzüge der isolierten Planung von Inspektionen für einzelne Anlagen bzw. Anlagenelemente dargestellt (einfache Inspektions-Strategien). So wie unter zeit- und kostenwirtschaftlichen Aspekten in vielen Fällen die Koordination verschiedener Reparaturen erhebliche Vorteile bringen kann, so empfiehlt es sich auch, die Inspektionszyklen leistungswirtschaftlich oder sonstwie miteinander verbundener An-

lagen nach dem an anderer Stelle (S. 35) erwähnten „Prinzip der Teilbarkeit“ aufeinander abzustimmen. Dann hierdurch lassen sich meist ebenfalls ins Gewicht fallende Ersparnisse an Inspektionskosten und Stillstandszeiten der betreffenden Anlagen erzielen.

Die Überlegungen bei der Entscheidung über die Struktur einer solchen „opportunistischen“ Inspektions-Strategie müssen bei der individuellen Ausfallneigung der einzelnen miteinander verbundenen Anlagenelemente ansetzen. Nur wenn diese Ausfallneigung sehr stark divergiert, wird man für die einzelnen Teile überhaupt verschiedene Inspektionsintervalle festlegen. Andernfalls dürfte es zweckmäßig sein, jeweils ganze Anlagengefüge in bestimmten Intervallen komplett zu überprüfen. Neben diesen Möglichkeiten einer längerfristigen, generellen Koordination sind bei der praktischen Inspektions-Planung auch die häufig gegebenen Gelegenheiten für eine fallweise Zusammenlegung von Inspektionen mit anderen

Anlagenerhaltungsmaßnahmen zu beachten. Nicht nur vorbeugende Reparaturen, sondern auch schadensbedingte Instandsetzungen sind oft ein günstiger Anlaß für die Vornahme prophylaktischer Inspektionen anderer Teile des betreffenden Anlagenkomplexes. Allerdings wird eine derartige Terminkoordination nur dann lohnend sein, wenn zu dem betreffenden Zeitpunkt bereits eine gewisse Zeit seit der letzten Inspektion jener Anlagen bzw. Anlagenteile verstrichen ist. Hierfür sind von der betrieblichen Instandhaltungsabteilung systematische Regeln auszuarbeiten.

Daß die Inspektionen – wie die Reparaturmaßnahmen – auch mit dem Produktionsplan des betreffenden Betriebes in Einklang gebracht, also möglichst in ohnehin erforderlichen Stillstandszeiten gelegt werden müssen und daß man beim Festlegen der Inspektionszyklen auch auf eine Koordination mit den für die Durchführung solcher Maßnahmen verfügbaren Kapazitäten achten muß, braucht hier nicht näher ausgeführt zu werden.

VII. Grundzüge der Planung des optimalen Umfangs der Verschleißhemmung

Beim Planen der verschleißhemmenden Maßnahmen, die sich auch bei solchen Anlagen lohnen können, deren Ausfall keine allzu großen Schäden verursacht, dürfen die für die Instandhaltungspolitik verantwortlichen Mitarbeiter keine technischen Bestwerte anstreben. Es ist keineswegs in allen Fällen sinnvoll, die verschiedenen Möglichkeiten zur Hemmung des Anlagenverschleißes im vollen Umfang zu nutzen. Denn die Durchführung solcher Maßnahmen verursacht in der Regel auch bestimmte Kosten. So ist z. B. die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Verschleißteilen stets mit einer Zunahme der Herstellungs- bzw. Anschaffungskosten verbunden, da haltbarere Werkstoffe und Werkstoffkombinationen nun einmal teurer sind. Die Durchführung anderer Maßnahmen der Verschleißhemmung (während der Lebensdauer jener Anlagen bzw. Anlagenelemente) führt zum vermehrten Einsatz anderer Kostengüter. So müssen etwa zur Abschirmung verschleißerzeugender Einflüsse oder zur Schaffung besonders günstiger Umweltbedingungen spezielle Geräte oder sonstige Anlagen bereitgehalten werden, die meist ihrerseits wiederum besondere Maßnahmen zu ihrer Erhaltung notwendig machen und somit Kosten auslösen. In anderen Fällen müssen im Sinne einer stärkeren Verschleißhemmung beispielsweise auch höhere Stoff- oder Energiekosten in Kauf genommen werden.

Um darüber entscheiden zu können, wie stark die Abnutzung bestimmter Anlagen gehemmt werden soll, muß man die hierfür zusätzlich anfallenden Aufwendungen mit den wirtschaftlichen Vorteilen, die von der Verminderung der Abnutzungsgeschwindigkeit zu erwarten sind, vergleichen. Diese Vorteile bestehen in erster Linie darin, daß die Reparatur- bzw. Ersatzzyklen verlängert und auf diese Weise die Reparaturkosten gesenkt werden können. Bei Anlagen die auch bei fortschreitendem Verschleiß zunächst uneingeschränkt gebrauchsfähig bleiben, bis sie dann plötzlich vollständig versagen, müssen die hier betrachteten Planungen unter das Ziel gestellt werden, die Summe aus den für die Verschleißhemmung zusätzlich anfallenden Aufwendungen und den Ersatz- bzw. Reparaturkosten zu minimieren. Solange sich nicht absehen läßt, wann die wirtschaftliche Nutzungsdauer des betreffenden Anlagentyps zu Ende geht, ist beim Planen der verschleißhemmenden Maßnahmen das Minimum der durchschnittlichen Gesamtkosten (Verschleißhemmungs- und Ersatz- bzw. Reparaturkosten) pro Zeiteinheit anzustreben. Die Intensität der Verschleißhemmungsmaßnahmen ist also solange zu erhöhen, solange die dadurch

bewirkte Senkung der „anteiligen“ (auf die Zeit- bzw. Leistungseinheit entfallenden) Ersatz- bzw. Reparaturkosten den „anteiligen“ Mehraufwand für den Einsatz der verschleißhemmenden Mittel übersteigt. Dieser Grundsatz hat beispielsweise für die Planung der Ölwechsel-Fristen ebenso Gültigkeit wie etwa für die Auswahl von Schutzschichten und ähnlichen abschirmenden Medien oder für die Ermittlung der günstigsten Standortbedingungen.

Auch bei der Festlegung der Schnittgeschwindigkeit von Werkzeugen muß ein Kompromiß dieser Art geschlossen werden, da hiervon die Standzeit der Werkzeuge ganz erheblich beeinflußt wird. Einerseits besteht eine Tendenz zu hohen Geschwindigkeiten, weil auf diesem Wege das Produktionsvolumen gesteigert bzw. die für das Bearbeiten eines Werkstücks notwendige Fertigungszeit gesenkt werden kann. Auch das ist allerdings nicht unbegrenzt, sondern nur bis zu einem gewissen Ausmaß möglich, da die Produktion bei wachsender Geschwindigkeit infolge der damit verbundenen Abnahme der Werkzeugstandzeit immer häufiger zum Auswechseln der Werkzeuge unterbrochen werden muß. Bei Realisierung dieses mengenmäßig-zeitlichen Bestwertes wird zwar die jeweils gewünschte Produktionsleistung mit dem geringsten Arbeitseinsatz erreicht (bzw. bei gegebenem Arbeitseinsatz ein maximales Produktionsvolumen), andererseits erfordert dies aber wegen der in relativ kurzen Abständen notwendigen Werkzeugwechsel sehr hohe Werkzeugkosten. Vom ökonomischen Standpunkt ist das nicht sinnvoll. Die Produktionsgeschwindigkeit darf nur so lange erhöht werden, solange die damit verbundene Ersparnis an Arbeitskosten (bzw. der durch die Steigerung des Produktionsvolumens zusätzlich erzielte Erfolg) die Zunahme der Werkzeugkosten übersteigt. Wie unmittelbar einleuchtet, muß die Abnutzung der Werkzeuge auf diesem Wege um so intensiver gehemmt, die Produktionsgeschwindigkeit also um so mehr gedrosselt werden, je stärker die Aufwendungen für das Erneuern bzw. Nachschleifen der Werkzeuge ins Gewicht fallen.

Ähnliche Überlegungen sind anzustellen, wenn die Abnutzung von Betriebsmitteln durch eine Erhöhung ihrer Widerstandsfähigkeit (Dauerhaftigkeit) gemindert werden soll. Sind die betreffenden Anlagegegenstände verhältnismäßig billig und kurzlebig, und wirken sich Unterschiede in der Dauerhaftigkeit nicht zugleich auch auf die qualitative Leistungsfähigkeit oder die quantitative Periodenkapazität jener Betriebsmittel aus, so fällt die Entscheidung zugunsten derjenigen Alternative, welche die

niedrigsten Abschreibungen pro Zeit- bzw. Leistungseinheit aufweist. In der Praxis ist dieser Grundsatz nicht nur bei der Wahl zwischen unterschiedlich haltbaren Verschleißteilen zu beachten, sondern beispielsweise auch beim Vergleich qualitativ unterschiedlicher Reparaturverfahren (wie etwa bei einer Gegenüberstellung von Ausbesserung und Austausch) und ähnlichen Entscheidungen, welche das Ausmaß verschleißhemmender Maßnahmen betreffen.

Entstehen beim Erneuern oder Ausbessern verschlissener Anlagegegenstände neben den unbillbaren Kosten für deren Anschaffung bzw. Wiederherstellung, deren Höhe von der gewünschten Dauerhaftigkeit abhängig ist, noch weitere, von der gewünschten Dauerhaftigkeit unabhängige Aufwendungen (wie z. B. die Kosten für das Demontieren und Montieren, für den Transport zur Werkstatt, für das Aufstellen von Gerüsten und ähnliche Vorarbeiten oder die „Kosten“ der ersatz- bzw. reparaturbedingten Stillstandszeit), so wird die Planung des Umfangs an Verschleißhemmung auch hiervon mitbestimmt. Je höher diese Beträge ins Gewicht fallen, desto mehr lohnt es sich, unter sonst gleichen Umständen für abnutzungsmindernde Maßnahmen auszugeben.

Über die eben beschriebene Beziehung wird auch die Beschäftigungslage der Reparaturwerkstätten zum Bestimmungsfaktor der Verschleißhemmungs-Politik. Je mehr die Werkstätten zum Engpaß werden, desto notwendiger er-

scheint es, die Reparaturzyklen durch abnutzungsmindernde Maßnahmen zu verlängern, um damit den Reparaturbedarf zu reduzieren.

Hat man zwischen unterschiedlich dauerhaften Anlagen zu wählen, deren Anschaffung bzw. Herstellung relativ hohe Ausgaben erfordert und die eine verhältnismäßig lange Lebensdauer haben, so muß man auch berücksichtigen, daß bei Verwendung teurerer Betriebsmittel von größerer Dauerhaftigkeit stets auch höhere Kapitalbeträge gebunden sind, für die zusätzliche Zinskosten in Kauf genommen werden müssen. Dieser Einfluß läßt sich nur durch Verfahren der Investitionsrechnung erfassen.

Das eben Gesagte gilt in analoger Weise auch für solche Betriebe, die ihre Anlagen bereits vorbeugend reparieren. Sie können bei einer verstärkten Hemmung des Anlagenverschleißes die Abstände zwischen den vorbeugenden Reparaturen vergrößern, ohne ein höheres Ausfallrisiko eingehen zu müssen. In den meisten Fällen ist sogar eine Reduzierung der Maschinenausfälle zu erwarten.

Bei „Anlagen mit allmählich abnehmender Leistungsfähigkeit“ führt eine intensivere Verschleißhemmung nicht nur zu einer Senkung der Reparatur- bzw. Erneuerungskosten, sondern zugleich auch zu einer Verzögerung des verschleißbedingten Leistungsabfalls bzw. Betriebskostenanstiegs.

VIII. Aufgaben und Probleme der Ablaufplanung

Die Probleme der Planung des Ablaufs vorbeugender Instandhaltungsarbeiten – bzw. von Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten schlechthin – ähneln jenen, mit denen man bei der Ablaufplanung für die eigentliche Leistungserstellung konfrontiert wird. Meist lassen sie sich auch mit Hilfe der für die allgemeine Ablaufplanung entwickelten Verfahren lösen, zumindest aber einer Lösung näher bringen. Aus diesen Gründen sollen hier lediglich auf knappem Raum die wichtigsten Teilaufgaben dieses Gebietes und deren Besonderheiten herausgestellt werden. Dazu gehören – neben dem im weiteren nicht näher behandelten Problem der Zuordnung der einzelnen Projekte zu den verschiedenen personellen und maschinellen Reparaturkapazitäten (bzw. der Zuordnung des Personals sowie der Maschinen und Werkzeuge zu den verschiedenen Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten) vor allem

- die Festlegung der Instandhaltungs- und Instandsetzungsverfahren,
- die Planung der Dauer (des Zeitbedarfs) einzelner Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen sowie
- die Schaffung von Prioritätsregeln für die Bearbeitungsreihenfolge einzelner Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte.

1. Festlegung der Instandhaltungs- und Instandsetzungsverfahren

Im Mittelpunkt des hier genannten Teilgebiets der Ablaufplanung von Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen steht das Problem der Wahl zwischen den verschiedenen Verfahren der vorbeugenden (und schadensbedingten) Reparatur. Praktisch ist man in dieser Hinsicht keineswegs generell durch konkret vorgegebene, technische Erfordernisse auf einen ganz bestimmten Weg festgelegt. In vielen Fällen besteht eine Wahlmöglichkeit, z. B.

- zwischen Austausch (Teilwechsel) und Ausbesserung,
- zwischen verschiedenen Ausbesserungsverfahren – wie etwa beim Reinigen von Anlagen oder beim Zusammenfügen zerbrochener Anlagegegenstände,

- zwischen verschiedenen Organisationsformen der Reparatur-Durchführung – wie beispielsweise zwischen verschiedenen Arten und Graden der Arbeitsteilung – oder
- zwischen Eigenreparatur und Fremdreparatur.

Wer beim Aufstellen der Instandhaltungspläne mit einer solchen oder einer ähnlichen verfahrenstechnischen Wahlmöglichkeit konfrontiert wird, muß berücksichtigen, daß sich die verschiedenen Methoden des Reparierens nicht nur im Verbrauch bzw. in der Inanspruchnahme von Produktionsfaktoren – also unter kostenmäßigen Gesichtspunkten – voneinander unterscheiden können, sondern daß zwischen ihnen möglicherweise auch beachtenswerte qualitative, zeitliche und sonstige Unterschiede bestehen. So wird beispielsweise vielfach von der Art des angewandten Reparaturverfahrens der Grad (Umfang) der Verschleißbeseitigung mitbestimmt sowie die spätere Widerstandsfähigkeit der reparierten Anlage und damit die Geschwindigkeit ihrer Abnutzung in der Zukunft. Wie an anderer Stelle schon angedeutet, übt die Wahl des Reparaturverfahrens auf diese Weise wiederum einen Einfluß auf die Planung der Reparaturzyklen aus, insofern, als bei Anwendung besserer Reparaturmethoden seltener repariert werden muß.

Von großer praktischer Bedeutung sind auch die oftmals erheblichen zeitlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Verfahren der Verschleißbeseitigung, und zwar insbesondere deshalb, weil im Falle einer längeren Reparaturdauer normalerweise auch der Arbeitsprozeß der betreffenden Anlage länger unterbrochen werden muß. Hierauf müssen vor allem vollbeschäftigte Betriebe achten, denen während der reparaturbedingten Stillstandszeit ihrer Maschinen unter Umständen erhebliche Gewinne („Deckungsbeiträge“) entgehen. Ins Gewicht fallende zeitliche Unterschiede bestehen nicht nur zwischen den „ausbessernden“ Reparaturen und den „austauschenden“ Reparaturen, sondern meist auch zwischen Eigen- und Fremdreparatur. Diese beiden Möglichkeiten unterscheiden sich vor allem auch im Freiheitsgrad der Termin-

planung. Während man die Reparaturtermine im ersten Fall weitgehend nach eigenem Ermessen festlegen kann und dabei nur auf die Beschäftigungslage der eigenen Werkstätten sowie auf eine rechtzeitige Bereitstellung der Reparaturstoffe und Ersatzteile zu achten hat, ist man beim Heranziehen fremder Betriebe weitgehend auf deren Termin-Vorschläge angewiesen, was sich insbesondere in Zeiten der Hochkonjunktur als recht nachteilig erweisen kann.

Sofern bei der Verfahrenswahl lediglich kostenmäßige Gesichtspunkte eine Rolle spielen, scheint sich dieses Problem auf den ersten Blick sehr leicht lösen zu lassen: Man wählt jene Methode, die die geringsten Kosten verursacht. In Wirklichkeit ist die Klärung dieser Frage jedoch keineswegs so einfach, wie diese von Theorie und Praxis oft gegebene Antwort vermuten läßt. Es ist nämlich - im Gegensatz zu der auch noch heute weit verbreiteten Gewohnheit - keineswegs sinnvoll, solche Vergleichsrechnungen nach den Prinzipien der traditionellen „Vollkostenrechnung“ (z. B. auf Basis einer Lohnzuschlagskalkulation oder einer Stundensatzrechnung) durchzuführen. Derartige Rechnungen, wie sie in der Betriebswirtschaftslehre zunächst für die Kalkulation der Preise entwickelt und dann in Theorie und Praxis auch auf Vergleichsrechnungen angewandt wurden, haben scheinbar den Vorteil, daß sie als schematische Kalkulationen universell angewandt werden können. Doch haben neuere Untersuchungen der betriebswirtschaftlichen Produktions- und Kostentheorie gezeigt, daß diese Methoden mit erheblichen Mängeln behaftet sind, die sie für Planungsprobleme der hier zu behandelnden Art grundsätzlich ungeeignet machen. Diese Mängel bestehen insbesondere darin, daß bei Anwendung dieser Verfahren fixe Kosten proportionalisiert und andere Gemeinkosten auf die einzelnen Leistungen (hier auf die verschiedenen Reparaturprojekte) aufgeschlüsselt werden, obwohl es hierfür kein als eindeutig richtig beweisbares Kriterium gibt. Wenn Fehldispositionen vermieden werden sollen, dürfen in den Kostenvergleich zwischen den verschiedenen Reparaturverfahren grundsätzlich nur die jeweils „relevanten“ Kosten einbezogen werden, also jene Beträge, die bei Verwirklichung der betreffenden Reparaturmethode zusätzlich anfallen, andernfalls aber nicht entstehen würden. Welche Kosten in diesem Sinne als „relevant“ anzusehen sind, wird ganz von den Besonderheiten der Wahlsituation bestimmt, insbesondere von der Fristigkeit der Wahlüberlegungen und der Beschäftigungslage jener Betriebsbereiche, die für die Durchführung der betreffenden Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte infrage kommen.

Beim Aufstellen der hier in erster Linie interessierenden kurz- und mittelfristigen Produktionspläne für den Instandhaltungsbereich muß man in der Regel von gegebenen, unveränderlichen Reparaturkapazitäten ausgehen, mithin also auch von einer festliegenden Höhe der fixen Bereitschaftskosten für das Bereitstellen dieser personellen und maschinellen Kapazitäten. Aus diesem Grund dürfen - dem Rechnen mit „relevanten“ Kosten gemäß - in solchen Situationen in den Kostenvergleich für die Verfahrenswahl prinzipiell nur die variablen, leistungsabhängigen Reparaturkosten einbezogen werden. Dazu gehören - wie an anderer Stelle schon erwähnt - vor allem die Aufwendungen für die Reparaturstoffe und -hilfsstoffe (Kosten für Ersatzteile, Reinigungsmittel, Klebe- und Schweißstoffe, Kleinmaterialien usw.), die variablen Energiekosten sowie gegebenenfalls noch Standardsätze für die Abnutzung allein (oder doch vorwiegend) gebrauchsbefähigt verschleißender Werkzeuge. Dagegen müssen die normalen Reparaturlöhne auf kurze Sicht zu den fixen, also von der Verfahrenswahl nicht betroffenen Kosten gezählt werden, da sie sich kurzfristig wegen der gegenwärtig vorliegenden arbeitsrechtlichen und arbeitsmarktlichen Bedingungen praktisch nicht ab-

bauen lassen. Andererseits läßt sich die personelle Betriebsbereitschaft auch nicht für beliebig kurze Fristen erhöhen. An den konkreten Reparaturbedarf lassen sich die Löhne für das Reparaturpersonal also im Prinzip nur auf längere Sicht anpassen, so daß allenfalls bei der Entscheidung über größere Reparaturprojekte, deren Durchführung ziemlich lange Zeit in Anspruch nimmt, von einer Variabilität dieser Aufwendungen ausgegangen werden kann. Allein die Überstundenlöhne dürfen - und müssen - in die für kurzfristige Vergleichsrechnungen relevanten Kosten eingerechnet werden.

Werden die während einer Planungsperiode auszuführenden Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte - den eben aufgezeigten Grundsätzen folgend - stets jenen Verfahren zugewiesen, die die geringsten zusätzlichen (variablen) Kosten verursachen, so wird man in der Regel recht bald auf Kapazitätsgrenzen stoßen, weil man unter diesen Umständen besonders zur Eigenreparatur, und hierbei wiederum sehr zu arbeits- und anlagenintensiven Verfahren (z. B. in besonders starkem Maße zur Ausbesserung verschlissener Gegenstände) neigen wird. Treten solche Engpässe auf (z. B. beim Reparaturpersonal), so können nicht bei allen anstehenden Instandhaltungsaktionen die isoliert gesehen kostengünstigsten Verfahrensvarianten (jene, die die niedrigsten variablen Kosten verursachen) zur Anwendung kommen. Bei einem Teil von ihnen muß man auf Verfahren ausweichen, die die Kapazitäten weniger stark bzw. - wie im Falle der Fremdreparatur - überhaupt nicht in Anspruch nehmen, sofern nicht ein weiterer Aufschub einzelner dieser Maßnahmen möglich ist. Dabei kommt es darauf an, die Mehrkosten solcher „Ausweichmaßnahmen“ so niedrig wie möglich zu halten. Die Ermittlung einer in diesem Sinne optimalen Lösung erfordert, daß über die Gesamtheit der durchzuführenden Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte gleichzeitig (simultan) entschieden wird.

Die Grundzüge der Lösung eines solchen Entscheidungsproblems sollen im folgenden kurz anhand eines Beispiels demonstriert werden, das jedoch aus Vereinfachungsgründen das Problem der Verfahrenswahl lediglich in Form der Wahl zwischen Eigen- und Fremdreparatur erfaßt.

Der Instandhaltungsplan des zu diesem Zweck betrachteten Beispielbetriebes sieht vor, daß während einer bestimmten Planungsperiode (z. B. während eines Monats) 12 größere Reparaturprojekte (A - M) ausgeführt werden müssen. Bei 10 von ihnen ist nicht nur Eigenreparatur, sondern auch eine termingerechte Fremdreparatur möglich (vgl. Abbildung 10, in der die notwendigen Zahlenangaben zusammengestellt sind). Lediglich bei den Projekten G und L ist man ausschließlich auf die eigene Werkstatt angewiesen.

Um beurteilen zu können, welche der übrigen Projekte in der eigenen Werkstatt ausgeführt werden können und welche der Reparaturaufträge nach außen, an fremde Reparaturorgane, zu delegieren sind, muß man zunächst für die betreffenden Maßnahmen die zusätzlichen (variablen) Kosten beider verfahrenstechnischer Varianten bestimmen. Sie sind in den Spalten 3 und 4 von Abb. 10 ausgewiesen. Wie man hieraus ersehen kann, verursacht in fast allen Fällen die Eigenreparatur die geringsten zusätzlichen Kosten. Nur das Projekt A macht hiervon eine Ausnahme. Hier muß man sich auf jeden Fall für die Fremdreparatur entscheiden.

Wollte man die übrigen Reparaturaufträge allesamt im eigenen Haus erledigen, würde das betriebs eigene Werkstattpersonal sehr stark in Anspruch genommen. Wie aus Spalte 2 der Abb. 10 hervorgeht, würden in diesem Fall insgesamt 1710 Reparaturarbeiter-Stunden benötigt. Es sei nun aber angenommen, daß man in Wirklichkeit über keine so große Reparaturkapazität verfügt. Das Personal der Werkstatt stellt also einen Engpaß dar. Besteht keine Möglich-

Abb. 10: Wahl zwischen Eigen- und Fremdrepauratur - für mehrere Projekte im Rahmen der laufenden (kurzfristigen) Ablaufplanung des Instandhaltungsbereichs

1 Aufträge	2	3	4	5	6	7, 8, 9 Nach außen zu vergebende Reparaturprojekte bei einer Kapazität von		
	Erforderliche Arbeiter- stunden bei Eigen- reparatur	Zusätzliche Kosten der Eigen- reparatur	Zusätzliche Kosten der Fremd- reparatur	Ersparnisse (-) bzw. Mehrkosten (+) bei Fremd- reparatur	Spezifische Mehrkosten der Fremd- reparatur (je freigesetzte Arbeiter- stunde	900 Arbeiter- stunden	1000 Arbeiter- stunden	1100 Arbeiter- stunden
	Std.	DM	DM	DM	DM/Std.			
A	(140)	2 400	2 250	- 150		auf jeden Fall Fremdrepauratur		
B	110	1 560	1 890	+ 330	3,00	X	X	X
C	200	3 040	4 200	+ 1 160	5,80	X	X	X
D	220	2 548	3 890	+ 1 342	6,10	X	X	X
E	150	8 705	9 710	+ 1 005	6,70	X	X	
F	130	6 412	7 400	+ 988	7,60	X		
G	280	7 350	nur Eigenreparatur möglich					
H	80	1 270	1 920	+ 650	8,12			
I	90	1 885	2 700	+ 815	9,05			
K	170	6 744	8 350	+ 1 606	9,45			
L	250	4 555	nur Eigenreparatur möglich					
M	30	992	1 300	+ 308	10,26		X	X
Σ B-M	1 710							

Insgesamt freigesetzte Arbeiter-Stunden	810 Std.	710 Std.	610 Std.
Insgesamt entstehende Mehrkosten*)	-4 825 DM	4 145 DM	3 482 DM

*) im Vergleich zu dem bei ausreichenden Kapazitäten realisierbaren Reparaturplan

keit zur kurzfristigen Erweiterung dieser Kapazität - das sei hier unterstellt - so bedeutet dies, daß noch weiters der auszuführenden Maßnahmen an fremde Reparaturorgane delegiert werden müssen. Um herausfinden zu können, welche Aufträge hierfür am ehesten in Betracht kommen, ermittelt man zunächst die Mehrkosten der Fremdrepauratur (gegenüber der Eigenreparatur) und bezieht diese Kostendifferenz dann auf die im Falle der Eigenreparatur in Anspruch genommenen, bei Fremdrepauratur freigesetzten Arbeiterstunden. Die auf diese Weise ermittelte Kennzahl - man kann sie als „spezifische“ Mehrkosten der Fremdrepauratur bezeichnen - gibt Anhaltspunkte dafür, in welcher Reihenfolge die verschiedenen Maßnahmen für die Delegation nach außen in Betracht zu ziehen sind. In Abb. 10 wurden die anstehenden Projekte bereits nach diesem Prinzip geordnet. Wie aus Spalte 6 zu entnehmen ist, wird man sich zunächst beim Projekt B für die Fremdrepauratur entscheiden, dann - wenn auf diese Weise das Kapazitäts-Defizit noch nicht ausgeglichen werden kann - auch noch beim Reparaturauftrag C, beim Auftrag D und so weiter.

Eine nach diesen Grundsätzen getroffene Auswahl führt immer dann unmittelbar zum Ziel, wenn dadurch gerade so viele Engpaßeinheiten freigesetzt werden können, wie dies zum Ausgleich des Kapazitäts-Defizits erforderlich ist. Im hier besprochenen Beispiel läge ein solcher Fall beispielsweise dann vor, wenn in dem betreffenden Planungszeitraum nur 900 Reparaturarbeiter-Stunden zur Verfügung ständen (vgl. Spalte 7 in Abb. 10). Das unter diesen Umständen zunächst bestehende Kapazitäts-Defizit von 810 Stunden würde bei Fremdvergabe der - unter

Orientierung an den „spezifischen“ Mehrkosten - zuerst in Betracht zu ziehenden Projekte B, C, D, E und F genau ausgeglichen, wobei Mehrkosten (im Vergleich zu dem bei ausreichenden Kapazitäten realisierbaren Reparaturplan) in Höhe von 4825,- DM entstünden.

Solche Umstände liegen aber nur selten vor. Nehmen wir an, die Reparaturkapazität beträgt 1000 Arbeiterstunden in der Periode (vgl. Spalte 8 in Abb. 10). In diesem Fall würden bei Fremdvergabe der rangmäßig ersten 5 Projekte (B - F) 100 Stunden zuviel, bei Fremdvergabe der rangmäßig ersten 4 Aufträge (B - E) jedoch 30 Stunden zu wenig freigesetzt. Ist es unmöglich, für die Erledigung eines Projektes sowohl die eigene Werkstatt als auch fremde Betriebe gleichzeitig heranzuziehen, muß man überlegen, ob es unter solchen Umständen nicht zweckmäßiger ist, statt des Reparaturauftrages B, C, D, E oder F ein anderes Projekt nach außen zu vergeben, bei dessen Fremdrepauratur zwar höhere „spezifische“ Mehrkosten, aber niedrigere absolute Mehrkosten entstünden. Hierfür bietet sich im Beispielfall vor allem der Reparaturauftrag M an. Bei einem Kapazitätsniveau von 900 Arbeiterstunden ist es tatsächlich auch am wirtschaftlichsten, neben den Aufträgen B, C, D und E nicht den Auftrag F, sondern den Auftrag M nach außen zu delegieren. Auf diese Weise wird das Kapazitäts-Defizit genau zum Ausgleich gebracht, wofür insgesamt (im Vergleich zu dem bei ausreichenden Kapazitäten zu realisierenden Reparaturplan) Mehrkosten in Höhe von 4145,- DM in Kauf genommen werden müssen (vgl. Abb. 10, aus der auch hervorgeht, wie man sich bei einer Kapazität von 1100 Arbeiterstunden verhalten müßte). Die eben vorgetragenen Überlegungen zeigen, daß die

Wahl zwischen verschiedenen Reparaturverfahren, hier die Wahl zwischen Eigen- und Fremdreparatur, immer dann, wenn die betreffenden Maßnahmen nicht beliebig unterteilbar sind, nicht allein unter Orientierung an dem Kriterium „spezifische Mehrkosten“ erfolgen darf. Streng genommen müssen zusätzlich kombinatorische Überlegungen angestellt werden. Die hieraus resultierenden Schwierigkeiten der Ablaufplanung dürfen jedoch nicht überschätzt werden. Praktisch ist es nämlich meist letztlich doch nicht so sehr schädlich, wenn für eine bestimmte Planungsperiode keine ganz genaue Harmonisierung von Kapazitätsangebot und -Kapazitätsnachfrage gelingt. Der restliche Ausgleich kann über die Zeit vorgenommen werden, derart, daß man den letzten Reparaturauftrag erst in der folgenden Periode beendet bzw. daß man im gegenwärtigen Planungszeitraum schon mit der Ausführung zukünftiger Reparaturarbeiten beginnt. Angesichts dieser Möglichkeiten führt eine Orientierung an dem hier vorgeschlagenen Kriterium in den meisten Fällen doch zu brauchbaren Entscheidungen, nicht zuletzt auch deshalb, weil der Gesamtumfang der in einer Periode durchzuführenden Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zum Planungszeitpunkt meist ohnehin nicht voll überschaubar ist. Oft muß man damit rechnen, daß neben den bereits feststehenden Reparaturarbeiten im Laufe des Planungszeitraums noch weitere außergewöhnliche Instandsetzungen notwendig werden. Da sich das Ausmaß der hierfür einzuplanenden Reserve grundsätzlich nur abschätzen läßt, ergibt sich für Planungsprobleme der hier beschriebenen Art eine weitere „Pufferzone“. Ins Gewicht fallende Einschränkungen ergeben sich für die Anwendung der angedeuteten Verfahren erst dann, wenn man bei der Festlegung der Reparaturverfahren mit mehreren verschiedenen Engpässen im Bereich der Instandhaltung konfrontiert wird. Unter diesen Umständen können Wahlprobleme dieser Art nur mit Hilfe mathematischer Programmierverfahren gelöst werden.

Auf die Besonderheiten der langfristigen Wahl zwischen verschiedenen Reparaturverfahren, also etwa auf die Frage, welche Art von maschinellen Ausrüstungen und Werkzeugen man bereitstellen soll und ob es sich überhaupt lohnt, eigene Reparaturkapazitäten aufzubauen, kann hier nicht weiter eingegangen werden. Streng genommen handelt es sich dabei um Investitionsprobleme, die nur mit Hilfe der in der Betriebswirtschaftslehre entwickelten Investitionsrechnungsverfahren gelöst werden können.

2. Prognose und Planung der Dauer (des Zeitbedarfs) einzelner Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen

Die Dauer (der Zeitbedarf) einer bestimmten Instandhaltungs- oder Instandsetzungsmaßnahme ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Ohne deren Kenntnis ist im Rahmen der Ablaufplanung weder eine umfassende Terminplanung noch eine optimale Arbeitsbelastungsplanung für die Werkstätten möglich. Abgesehen davon sind Informationen hierüber auch für die Kalkulation der Reparaturkosten erforderlich und nicht zuletzt für die Ermittlung der jeweils erforderlichen reparaturbedingten Stillstandszeit der betreffenden Maschine oder Apparatur. Dieser Aspekt ist seinerseits wiederum für die Kostenplanung bedeutsam, weil die während der reparaturbedingten Stillstandszeit entgehenden Gewinne („Deckungsbeiträge“) in die Kosten der betreffenden Reparatur oder der sonstigen Anlagen Erhaltungsmaßnahmen einbezogen werden müssen. Aber auch die Festlegung des eigentlichen Zeitpunkts der Reparatur erfordert Informationen über die voraussichtliche Reparaturdauer, beispielsweise allein deshalb, weil man sonst nicht beurteilen kann, ob eine ohnehin erforderliche Produktionsunterbrechung für die Durchführung dieser Maßnahme ausreicht.

Im Prinzip muß die Vorkalkulation des Zeitbedarfs einzelner Instandhaltungs- und Instandsetzungsoperationen ebenfalls nach den Regeln erfolgen, die innerhalb der Betriebs- und Arbeitswissenschaft für die zeitliche Planung und Überwachung der eigentlichen Fertigungsprozesse entwickelt wurden. Ausgangspunkt für die Planung der Reparaturdauer müssen also Zeitvorgaben für die verschiedenen typischen Arbeitsverrichtungen sein, in die das betreffende Projekt zerlegt werden kann. Diese Vorgabzeiten müssen durch Zeitstudien gewonnen werden. Gerade für die Bewältigung dieser in der Praxis oft als unlösbar angesehenen Aufgabe liegen in jenen Betrieben, die zur vorbeugenden Instandhaltung übergehen, besonders günstige Voraussetzungen vor. Vor allem deshalb, weil sich bei ihnen die Vielfalt der verschiedenen Anlagenhaltungsmaßnahmen sehr stark reduzieren läßt und weil sich die auf diese Weise gebildeten „Normal-Instandhalteoperationen“

verhältnismäßig häufig in gleicher Weise wiederholen. Außerdem wirkt sich unter solchen Umständen für die Zeitplanung vorteilhaft aus, daß auch der art- und mengenmäßige Arbeitsumfang der vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen meist ziemlich genau bekannt ist.

Unternehmungen, die mit dem Reparieren prinzipiell bis zum Ausfall der Maschinen und Apparaturen warten, haben es bei der Prognose und Planung des Zeitbedarfs weitaus schwerer, insbesondere bezüglich der ausfallbedingten Instandsetzung relativ komplexer Anlagengefüge: Der effektive Arbeitsumfang steht im voraus nur sehr selten fest, weil in der Regel zunächst erst einmal die Ausfallsache geklärt werden muß. Die hierfür erforderliche „Sucharbeit“ stellt normalerweise einen erheblichen Unsicherheitsfaktor für die Planung dar.

Besonders schwierig erweist sich in nahezu allen Betrieben die Vorausbestimmung des Zeitbedarfs größerer Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte, weil hierfür auch konkrete Vorstellungen über die technische und zeitliche Verknüpfung der einzelnen Teilarbeiten eines solchen Projekts vorliegen müssen, speziell darüber, welche Arbeiten sich gleichzeitig nebeneinander (parallel) ausführen lassen und welche von ihnen nur nacheinander zur Durchführung kommen können. Diese gegenseitigen Abhängigkeiten konnten in der Praxis bisher mit Hilfe der gebräuchlichen Balkendiagramme und ähnlicher organisatorischer Hilfsmittel kaum genau genug erfaßt werden.

Durch die Entwicklung der Netzplantechnik sind diese Schwierigkeiten aber in letzter Zeit wesentlich gemildert worden. Grundlage und Ausgangspunkt dieser Art von Verfahren ist eine genaue Strukturuntersuchung des zeitlichen Neben- und Nacheinanders der einzelnen Teilprozesse (Arbeitsgänge) eines Instandhaltungs- oder Instandsetzungsprojektes. Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Ablaufanalyse wird ein sogenanntes „Netzwerkdiagramm“ erstellt, aus dem das zeitliche Ineinandergreifen der verschiedenen Teilleistungen sichtbar wird. Dann wird der Zeitbedarf der einzelnen Teilleistungen geschätzt, sofern er nicht aufgrund von Zeitstudien bereits verhältnismäßig genau bekannt ist. Das sogenannte PERT-System nimmt zu diesem Zweck drei Zeitschätzungen vor (eine optimistische, eine pessimistische sowie eine für die wahrscheinlichste Dauer) und ermittelt daraus – unter Annahme eines bestimmten Verteilungsgesetzes für die Streuung dieser Werte – den durchschnittlich zu erwartenden Zeitaufwand. Ausgehend hiervon wird dann der „kritische Pfad“ bestimmt, der als die mit dem größten Zeitaufwand verbundene Prozesssequenz definiert ist. In übersichtlich gelagerten Fällen gelingt das durch einfaches Probieren. Wenn das betreffende Projekt aus einer Vielzahl von Teilleistungen besteht, kann diese „kritische“ Folge von Arbeitsgängen allerdings nur mit Hilfe mathematischer Programmierverfahren auf Elektronenrechnern berechnet werden.

Kennt man den „kritischen Pfad“, so weiß man, auf welche Arbeitsgänge das Interesse der Ablaufplanung in erster Linie konzentriert werden muß. Vor allem weiß man, auf welche Teilarbeiten die Bemühungen um eine Verkürzung der Reparaturdauer zu richten sind. Zunächst müssen derartige Bemühungen bei den „kritischen Pfad“ gehörenden Teilleistungen ansetzen. Hierfür kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht, so vor allem

- die Erhöhung der eigentlichen Arbeits- und Produktionsgeschwindigkeit, z. B. durch Gewährung von Zeitersparnisprämien,
- die Anwendung spezieller (besonders schneller) Reparaturverfahren, wie z. B. der Übergang von der Ausbesserung zum Austausch kompletter Teile,
- die möglichst weitgehende Entlastung der eigentlichen Reparaturarbeiter von Nebenaktivitäten, wie Transportarbeiten, Ausfüllen von Formularen und dgl.,
- der gleichzeitige Einsatz relativ vieler Arbeitskräfte, möglicherweise auch unter Zurückstellung anderer Instandhaltungs- oder Instandsetzungsprojekte,
- das zusätzliche Heranziehen betriebsfremder Reparaturorgane,
- das Einlegen von Überstunden und ähnliche Maßnahmen.

Allerdings verursachen derartige Anstrengungen zur Beschleunigung der Projektausführung in der Regel auch zusätzliche Kosten, deren Inkaufnahme sich nur dann lohnt, wenn sie niedriger sind als die damit verbundenen Vorteile. Diese sind vor allem in der Reduzierung stillstandsbedingter Erlösseinbußen zu sehen. Abgesehen davon darf man bei der Beurteilung solcher Maßnahmen nicht übersehen, daß bei ihrer Realisierung möglicherweise eine andere Folge von Reparaturarbeiten zum zeitlichen Engpaß (zum „kritischen Pfad“) werden kann, was zur Folge hat, daß der betreffende Netzplan erneut, möglicherweise sogar mehrfach, durchgerechnet werden muß.

Sofern im Rahmen der hier erörterten Planungen vor allem eine möglichst kurze reparaturbedingte Stillstandszeit der Anlagen angestrebt wird, sind neben den vorstehend genannten Maßnahmen auch noch verschiedene andere Möglichkeiten zu beachten, so etwa vor allem

- das prophylaktische Bereithalten eines gewissen Vorrats neu beschaffter oder zwischenzeitlich ausgebesserter Austauschteile bzw. - sofern dies wirtschaftlich vertretbar ist - ganzer Teilekomplexe, gegen die die verschlissenen Gegenstände kurzfristig ausgewechselt werden können,
- das vorzeitige Installieren von Hilfseinrichtungen (wie Rüstungen, Hebezeuge usw.) vor dem Stillsetzen der zu reparierenden Maschine oder Apparatur,
- das vorzeitige Bereitstellen von Ersatzteilen, Reparaturstoffen, Werkzeugen und dgl. in unmittelbarer Nähe der zu reparierenden Anlage, noch vor deren Stillsetzung,
- die Möglichkeit, einige der auszutauschenden Anlagenelemente schon vorher zusammenzubauen,
- die Möglichkeit, mit gewissen Teilarbeiten der Reparatur, z. B. mit bestimmten Demontage- oder Inspektionsarbeiten schon vor der Stillsetzung der Anlage zu beginnen.

Vor allem vollbeschäftigten Betrieben ist anzuraten, diese Möglichkeiten so weit es geht zu nutzen.

3. Schaffung von Prioritätsregeln für die Bearbeitungsreihenfolge der verschiedenen Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte

Eine der wichtigsten Aufgaben der Ablaufplanung für den Anlagenhaltungsbereich ist die Schaffung von Kriterien, die festlegen, in welcher Reihenfolge die verschiedenen

Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte auszuführen sind. Das gilt besonders hinsichtlich der ausfall- bzw. schadensbedingten Instandsetzungen, aber auch für vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen. Deren Termine sind zwar praktisch weitgehend durch die gewählte Reparatur- und Inspektionsstrategie festgelegt, doch keineswegs vollständig und eindeutig. Die eben an anderer Stelle erläuterten Pläne schaffen lediglich einen groben Rahmen, der regelmäßig durch die Ablaufplanung präzisiert werden muß.

Für die Praxis ist die Bearbeitungsreihenfolge der einzelnen Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte in mehrfacher Hinsicht von großer Bedeutung. In Betrieben, die sich auf die Durchführung ausfall- bzw. schadensbedingter Instandsetzungen beschränken, spielt sie allein deshalb eine wichtige Rolle, weil von ihr abhängt, wie lange es dauert, bis die verschiedenen Instandsetzungsbedürftig gewordenen Maschinen und Apparaturen wieder einsatzbereit sind, mit anderen Worten: wie lange sie für die Zwecke der Verschleißbeseitigung insgesamt stillstehen müssen. Da die Reparaturkapazitäten schon wegen der Schwankungen des Reparaturbedarfs nicht zu allen Zeiten groß genug sind, um sämtliche anfallenden Arbeiten ohne jegliche Verzögerung zu erledigen, entstehen bei Bevorzugung eines bestimmten Reparaturauftrages in vielen Fällen zwangsläufig Wartezeiten für die anderen Projekte. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen ist es keineswegs gleichgültig, welche Betriebsmittel man auf ihre Instandsetzung warten läßt, weil der Stillstand der verschiedenen Maschinen und Apparaturen unterschiedlich hohe Kosten verursacht, aber auch wegen des unterschiedlichen Zeitbedarfs der einzelnen Instandsetzungsmaßnahmen.

Für die Lösung des hieraus resultierenden Wirtschaftlichkeitsproblems bieten sich verschiedene Kriterien an. Die wichtigsten von ihnen sind in einer Studie von Richard Bauer und Heinz Kress zusammengestellt, auf die hier etwas näher eingegangen werden soll.

Die wohl einfachste Prioritätsregel für die Bearbeitungsreihenfolge von Maßnahmen der hier betrachteten Art stellt allein auf die zeitliche Reihenfolge des Eingangs der verschiedenen Reparaturaufträge ab: die zuerst eingehenden Aufträge werden grundsätzlich auch zuerst ausgeführt. Wie unmittelbar einleuchtet, wird hierbei aber im Grunde keiner der oben genannten Gesichtspunkte beachtet. Jedes Reparaturprojekt wird als gleich dringlich behandelt. Deshalb führt eine solche Verhaltensweise auch letztlich nicht zu wirtschaftlich sinnvollen Ergebnissen.

Eine andere, ebenfalls einfache Regel lautet: Zuerst sind stets jene Reparaturaufträge zu erledigen, bei deren Aufschub die höchsten Stillstandskosten pro Zeiteinheit (z. B. pro Stunde) entstehen. Dieses Kriterium versucht die von Anlage zu Anlage unterschiedlichen kostenmäßigen Konsequenzen des reparaturbedingten Stillstandes zu erfassen. Für den Fall, daß sich die effektive Höhe dieser Kostenwirkungen nur schwer oder gar nicht ermitteln läßt, werden Ersatzkriterien vorgeschlagen, z. B.:

- die größte Priorität erhält die Instandsetzung jener Maschine, vor der die größte Anzahl von Fertigungsaufträgen auf ihre Bearbeitung wartet,
- zuerst wird grundsätzlich jene Anlage instandgesetzt, vor der der Fertigungsauftrag mit dem frühesten Liefertermin (Fälligkeitstermin) wartet,
- die größte Priorität erhält die Instandsetzung jener Maschine, vor der der Fertigungsauftrag mit der größten Kapitalbindung wartet,
- an erster Stelle der Bearbeitungsreihenfolge rangiert prinzipiell jene Maschine, vor der die Aufträge der wichtigsten Kunden auf ihre Bearbeitung warten.

Diesen Hilfskriterien haftet der Nachteil an, daß sie jeweils nur auf einen der verschiedenen Bestimmungsfaktoren der Höhe der Stillstandskosten Bezug nehmen. Abgesehen davon ist aber die Höhe der Stillstandskosten pro Zeiteinheit ohnehin nicht in allen Fällen als Reihenfolgekriterium geeignet, sondern allenfalls dann, wenn sich die verschiedenen Projekte hinsichtlich des Zeitbedarfs für ihre Durchführung nicht allzu stark voneinander unterscheiden. Ist diese Prämisse nicht erfüllt, muß man bei der Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge stets auch berücksichtigen, wie lange die anderen Instandsetzungsprojekte bei zeitlicher Bevorzugung einer bestimmten Maßnahme warten müssen.

Die geringsten Wartezeiten entstehen – im Durchschnitt gesehen – dann, wenn man die Prioritätsregel aufstellt, daß stets jener Maßnahme der Vorrang eingeräumt wird, deren Durchführung die kürzeste Zeit erfordert. Diese Regel hat aber wiederum den Nachteil, daß sie keinerlei Bezug auf die Höhe der Stillstandskosten pro Zeiteinheit nimmt. Sie ist daher auch allenfalls dann sinnvoll, wenn diese kostenmäßigen Konsequenzen von Maschine zu Maschine nur sehr wenig streuen.

Zeigen die Erfahrungen, daß sowohl die Höhe der Stillstandskosten pro Zeiteinheit als auch die Reparaturzeit von Auftrag zu Auftrag beachtlich streuen kann, gelangt man nur dann zu einer optimalen Bearbeitungsreihenfolge, wenn bei der Planung diese beiden Aspekte gleichzeitig beachtet werden. Dem wird man nach Meinung des Verfassers dieser Schrift am ehesten dann gerecht, wenn man die Priorität jeweils der Instandsetzung jener Anlage einräumt, während deren Reparaturdauer bei den übrigen instandsetzungsbedürftigen Maschinen und Apparaturen insgesamt die geringsten wartezeitbedingten Stillstandskosten entstehen.

Daß dieses Kriterium den vorstehend besprochenen Grundregeln überlegen ist, soll kurz anhand eines einfachen Beispiels erläutert werden. Hierzu sei angenommen, daß in einem Betrieb 5 verschiedene Maschinen (A – E) nahezu gleichzeitig ausgefallen und somit instandsetzungsbedürftig geworden sind. Wie Abbildung 11 erkennen läßt, nimmt ihre Reparatur unterschiedlich lange Zeit in Anspruch, und ihr Stillstand verursacht auch verschieden hohe Kosten. Aus Vereinfachungsgründen sei angenommen, die Stillstandskosten seien zeitproportional.

Aus Abbildung 12 läßt sich entnehmen, welche wartezeitbedingten Stillstandskosten bei Anwendung der hier verglichenen Prioritätsregeln insgesamt anfallen. Die sich aufgrund des Kriteriums III ergebende Bearbeitungsreihenfolge – sie läßt sich aus den in Abbildung 11 gemachten Angaben sehr leicht ermitteln – führt eindeutig zu den niedrigsten Gesamtkosten.

Die im Vorstehenden für die Instandsetzung bereits ausgefallener Anlagen erarbeiteten Ergebnisse lassen sich in analoger Weise auch auf die Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen übertragen. Von dieser Reihenfolge hängt ab, inwieweit es möglich ist, die durch die allgemeine Reparatur- und Inspektionsstrategie vorgegebenen optimalen Termine einzuhalten. Grundsätzlich gelingt dies um so mehr, je mehr bereits beim Aufstellen dieser Pläne auf eine Koordination der Reparatur- und Inspektionszyklen mit den Instandhaltungskapazitäten geachtet wurde (vgl. den 5. Abschnitt des V. Kapitels). Kommt es zeitweise zu einer gewissen Überbelastung der Instandhaltungswerkstätten, so hat die zeitliche Bevorzugung einer bestimmten vorbeugenden Reparatur oder Inspektion zwangsläufig zur Folge, daß andere präventive Anlagenerhaltungsmaßnahmen über ihren optimalen Termin hinaus verzögert werden müssen.

Abb. 11: Mengen- und Zeitangaben sowie verschiedene Prioritätsregeln für die Bearbeitungsreihenfolge mehrerer Instandsetzungsprojekte

Prioritätsregel I:
Jene Maschine wird zuerst repariert, deren Stillstand pro Zeiteinheit die höchsten Kosten verursacht.

Prioritätsregel II:
Das Instandsetzungsprojekt mit dem geringsten Zeitbedarf wird zuerst durchgeführt.

Prioritätsregel III:
Zuerst wird jene Maschine instandgesetzt, während deren Reparaturdauer bei den übrigen instandsetzungsbedürftigen Anlagen insgesamt die geringsten „wartezeitbedingten“ Stillstandskosten entstehen.

ausgefallene (instandsetzungsbedürftige) Maschinen	A	B	C	D	E
Zeitbedarf der Instandsetzung (Std.)	10	12	15	20	25
Stillstandskosten pro Zeiteinheit (DM/Std.)	30	90	50	100	20
Reparatur-Reihenfolge nach Prioritätsregel I	4.	2.	3.	1.	5.
Reparatur-Reihenfolge nach Prioritätsregel II	1.	2.	3.	4.	5.
Reparatur-Reihenfolge nach Prioritätsregel III (vgl. Abb. 12)	2.	1.	4.	3.	5.

Hieraus resultieren zwar normalerweise keine zusätzlichen „wartezeitbedingten“ Stillstandskosten (wie beim Aufschub einer ausfallbedingten bzw. schadensbedingten Instandsetzung), aber es ergeben sich andere wirtschaftliche Nachteile. Bei Anlagen mit allmählich abnehmender Leistungsfähigkeit bestehen diese darin, daß ein immer schlechteres bzw. immer geringeres Leistungsergebnis oder immer höhere Betriebskosten in Kauf genommen werden müssen. Demgegenüber hat das Verzögern vorbeugender Reparaturen von plötzlich versagenden Anlagen eine Zunahme des Ausfallrisikos zur Folge – einschließlich der Gefahr, daß eine solche Maschine dann, wenn sie tatsächlich funktionsuntüchtig werden sollte, eventuell wegen der mangelnden Unterbrechbarkeit bereits begonnener anderer Reparaturen nicht unverzüglich instandgesetzt werden kann. Ähnlich nachteilige Konsequenzen ergeben sich beim Aufschub prophylaktischer Inspektionen. Als Prioritätsregel für die Planung der Bearbeitungsreihenfolge sollte man den Grundsatz aufstellen, daß prinzipiell zuerst jene vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen vorzunehmen sind, während deren Durchführungszeit die geringsten wirtschaftlichen Nachteile durch die Verzögerung anderer präventiver Instandhaltungsoperationen entstehen.

Die bisher erläuterten Grundregeln müssen weiter modifiziert werden, wenn in den eigentlichen Reparatur- bzw. Inspektionskosten in verhältnismäßig großem Umfang Kostenarten enthalten sind, deren Höhe reihenfolgeabhängig ist, wie dies beispielsweise bei einem Teil der „Rüstkosten“ für solche Maßnahmen der Fall sein kann. Diesem Aspekt dürfte aber in der Instandhaltungs-Praxis wegen der meist nicht sehr großen Mechanisierung innerhalb dieses Betriebsbereiches keineswegs eine so große Bedeutung zukommen wie bei der eigentlichen Leistungserstellung (speziell in Betrieben der wechselnden Sortenfertigung).

Abb. 12: Bei Anwendung der verschiedenen Prioritätsregeln insgesamt entstehende „wartezeitbedingte“ Stillstandskosten

Reparatur-Reihenfolge	in Reparatur befindliche Maschine	Reparaturdauer („Wartezeit“ der übrigen Maschinen)	„wartezeitbedingte“ Stillstandskosten der übrigen Maschinen
-----------------------	-----------------------------------	--	---

Prioritätsregel I

			B 90,- DM/Std.	C 50,- DM/Std.	A 30,- DM/Std.	E 20,- DM/Std.	
1	D	20	1800,- DM	1000,- DM	600,- DM	400,- DM	3800,- DM
2	B	12		600,- DM	360,- DM	240,- DM	1200,- DM
3	C	15			450,- DM	300,- DM	750,- DM
4	A	10				200,- DM	200,- DM
5	E	25					
insgesamt anfallende „wartezeitbedingte“ Stillstandskosten							5950,- DM

Prioritätsregel II

			B 90,- DM/Std.	C 50,- DM/Std.	D 100,- DM/Std.	E 20,- DM/Std.	
1	A	10	900,- DM	500,- DM	1000,- DM	200,- DM	2600,- DM
2	B	12		600,- DM	1200,- DM	240,- DM	2040,- DM
3	C	15			1500,- DM	300,- DM	1800,- DM
4	D	20				400,- DM	400,- DM
5	E	25					
insgesamt anfallende „wartezeitbedingte“ Stillstandskosten							6840,- DM

Prioritätsregel III

			A 30,- DM/Std.	D 100,- DM/Std.	C 50,- DM/Std.	E 20,- DM/Std.	
1	B	12	360,- DM	1200,- DM	600,- DM	240,- DM	2400,- DM
2	A	10		1000,- DM	500,- DM	200,- DM	1700,- DM
3	D	20			1000,- DM	400,- DM	1400,- DM
4	C	15				300,- DM	300,- DM
5	E	25					
insgesamt anfallende „wartezeitbedingte“ Stillstandskosten							5800,- DM

IX. Aufgaben und Probleme der Bereitstellungsplanung

Durch die Bereitstellungsplanung soll sichergestellt werden, daß die für die Durchführung von Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen erforderlichen Betriebsmittel, Werkstoffe und Arbeitskräfte in der benötigten Art, Qualität und Menge termingerecht zur Verfügung stehen. Aus der Fälle der sich hieraus ergebenden speziellen Planungsaufgaben sollen im folgenden zur Einführung in dieses Gebiet nur die wichtigsten herausgegriffen und in ihren Grundzügen erläutert werden.

1. Bereitstellung von Werkzeugen, Geräten, Vorrichtungen und anderen Betriebsmitteln

Die im Zuge der Bereitstellung von Werkzeugen, Geräten, Vorrichtungen und anderen für Instandhaltungs- und Reparaturzwecke benötigten Betriebsmitteln zu treffenden Entscheidungen stehen in engem Zusammenhang mit der schon an anderer Stelle (im 1. Abschnitt des VIII. Kapitels) behandelten Auswahl der Reparaturverfahren, da unterschiedliche Produktionsmittel meist auch verschiedene Verfahren repräsentieren. Beim Aufstellen dieser Pläne wird man weitgehend mit denselben Problemen konfrontiert, denen man auch bei der Bereitstellung der Fertigungs-

schinen und -apparaturen begegnet. Eine dieser Fragestellungen, die im Rahmen dieser Schrift grundsätzlich nicht näher behandelt zu werden brauchen, ist jedoch in bezug auf die hier interessierenden Betriebsmittel des Instandhaltungsbereichs wesentlich stärker ausgeprägt als bei der Bereitstellung anderer Betriebsmittel: die Wahl zwischen Selbsterstellung und Fremdbezug. Dies liegt daran, daß die Instandhaltungs- und Reparaturleistungen als „wiederherstellende“ Maßnahmen mit der eigentlichen Herstellung von Maschinen, Apparaturen und anderen Betriebsmitteln fertigungstechnisch sehr eng verwandt sind. Auf welche Gesichtspunkte man beim Treffen dieser Entscheidung besonders achten muß, hat der Verfasser dieser Schrift an anderer Stelle näher ausgeführt. Hier sei lediglich nochmals kurz auf die schon in anderem Zusammenhang (vgl. S.23) erwähnten Gefahren des in der Praxis zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch weit verbreiteten Rednens mit traditionellen „Vollkosten“ hingewiesen, weil diese Gefahren vor allem im Falle der Unterbeschäftigung sehr stark ausgeprägt sind, andererseits aber in der Praxis gerade unterbeschäftigte Werkstätten die Möglichkeit der Selbsterstellung von Werkzeugen, Geräten usw. neben dem Kauf dieser Betriebsmittel sehr häufig als eine interessante, speziell für den Beschäftigungsausgleich gut ge-

eignate Bereitstellungsalternative in Betracht zu ziehen haben.

Der Inhalt der Abbildungen 13 und 14 dient hierfür als Beispiel: In einer Unternehmung wird für gewisse Instandhaltungsarbeiten eine bestimmte Vorrichtung benötigt. Diese Vorrichtung könnte von einem auf die Fertigung solcher Apparate spezialisierten Lieferanten zu einem Gesamtpreis (einschließlich der beschaffungsbedingten Nebenkosten) von 3400,- DM bezogen werden, man könnte sie aber auch in den ohnehin nicht voll ausgelasteten eigenen Reparaturwerkstätten herstellen, die hierfür technisch bestens ausgerüstet sind.

In Abbildung 13 ist für diesen Fall zunächst eine nach traditionellen Grundsätzen aufgebaute „Vollkosten-Vergleichsrechnung“ wiedergegeben, in der die Gemeinkosten

Abb. 13: Kalkulation der Selbsterstellungskosten einer für Instandhaltungszwecke benötigten Vorrichtung nach den Grundsätzen der traditionellen „Vollkostenrechnung“ - Beträge in DM -

1. Materialkosten		
a) Materialeinzelkosten:		
Grundstoffe	430,—	
Hilfsstoffe	65,50	
Einbauteil A	1500,—	
Einbauteil B	238,50	
Kleinteile	40,75	2274,75
b) Materialgemeinkosten-Zuschlag (5%)	113,74	2388,49
2. Fertigungskosten der Werkstätten		
a) Schmiedekosten		
2,4 Std. à 26,20 DM/Std.	62,88	
b) Mechanische Bearbeitung		
64,5 Std. à 14,80 DM/Std.	954,60	
c) Zusammenbau		
Fertigungslöhne		
8,75 Std. à 6,50 DM/Std.	56,88	
Fertigungsgemeinkosten (130% der Fertigungslöhne)	73,94	
d) Anstreicherei		
Fertigungslöhne		
0,80 Std. à 5,80 DM/Std.	4,64	
Fertigungsgemeinkosten (210% auf Fertigungslöhne)	9,74	1162,68
3. Herstellkosten bei Eigenfertigung der Vorrichtung		3551,17
4. Anteilige Verwaltungskosten (15%)		532,68
5. „Selbstkosten“ bei Eigenfertigung der Vorrichtung		4083,85
6. Gesamtkosten des Fremdbezugs		3400,—
7. Scheinbare Mehrkosten bei Eigenfertigung		683,85

des Materialbereichs als prozentualer Zuschlag zu den Materialeinzelkosten verrechnet und die „vollen“, in der Periode insgesamt anfallenden Fertigungskosten teilweise (in den ersten beiden Stellen des Reparaturbereichs) nach dem „Stundensatz-Verfahren“ und zum anderen Teil nach dem „Lohnzuschlags-Verfahren“ kalkuliert werden. Dazu kommt dann schließlich noch ein prozentualer Zuschlag für anteilige Verwaltungsgemeinkosten.

Wer an die Richtigkeit einer solchen Rechnung glaubt, muß zum Fremdbezug jener Vorrichtung neigen.

Überlegt man einmal, ob die in die „Selbstkosten“ der Eigenfertigung einbezogenen Kostenarten tatsächlich durch die Selbsterstellung jener Vorrichtung zusätzlich hervor-

gerufen werden, ob sie also beim Verzicht hierauf vermieden worden wären, so stellt man fest, daß innerhalb der verrechneten Gemeinkosten des Material-, Fertigungs- und Verwaltungsbereichs in großem Umfang Kostenelemente enthalten sind, die auch beim Fremdbezug jener Vorrichtung in gleicher Höhe anfallen würden. Zu diesen fixen Bereitschaftskosten gehören vor allem die Gehälter, die zeitbedingten Abschreibungen und ähnliche Kostenarten. Selbst die „Fertigungslöhne“ der betreffenden Werkstätten (die Löhne der Reparaturarbeiter) müssen aus den schon früher genannten Gründen auf kurze Sicht normalerweise als fix betrachtet werden.

Weiche Kostenelemente im vorliegenden Beispielfall durch den Eigenbau jener Vorrichtung zusätzlich hervorgerufen werden, läßt Abbildung 14 erkennen. Sie enthält neben den Kosten des Materialeinsatzes und den für die Bereit-

Abb. 14: Bei Selbsterstellung der für Instandhaltungszwecke benötigten Vorrichtung effektiv zusätzlich in Kauf zu nehmende Kosten - Beträge in DM -

1. Kosten des Materialeinsatzes		
Grundstoffe	430,—	
Hilfsstoffe	65,50	
Einbauteil A	1500,—	
Einbauteil B	238,50	
Kleinteile	40,75	2274,75
2. Zusätzliche Beschaffungsnebenkosten (Transport, Verpackung, Versicherung u. dgl.) für		
Grundstoffe	28,20	
Hilfsstoffe	1,25	
Einbauteil A	22,50	
Einbauteil B	8,30	
Kleinteile	1,05	61,40
3. Zusätzliche Fertigungskosten der Werkstätten		
a) Zusätzliche Schmiedekosten		
Energieverbrauch	4,05	
Betriebsmaterial	1,40	
b) Zusätzliche Kosten der mechanischen Bearbeitung		
Energieverbrauch	103,20	
Betriebsmaterial	12,90	
Verbrauch an kurzlebigen, gebrauchsbedingt verschleißenden Werkzeugen	24,50	
c) Zusätzliche Kosten des Zusammenbaus		
Schweißstoffe	2,90	
d) Zusätzliche Kosten der Anstreicherei		
Betriebsmaterial	0,90	149,85
4. Zusätzliche Kosten bei Eigenfertigung der Vorrichtung		2486,—
5. Gesamtkosten des Fremdbezugs		3400,—
6. Effektive Kostenersparnis bei Eigenfertigung		914,—

stellung dieser Materialien zusätzlich anfallenden „Beschaffungsnebenkosten“ als eigentliche „Fertigungskosten“ der Werkstätten lediglich die zusätzlichen Energiekosten, die Kosten für Betriebsmaterial sowie Standardsätze für den Verbrauch kurzlebiger gebrauchsbedingt verschleißender Werkzeuge der Stelle „Mechanische Bearbeitung“. Die Summe dieser bei Selbsterstellung gegenüber dem Fremdbezug zusätzlich anfallenden Kosten ist wesentlich niedriger als die Summe der kalkulierten „Vollkosten“, weil die für den hier interessierenden Vergleich irrelevanten fixen Bereitschaftskosten darin nicht enthalten sind. Der

Vergleich mit den Kosten des Fremdbezugs läßt erkennen, daß es angesichts der schlechten Beschäftigungslage der Werkstätten auch unter kostenmäßigen Aspekten sinnvoller ist, jene Vorrichtung im eigenen Hause herzustellen. Vollbeschäftigte Instandhaltungswerkstätten müssen bei der Durchführung von solchen Vergleichen auch bedenken, daß angesichts ihrer günstigen Beschäftigungslage die Selbstanfertigung von Geräten, Vorrichtungen, Werkzeugen und dgl. nur möglich ist, wenn ihre Kapazität kurzfristig (beispielsweise durch das Einlegen von Überstunden) gesteigert oder (beispielsweise durch das Hinausschieben gewisser Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen) von anderen Aufgaben entlastet werden kann. Sie müssen dann in solche Kalkulationen auch die Überstundenlöhne einbeziehen – bzw. die wegen des Verzögerns anderer Anlagenerhaltungsmaßnahmen entstehenden erfolgsmäßigen Nachteile, wie etwa die „Wartzeitbedingten“ Stillstandskosten oder die erhöhten Betriebskosten von Maschinen, die unter solchen Umständen erst später repariert werden können.

Die vorstehend angedeuteten Grundsätze sind in gleicher Weise auch bei der Wahl zwischen Selbsterstellung und Fremdbezug von Ersatzteilen zu berücksichtigen, mit der man sich anlässlich der im nächsten Abschnitt zu besprechenden Bereitstellung solcher Einsatzgüter ebenfalls häufig auseinandersetzen muß.

Bezüglich des Problems der optimalen Größe von Reparaturwerkstätten sei auf den 3. Abschnitt dieses Kapitels verwiesen.

2. Bereitstellung der Ersatzteile und Reparaturstoffe

Zu den Dispositionen, die innerhalb der Bereitstellungsplanung für Ersatzteile und Reparaturstoffe zu treffen sind, gehören auch Entscheidungen über Art und Qualität dieser Einsatzgüter.

Kann man zwischen verschiedenen Ersatzteilqualitäten mit unterschiedlicher Haltbarkeit wählen, wird innerhalb dieses Teilgebiets der Bereitstellungsplanung praktisch zugleich auch eine Entscheidung über die Verschleißhemmungspolitik und die Reparaturterminplanung gefällt. Denn die Verwendung haltbarer Ersatzteile kommt einer verstärkten Verschleißhemmung gleich und hat zur Folge, daß in Zukunft seltener repariert werden muß. Diese Vorteile, bei deren Ermittlung auch an die voraussichtliche wirtschaftliche Nutzungsdauer jener Anlage zu denken ist, sind den aller Voraussicht nach höheren Beschaffungskosten für solche qualitativ hochwertigeren Ersatzteile – nach dem im VII. Kapitel angeführten Grundsätzen – gegenüberzustellen.

Mit besonderer Dringlichkeit ist darauf hinzuweisen, daß innerhalb der hier angesprochenen Planungen – in Abstimmung mit der Bereitstellungsplanung für die Maschinen, Apparaturen und sonstigen Anlagen – auch die verschiedenen Möglichkeiten einer Vereinheitlichung von Ersatzteilen und Reparaturstoffen von Zeit zu Zeit immer wieder überprüft werden müssen. Dies ist vor allem deshalb notwendig, weil sich durch Maßnahmen dieser Art (z. B. durch die Verwendung genormter bzw. typisierter Bauelemente) unter Umständen eine beachtliche Senkung der Ersatzteillager erreichen läßt. Die möglichen Vorteile einer solchen Rationalisierung liegen auf der Hand:

- geringere Kapitalbindung und somit niedrigere Zinskosten,
- Freisetzung der Lagerräume und Lagereinrichtungen für andere Verwendungszwecke,
- Senkung der Personalkosten und sonstigen Lagerverwaltungskosten bzw. Freisetzung der betreffenden Kapazitäten für andere Einsatzmöglichkeiten,

- leichtere und effektivere Material- bzw. Lagerkontrolle,
- einfachere Ermittlung der optimalen Lager- und Bestellmengen,
- Verringerung des Lagerrisikos infolge des Wegfalls selten benötigter Ersatzteillagen,
- Erhöhung der Lager- und Umschlaggeschwindigkeit.

Hinzu kommt, daß bei einer solchen Vereinheitlichung auch das Reparaturpersonal schneller und gründlicher mit den Anlagen und den durchzuführenden Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsoperationen vertraut wird, daß die Anzahl der anzuwendenden Reparaturmethoden und die Zahl der erforderlichen Werkzeuge geringer ist, daß neues Reparaturpersonal leichter und schneller angeeignet werden kann usw.

In engem Zusammenhang mit Dispositionen der eben besprochenen Art steht der mengenmäßig-zeitliche Aspekt der Bereitstellungsplanung, von dem ebenfalls ein erheblicher Einfluß auf die Lagerhaltung von Ersatzteilen und Reparaturstoffen ausgeht. Dieses Teilgebiet der Bereitstellungsplanung ist seinerseits in besonders starkem Maße von der gewählten Anlagenerhaltungspolitik abhängig. Betriebe, die sich zur vorbeugenden Instandhaltung ihrer Maschinen und Apparaturen entschlossen haben, sind allein deshalb im Vorteil, weil sie den Bedarf an Ersatzteilen und Reparaturstoffen je nach der Fristigkeit der Instandhaltungspläne schon eine mehr oder weniger lange Zeit im voraus kennen. Dies ermöglicht nicht nur eine wesentliche Rationalisierung des Einkaufs, sondern in den meisten Fällen auch eine beachtliche Senkung der Lagerbestände – nicht zuletzt auch deshalb, weil der Bedarf an Ersatzteilen und Reparaturmaterialien unter diesen Umständen nur relativ geringen Schwankungen unterworfen ist.

Dadurch und wegen der besseren Vorauseherbarkeit dieses Bedarfs können die Lagervorräte – besonders dann, wenn man über sehr zuverlässige Lieferanten verfügt, bei denen die Gefahr einer verspäteten Bereitstellung nur sehr gering ist – nicht selten auf jenes Niveau begrenzt werden, das aus Gründen der Wirtschaftlichkeit einer gleichzeitigen Beschaffung größerer Mengen „ratsam“ erscheint. Die optimale Höhe dieser wegen der „losweisen“ Beschaffung erforderlichen Bestände ist in erster Linie eine Funktion der durchschnittlichen Größe des Bedarfs, der mengenabhängigen Lagerkosten sowie der im Rahmen der Beschaffung anfallenden bestellmengenfixen Kosten. Zur rechnerischen Bestimmung dieses Optimums können die bekannten allgemeinen Verfahren zur Ermittlung wirtschaftlicher Bestellmengen herangezogen werden.

Unternehmungen, die sich auf die Durchführung ausfallbedingter und schadensbedingter Instandsetzungen beschränken, sind demgegenüber normaler Weise gezwungen, über die aus den eben genannten Gründen erforderlichen Bestände an Ersatzteilen und Reparaturstoffen hinaus auch noch mehr oder weniger hohe Sicherheitsbestände zu halten, wenn sie zusätzlich zu den bei dieser Instandhaltungspolitik ohnehin schon sehr umfangreichen störungsbedingten Stillstandszeiten nicht noch erhebliche „bereitstellungsbedingte“ Bruchzeiten (Wartzeiten wegen des Fehlens von Ersatzteilen oder Reparaturstoffen) in Kauf nehmen wollen. Sie müssen also schon jeweils bei einem relativ hohen „Meldebestand“ die Nachbestellung der betreffenden Materialien auslösen. Diese Notwendigkeit resultiert daraus, daß der Bedarf an Ersatzteilen und Reparaturstoffen in solchen Betrieben einerseits sehr stark schwankt und kaum voraussehbar ist, andererseits aber in den meisten Fällen – wegen der hohen Stillstandskosten – auch sehr schnell befriedigt werden muß.

Beim Festlegen des Umfangs solcher Sicherheitslager ist zu bedenken, daß mit jeder zusätzlich gelagerten Mengeneinheit zwar auf der einen Seite eine Erhöhung der Lagerkosten eintritt, auf der anderen Seite aber auch die Wahrscheinlichkeit, daß plötzlich notwendig werdende Instand-

setzungsmaßnahmen verzögert werden müssen, sinkt. Zur rechnerischen Fundierung solcher Planungen kann man prinzipiell solche Entscheidungsmodelle heranziehen, die im Rahmen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre für die optimale Dimensionierung der Sicherheitsbestände an Rohstoffen und Halbfertigwaren entwickelt wurden.

Mit einer ähnlichen, aber in mancher Hinsicht doch etwas anders strukturierten Problemstellung wird man im Rahmen der hier angesprochenen Planung dann konfrontiert, wenn es ratsam erscheint, gleich bei der Beschaffung spezieller Fertigungseinrichtungen ein möglichst für die gesamte Nutzungsdauer dieser Betriebsmittel ausreichendes Ersatzteillager anzulegen.

Die grundsätzliche Vorteilhaftigkeit einer solchen Politik kann sich beispielsweise daraus ergeben, daß eine spätere Nachbestellung von Ersatzteilen evtl. völlig unmöglich ist oder doch zumindest wesentlich höhere Kosten verursacht (etwa weil hierfür Sonderanfertigungen erforderlich werden). Entscheidungen über die Höhe eines solchen Ersatzteillagers sind vor allem deshalb mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet, weil man zum Dispositionszeitpunkt normalerweise weder die Nutzungsdauer jener Fertigungseinrichtungen genau kennt, noch präzise sagen kann, wie hoch der effektive Teilebedarf während dieser Zeit sein wird.

Während man bei Anlage eines nur verhältnismäßig kleinen Ersatzteillagers später mit großer Wahrscheinlichkeit relativ umfangreiche Nachbestellungen zu wesentlich ungünstigeren Bedingungen vornehmen und möglicherweise - bei nicht rechtzeitiger Nachbestellung - sogar Störungskosten wegen des Fehlens solcher Teile in Kauf nehmen muß, besteht andernfalls - bei zu reichhaltiger Eindeckung - die Gefahr, daß sich am Ende der Nutzungsdauer jener Anlagen verhältnismäßig viele der zwar billig erworbenen Ersatzteile als überflüssig erweisen. Rechenverfahren zur Lösung solcher Probleme sind in der eben zitierten Schrift angegeben.

3. Bereitstellung des Reparaturpersonals

Da Instandhaltungs- und Instandsetzungsleistungen nur in begrenztem Umfang mechanisiert und noch weniger automatisiert werden können, sind sie meist verhältnismäßig arbeitsintensiv. Deshalb wird die Wirtschaftlichkeit der Leistungserstellung gerade im Bereich der Anlagenerhaltung in besonders starkem Maße von der Personalbereitstellung beeinflußt. Zu den wichtigsten Aufgaben dieses Teilgebietes der Bereitstellungsplanung gehört neben der - im weiteren nicht näher untersuchten, in der zusammengestellten Bibliographie aber ebenfalls erfaßten - zweckgerechten Auswahl, Ausbildung und Entlohnung der Arbeitskräfte vor allem die optimale Dimensionierung der personellen Kapazitäten, also die Bestimmung der wirtschaftlich sinnvollsten Anzahl von Reparaturarbeitern. Diese prinzipiell auf längere Sicht zu treffenden Entscheidungen beeinflussen ihrerseits wiederum die kurz- und mittelfristige Festlegung der Reparatur- und Inspektionsstrategien sowie die Wahl der Reparaturverfahren. Von ihnen hängt unter anderem ab,

- wie häufig (in welchen Intervallen) vorbeugende Reparaturen und prophylaktische Inspektionen durchgeführt werden können,
- wie häufig und wie lange ausgefallene Maschinen und Apparaturen wegen der Knappheit des Reparaturpersonals auf ihre Instandsetzung warten müssen und
- wie häufig man auf weniger arbeitsintensive Reparaturverfahren (z. B. auf den Austausch verschlissener Teile gegen neue) oder auf die Fremdreparatur ausweichen muß.

Für Betriebe, die schon zur vorbeugenden Instandhaltung übergegangen sind, ist vor allem der erstgenannte Aspekt bedeutsam. Sie müssen die höheren Kosten einer größeren

Instandhaltungs-Mannschaft in erster Linie mit den Vorteilen einer Verkürzung der präventiven Inspektions- und Reparaturzyklen vergleichen, die - wie an anderer Stelle erläutert - vornehmlich in der Reduzierung der Maschinenausfälle und Ausfallschäden, in der Senkung der Reparaturkosten sowie in der Verminderung überhöhter Betriebskosten und schlechter Leistungsergebnisse zu sehen sind.

Demgegenüber wirkt sich eine Vergrößerung solcher Reparaturkolonnen, denen insbesondere die Durchführung nicht geplanter Instandsetzungen obliegt, vornehmlich in einer Senkung der Stillstandskosten der Anlagen aus. Deren relatives Ausmaß ist - dies wurde schon einleitend herausgestellt - vor allem davon abhängig, ob dem betreffenden Betrieb während solcher „Brachzeiten“ hohe oder nur sehr niedrige Gewinne („Deckungsbeiträge“) entgegen. Allein deshalb müssen diese Entscheidungen stets auch mit der jeweiligen Beschäftigungslage der Unternehmung in Einklang gebracht werden. Für ihre rechnerische Fundierung sind vor allem die Methoden der „Warteschlangentheorie“ geeignet, da sowohl die auf ihre Instandsetzung wartenden Maschinen als auch die evtl. zeitweise auf weitere Aufträge wartenden Arbeitskräfte als eine Warteschlange interpretiert werden können. Voraussetzung für die Anwendbarkeit solcher Verfahren ist allerdings, daß bestimmte Informationen über den Zeitabstand zwischen den nacheinander erforderlich werdenden Reparaturmaßnahmen und deren Zeitbedarf vorliegen. Man muß wissen, welchen statistischen Verteilungsgesetzen diese Größen unterliegen. Entspricht wenigstens eine dieser Verteilungen der Exponentialverteilung, kann das Problem noch mit analytischen Methoden gelöst werden: Man kann Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Erwartungswerte für die sich bildenden Warteschlangen und die in Kauf zu nehmenden Wartezeiten der ausgefallenen Maschinen einerseits und des Reparaturpersonals andererseits berechnen. Ist keine der eben genannten Größen exponentialverteilt, lassen sich solche Ergebnisse in der Praxis regelmäßig nur noch mit Hilfe von Simulations-Verfahren gewinnen, wie immer auch dann, wenn bei der Durchführung der Reparaturen Prioritäten der an anderer Stelle (im 3. Abschnitt des VIII. Kapitels) beschriebenen Art zu beachten sind.

Sofern man beim Aufstellen der hier angesprochenen Pläne mit relativ starken - beispielsweise saisonalen - Schwankungen des Reparaturbedarfs rechnen muß, darf man auch die Möglichkeit eines wenigstens vorübergehenden Einsatzes von Fertigungsarbeitern für Instandhaltungsarbeiten nicht übersehen. Vor allem aber ist an den kombinierten Einsatz eigener und fremder Reparaturarbeiter zu denken. Bei einer Beschränkung auf eigene Reparaturorgane müßte man die Belegschaftsstärke der betreffenden Werkstätte im Extremfall - wenn während der Planungsperiode keine stufenweise Veränderung der Betriebsbereitschaft möglich ist - auf den Spitzenbedarf ausrichten. Eine so starke Ausweitung der betriebseigenen Reparaturwerkstätten verursacht aber relativ hohe Fixkosten. Andererseits werden die auf diese Weise geschaffenen Potentiale nur während eines sehr geringen Teiles der Zeit voll genutzt. Dies ist nur selten rentabel. Häufig ist es zweckmäßiger, die eigenen Reparaturkapazitäten nur auf die Bewältigung des Grundbedarfs, der während der gesamten Planungsperiode besteht, einzurichten und die Bedarfsspitzen durch Inanspruchnahme fremder Reparaturorgane auszugleichen. Verursacht der Einsatz solcher betriebsfremder Kräfte wesentlich höhere Kosten als die Eigenreparatur, kann allerdings auch die Verhaltung eines über den Grundbedarf hinausgehenden Leistungspotentials lohnend sein, selbst wenn die betreffenden Arbeitskräfte zeitweise unterbeschäftigt sind. Voraussetzung dafür ist, daß den damit verbundenen zusätzlichen Bereitschaftskosten mindestens gleich hohe Ersparnisse (an Mehrkosten für Fremdreparaturen) gegenüberstehen.

X. Bibliographie der wichtigsten Veröffentlichungen

1. Vorbemerkungen

Die im folgenden wiedergegebene Bibliographie umfaßt die – nach dem Ermessen des Verfassers dieser Schrift – wichtigsten Veröffentlichungen zum Problembereich vorbeugende Instandhaltung, die während der letzten Jahre, insbesondere nach dem zweiten Weltkrieg, erschienen sind. Darüber hinaus enthält sie aber auch grundlegende Arbeiten über allgemeine sowie mit der vorbeugenden Instandhaltung eng verwandte spezielle Fragen der Instandhaltung, so etwa Titel, die sich mit der Organisation des Instandhaltungswesens oder mit der Planung der Instandhaltungskosten befassen. Diese Ausweitung des Inhalts der Bibliographie erschien notwendig, weil für die Anwendung des Systems der vorbeugenden Instandhaltung regelmäßig auch gute Kenntnisse über die übrigen Aspekte der Anlagenerhaltungswirtschaft vorausgesetzt werden müssen. Wie schon in der Einführung erwähnt, liegt das Schwergewicht auf solchen Veröffentlichungen, die das eben genannte Stoffgebiet vom wirtschaftlichen Standpunkt aus beleuchten. Die so ausgerichtete Bibliographie umfaßt nicht nur die in Westdeutschland erschienenen Titel, sondern auch die wichtigste Literatur der DDR und des anglo-amerikanischen Sprachbereichs. Gerade die angelsächsischen Länder haben sich in der Vergangenheit besonders intensiv mit den hier angesprochenen Fragen befaßt, so daß die dort erschienenen Publikationen in vielerlei Hinsicht wegweisend sind. Die aufgeführten ausländischen Aufsätze und Bücher sind auch in Deutschland – zumindest über die großen Bibliotheken und deren gegenseitigen Leihverkehr – zugänglich.

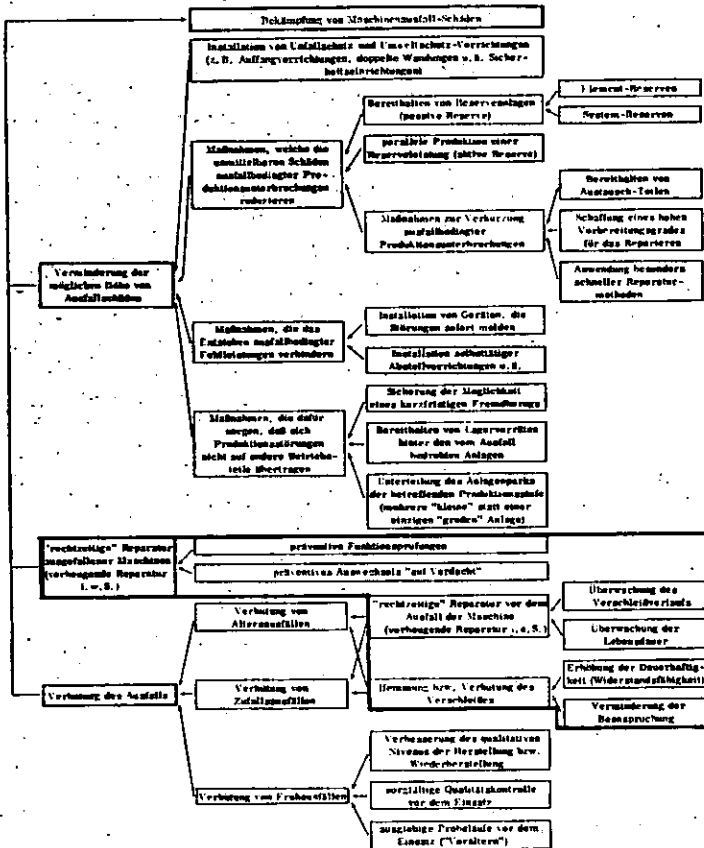
Vgl. hierzu:

MÄNNEL, Wolfgang: Vorbeugende Instandhaltung, in: Schriftenreihe Arbeitsvorbereitung, hrsg. vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung, Frankfurt/Main und Berlin 1971, Heft 6, S. 43-71.

Die Gliederung der Bibliographie nach einzelnen Sachgebieten versucht die Literatur möglichst stark zu unterteilen, um dem Leser das Auffinden spezieller Titel zu erleichtern. Schriften, die zwei oder mehr dieser Gebiete intensiv berühren, erscheinen grundsätzlich bei dem von ihnen in erster Linie angesprochenen Unterpunkt. Zusätzlich wird auf sie aber auch innerhalb der anderen Unterpunkte, zu denen sie einen wesentlichen Beitrag liefern, durch Verweise aufmerksam gemacht. Speziell (aber nicht nur) im Hinblick hierauf erwies sich eine Numerierung der erfaßten Quellen als unumgänglich. Diese Numerierung ist nicht durchgängig, sondern knüpft an den dekadischen Ordnungszahlen an, die den einzelnen Gliederungspunkten (Sachgebieten) vorangestellt wurden. Die ersten beiden Ziffern einer Titel-Nummer beziehen sich jeweils hierauf. Innerhalb eines Sachgebietes sind die verschiedenen Quellen primär nach dem Erscheinungsjahr und innerhalb der Jahre wiederum alphabetisch (nach Autorennamen bzw. nach dem ersten Wort des Sachtitels) geordnet, um dem Leser die Unterscheidung zwischen neueren und älteren Schriften zu ermöglichen und die spätere Ergänzung der Bibliographie anläßlich einer eventuellen Neuauflage zu vereinfachen. Aus dieser Ordnung ergeben sich jeweils die letzten beiden Ziffern einer Titel-Nummer.

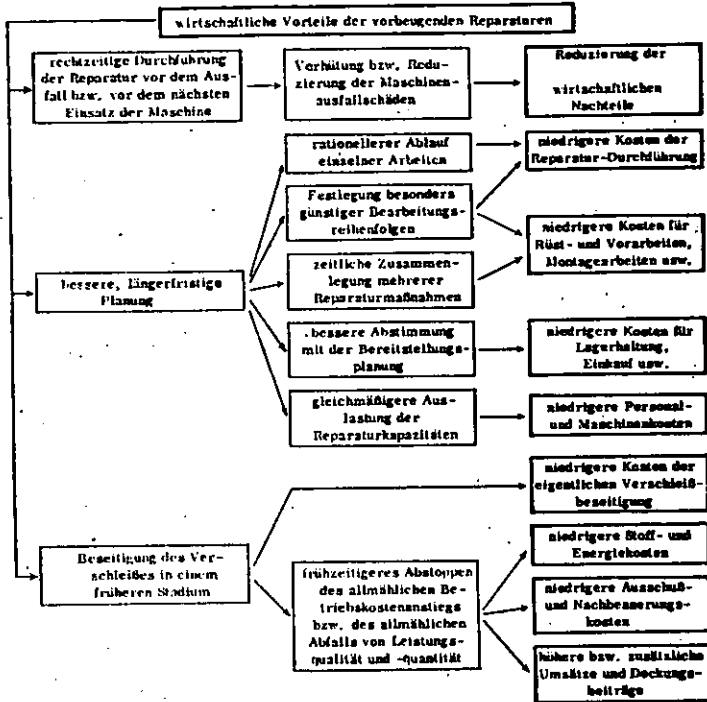
Dank der weitgehenden Untergliederung des Stoffgebietes konnte auf ein Stichwortverzeichnis verzichtet werden. Ein komplettes alphabetisches Autorenregister ist auf den letzten Seiten dieser Schrift zusammengestellt.

DIE STELLUNG DER VORBEUGENDEN ANLAGENINSTANDHALTUNG IM RAHMEN DER MÖGLICHKEITEN ZUR BEKÄMPFUNG VON ANLAGENAUSFALLSCHÄDEN

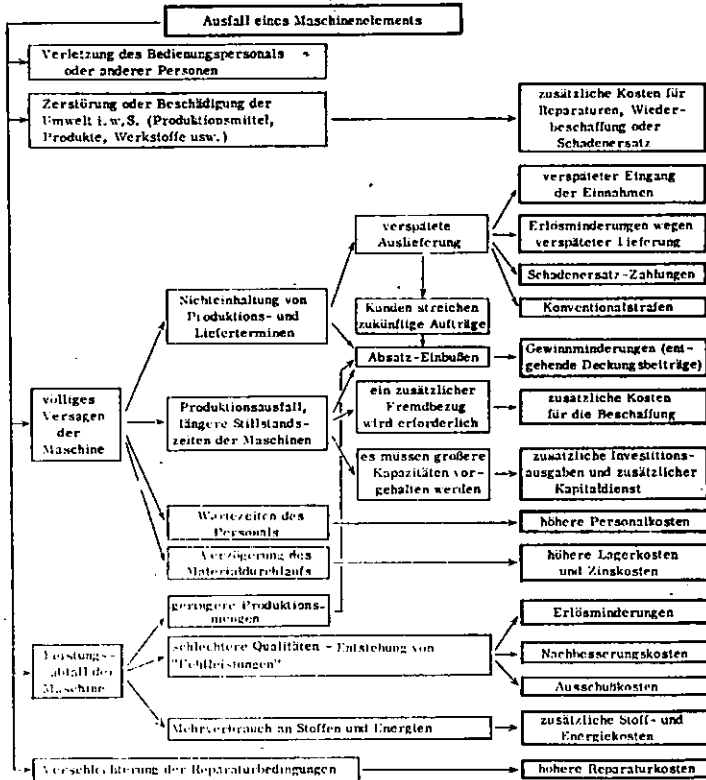


= vorbeugende Anlageninstandhaltung

Überblick über die wichtigsten wirtschaftlichen Vorteile vorbeugender Reparaturen



Überblick über die möglichen nachteiligen Folgen von Maschinenausfällen



Veröffentlichungen zum Problemkreis Anlagenerhaltung
von o.Prof. Dr. rer. pol. Wolfgang Männel

I. Bücher

Wirtschaftlichkeitsfragen der Anlagenerhaltung, Wiesbaden 1968
Vorbeugende Instandhaltung; Eine Einführung und Bibliographie, in: Schriftenreihe
"Arbeitsvorbereitung", Heft 6, hrsg. vom Ausschuß für wirtschaftliche Ferti-
gung e.V., Frankfurt/M. und Berlin 1971

II. Aufsätze

- Der Einfluß des Restbuchwertes alter Anlagen auf Investitionsentscheidungen, in:
Neue Betriebswirtschaft, 17. Jg. (1964), H. 4, S. 117-122
Hemmt der Restbuchwert Ersatzinvestitionen? in: Blick durch die Wirtschaft, 9. Jg.
(1966), Nr. 276, S. 4
Der Einfluß des Restbuchwertes auf die Entscheidung über den Anlagenersatz, in:
Zeitschrift für das gesamte Rechnungswesen, 13. Jg. (1967), H. 8, S. 194-197
Vorbeugende Anlagereparatur, in: chemie-anlagen + verfahren, Jg. 1969, H. 1/2,
S. 59-61
Die vorbeugende Reparatur kann viele Vorteile bringen, in: Blick durch die Wirt-
schaft, 12. Jg. (1969), Nr. 35, S. 5
Wirtschaftlichere Fertigung durch Verhütung von Anlageausfällen, in: Zeitschrift
für wirtschaftliche Fertigung, 64. Jg. (1969), H. 2, S. 92-95 (I), H. 3,
S. 137-140 (II)
Vermeidung von Anlageausfällen und Ausfallschäden, in: Maschinenmarkt, 75. Jg.
(1969), Nr. 27, S. 516-518
Berücksichtigung des Restbuchwertes alter Anlagen beim Anlagenersatz, in: Chemie-
Anlagen-Verfahren (CAV), Jg. 1969, H. 6, S. 71-73 (I), H. 7, S. 62 (II)
Berücksichtigung des Restbuchwertes bei Anlagenersatz, in: Buchhaltungs-Briefe,
Jg. 1969, Nr. 16, S. 749-754
Der Restbuchwert alter Anlagen im Ersatzfall, in: Maschinenmarkt, 75. Jg. (1969),
Nr. 42, S. 898
Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Hemmung des Anlagenverschleißes, in: Chemie-
Anlagen + Verfahren, Jg. 1969, H. 10, S. 80-84
Wie Maschinenausfälle verhindert werden können, in: Blick durch die Wirtschaft,
12. Jg. (1969), Nr. 258, S. 5
Vorteile vorbeugender Reparatur, in: druckwelt, 20. Jg. (1970), H. 2, S. 41-42
Die Bedeutung des Restbuchwertes alter Anlagen für Ersatzentscheidungen, in: Das
Chefbüro, Sonderseiten in Maschine und Werkzeug, 71. Jg. (1970), H. 6, S. 32
Maschineninstandhaltung - Reihenfolgeplanung für Instandhaltungs- und Instand-
setzungsprojekte, in: Maschine plus Manager, 14. Jg. (1971), H. 7, S. 38-44
Voraussehen und Vorbeugen ist besser, in: Blick durch die Wirtschaft, 14. Jg.
(1971), Nr. 273, S. 1
Nicht immer ist eine präventive Instandhaltungspolitik angebracht. Was bei vor-
beugenden Reparaturen zu beachten ist, in: Blick durch die Wirtschaft, 14. Jg.
(1971), Nr. 277, S. 5
Verschleißerscheinungen rechtzeitig beseitigen, in: Blick durch die Wirtschaft,
14. Jg. (1971), Nr. 279, S. 5
Rationelle Bereitstellung von Ersatzteilen, in: Blick durch die Wirtschaft, 15. Jg.
(1972), Nr. 10, S. 1
Personalplanung für die Instandhaltung, in: Blick durch die Wirtschaft, 15. Jg.
(1972), Nr. 53, S. 1
Systematisch gehemmter Verschleiß, in: Blick durch die Wirtschaft, 15. Jg. (1972),
Nr. 66, S. 1
Anlagen wirtschaftlich nutzen, in: Blick durch die Wirtschaft, 15. Jg. (1972),
Nr. 69, S. 1

- Wartezeiten lassen sich schwer vermeiden, in: Blick durch die Wirtschaft, 15. Jg. (1972), Nr. 80, S. 5
- Wirtschaftliche Vorteile und Möglichkeiten der Bekämpfung von Maschinenausfall-Schäden, in: Der Betriebs-Berater, Jg. 1972, Beilage zu H. 16, S. 46-54
- Reparaturen - richtig geplant, in: Blick durch die Wirtschaft, 15. Jg. (1972), Nr. 105, S. 5.
- Wirtschaftliche Vorteile und Möglichkeiten einer Koordination von Reparaturterminen, in: Der Betrieb, 25. Jg. (1972), H. 25/26, S. 1178-1183
- Der Zeitbedarf für Reparaturen muß genau geplant werden, in: Blick durch die Wirtschaft, 15. Jg. (1972), Nr. 222, S. 4
- Die Abstimmung der Reparaturzyklen mit dem Reparaturbudget, in: Blick durch die Wirtschaft, 15. Jg. (1972), Nr. 293, S. 3
- Kostengünstige Bearbeitungsreihenfolge für Instandhaltungs-Projekte, in: Kostenrechnungspraxis, Jg. 1973, Nr. 1, S. 21-28
- Die Wirtschaftlichen Aspekte der Planung von Inspektionszyklen, in: Blick durch die Wirtschaft, 16. Jg. (1973), Nr. 30, S. 3
- Zeitbedarfsplanung für Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen, in: Der Betriebswirt, 14. Jg. (1973), H. 2-3, S. 29-30
- Langfristige Entscheidungen über das Reparaturverfahren, in: Blick durch die Wirtschaft, 16. Jg. (1973), Nr. 84, S. 3
- Abstimmung der Reparaturtermine mit den Reparaturkapazitäten, in: Blick durch die Wirtschaft, 17. Jg. (1974), Nr. 26, S. 3
- Planung der Reparatur bei schwankenden Reparaturkosten, in: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung, 69. Jg. (1974), H. 2, S. 86
- Wirtschaftliche Vorteile und Möglichkeiten einer Koordination von Reparaturterminen, in: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung, 69. Jg. (1974), H. 4, S. 190-193 (I), H. 5, S. 264-265 (II)

III. Beiträge in Sammelwerken

- Anlagen und Anlagenwirtschaft, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, hrsg. von E. Grochla und W. Wittmann, 4. Aufl., Stuttgart 1974, Band 1, Sp. 138-147
- Inspektion von Anlagen, in: Management Enzyklopädie, Dritter Band, München 1970, S. 591-598

Prof. Dr. rer. pol. Wolfgang Männel
Universität Dortmund
Lehrstuhl für Fertigungswirtschaft
Hauptbaupläche C1-02-426
Vogelpothsweg
4600 Dortmund

Instandhaltung im Spiegel des Krankenhausfinanzierungs-
gesetzes

von P. SÜLLENTROP, DÜSSELDORF

1. Instandhaltung und Instandsetzung nach dem KHG

1.1 Definition und Ziel

Die gesetzlichen Grundlagen für das hier behandelte Thema sind das KHG (11) und die Bundespflegesatzverordnung (17). In der Bundespflegesatzverordnung werden in § 18 die Ermittlung der Selbstkosten und im Absatz 4 die Kosten für "Instandhaltung" und "Instandsetzung" behandelt.

Über Inhalt und Abgrenzung beider Begriffe gibt es sehr unterschiedliche Auffassungen. Besonderer Erläuterung bedarf offenbar in diesem Rahmen der Terminus "Instandsetzung". Dazu sollen einige Interpretationen zitiert werden:

Im Gutachten des DKI und des Instituts für Krankenhausbau der Technischen Universität Berlin (4) heißt es:

"Zu den Instandhaltungsarbeiten rechnen nur solche Reparaturen, die notwendig sind, um die für einen bestimmten Gegenstand vorgegebene Nutzungszeit zu ermöglichen".

Die DIN 31051, Blatt 1 (5) sagt in Ziffer 3.1.3. Instandsetzung: "Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes" und in 3.2., Sollzustand: Der für den jeweiligen Fall festgelegte (geforderte) Zustand.

Der Entwurf einer "Verordnung über die durchschnittliche Nutzungsdauer und die Abgrenzung von Anlagegütern in Krankenhäusern" (19) besagt sinngemäß, daß die Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen "der Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit und Betriebsbereitschaft von Anlagegütern dienen und die durchschnittliche Nutzungsdauer eines Anlagegutes nicht verlängern" sowie ihre "Modernität" nicht "erhöhen" sollen.

Neben den zitierten Definitionen für Instandhaltung gibt es auch andere, die sich aber im wesentlichen durch abweichende Zielsetzung unterscheiden (20).

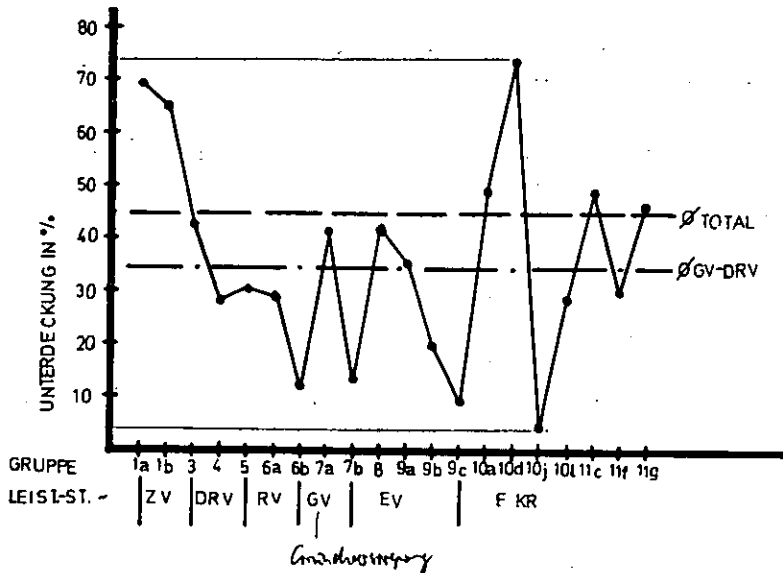
Es ist verständlich, daß die unterschiedlichen Auffassungen

von "Instandhaltung und Instandsetzung" zu einer Vielfalt der Auslegungen führen mußten, die sich dann in den Kostangaben zur Instandhaltung niederschlagen. Einheitliche Abgrenzungen, notwendige Grundlage vergleichbarer Aussagen, kann man bisher als nicht gegeben unterstellen.

2. Kosten und Finanzierung von Instandhaltung und Instandsetzung

2.1 Angaben aus der Praxis

Schon bald nach Inkrafttreten des Krankenhausfinanzierungsgesetzes wurden Stimmen laut, welche die Auskömmlichkeit der nach § 18, Abs. 4 der Bundespflegesatzverordnung (17) gewährten Pauschalen anzweifelten (15). Die Bayerische Krankenhausgesellschaft hat im vergangenen Jahr eine Übersicht über 197 Krankenhäuser veröffentlicht (2). Danach lag die Unterdeckung (Differenz zwischen aufgewendeten Kosten und Pauschalen nach BPflVO) im Jahre 1975 im Mittel bei 44,9 % (siehe Bild 1).



Aus der Grafik wird erkennbar, daß die Abweichungen erheblich sind. Bei allen Häusern wurde eine Unterdeckung der Instandhaltungskosten festgestellt. Betrachtet man die Kran-

kenhäuser, die den Leistungsstufen ^{GV} "Grundversorgung", ^{PV} "Regelversorgung" und "Differenzierte ^{DKV} Regelversorgung" zuzuordnen sind, dann kann hier zunächst eine mittlere Unterdeckung der Instandhaltungskosten von ca. 34,5 % festgestellt werden.

2.2 Die Pauschale Instandhaltungsfinanzierung

Auf die "Problematik der pauschalen Instandhaltungsfinanzierung" hat Eichhorn (6) in verschiedenen Veröffentlichungen hingewiesen. Die Pauschalierung geht von dem durchschnittlichen Instandhaltungsaufwand für sämtliche Anlagegüter während der Gesamtlaufzeit des Krankenhauses (60 Jahre) aus. So ist zu verstehen, "daß bei der Vielzahl, der Vielschichtigkeit und der Varianz der die Instandhaltungskosten beeinflussenden Faktoren der tatsächliche Instandhaltungsaufwand im einzelnen Krankenhaus nur in Ausnahmefällen mit der Pauschalabgeltung übereinstimmen kann" (Eichhorn). Dieser Feststellung wird in der Finanzierungspraxis nicht ausreichend Rechnung getragen.

Aus Veröffentlichungen wie auch aus Erfahrungen im Rahmen der Beratungstätigkeit im Deutschen Krankenhausinstitut wird erkennbar, daß die krankenhausesindividuellen Anpassungsmöglichkeiten, wie sie auch im Rahmen des KHG grundsätzlich bestehen, noch nicht ausgeschöpft werden. Damit soll nicht gesagt sein, daß in diesem Rahmen für jedes Haus eine wirklich kostendeckende Anpassungsmöglichkeit besteht.

3. Möglichkeiten zur Änderung der Situation

3.1 Gesetzliche Grundlagen

Das "Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze" (KHG) (11) erhebt die Gewährleistung der wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser zum Grundsatz (§ 1 KHG).

Die Abgeltung der Aufwendungen für Instandhaltung und Instandsetzung wird nach § 18, Abs. 4 der Bundespflegesatzverordnung (17) geregelt.

Es erscheint mir wichtig, auf einen Satz besonders hinzuweisen:

"Abweichend von Satz 3 kann eine andere Anforderungsstufe oder im Ausnahmefall ein anderer Betrag festgesetzt werden, soweit dies zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Krankenhauses unter Berücksichtigung seiner im Krankenhausbedarfsplan bestimmten Aufgaben notwendig oder ausreichend ist".

Hier ist die Möglichkeit der zuvor erwähnten krankenhaushausindividuellen Anpassung grundsätzlich gegeben.

3.2 Kriterien zur Objektivierung der individuellen Instandhaltungskosten

3.2.1 Überprüfung der Übereinstimmung mit den Ausgangswerten der Instandhaltungspauschalen

Die Kriterien, nach denen die Pauschalen festgelegt werden, sind das "Jahr der Inbetriebnahme", die "Anforderungsstufe" und die damit verbundene "Bemessungsgrundlage". Die Instandhaltungspauschalen gehen von bestimmten Flächenvorgaben und von darauf aufbauenden Richtwerten für die Investitionskosten je Krankenbett aus (4). Ist ein Krankenhaus nach Inbetriebnahme betrieblich-baulich weiterentwickelt worden, was bei älteren Häusern überwiegend der Fall ist, dann kann über einen Flächenvergleich (BGF nach DIN 277) das Jahr der Inbetriebnahme neu definiert werden. Diesbezügliche Empfehlungen (1) sind nach unserer Erfahrung noch nicht allen Krankenhausträgern ausreichend bekannt.

Ein Problem, das schwieriger zu beheben ist, ergibt sich aus der Festlegung der Anforderungsstufen. Hier ist festzustellen, daß mit der Abstufung nur nach Bettenzahlen keine ausreichende Definition der vorgehaltenen Leistungen gegeben ist. So kann ein Krankenhaus mit 340 Betten leistungsmäßig durchaus der Anforderungsstufe III und ein Krankenhaus mit 620 Betten der Anforderungsstufe IV gerecht werden. Damit verbunden sind höhere Investitionskosten und dementsprechend höhere Instandhaltungskosten.

Die Definition der Anforderungsstufen nach Bettenzahl in Verbindung mit der Zuordnung zu Gruppen (§ 11 BPflVO) in Übereinstimmung mit dem jeweiligen Landeskrankenhausbedarfsplan erscheint mir eher angemessen.

3.22 Instandhaltungskosten und Wiederbeschaffung von Anlagegütern

Von besonderem Einfluß auf die Auskömmlichkeit der Instandhaltungspauschalen ist der Zusammenhang von Instandhaltungskosten und Nutzungsdauer von Anlagegütern. Hier wirkt sich die dualistische Finanzierung der Vorhaltekosten, wie sie sich im Zuge des Gesetzgebungsverfahrens ergeben hat (13), für den Krankenhausträger besonders erschwerend aus.

Der rechtzeitige Ersatz von Anlagegütern nach Ablauf der vorgesehenen Nutzungsdauern ist nach den bisherigen Erfahrungen nicht gewährleistet. Damit wird dem Träger eine wesentliche Voraussetzung für wirtschaftliche Instandhaltung und Instandsetzung vorenthalten. Zwar regeln die §§ 9 und 10 des KHG die Wiederbeschaffung von Anlagegütern, jedoch bestätigen die bisherigen Erfahrungen das zuvor Gesagte. Geht man davon aus, daß die jährlichen Instandhaltungskosten eines Anlagenteiles während der normalen Nutzungsdauer konstant sind (12), dann muß bei überlanger Nutzung mit einem erheblichen Anstieg der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten gerechnet werden.

Dem einzelnen Haus kann deshalb nur empfohlen werden, nicht nur eine "Instandhaltungsstrategie" (Eichhorn), sondern gleichzeitig eine korrespondierende Wiederbeschaffungsstrategie zu entwickeln.

Ein besonderer Aspekt ergibt sich in diesem Zusammenhang für Krankenhäuser, deren Aufnahme in den Krankenhausbedarfsplan über längere Zeit unsicher ist oder bei denen Planung und Durchführung von Ersatzbauten sich über einen zu langen Zeitraum hinziehen (10 Jahre und mehr). Ihnen ist die Chance für wirtschaftliches Verhalten bezüglich Instandhaltung und Instandsetzung genommen.

3.23 Preisindex und Fortschreibung der Bemessungsgrundlage

Die Bestimmung der Höhe der Instandhaltungspauschale erfolgt nach einem festen Von-Hundert-Satz des Bettenrichtwertes (Bemessungsgrundlage). Wichtige Voraussetzung dafür, daß die Pauschale ausreicht, ist, daß der Bettenrichtwert identisch

mit dem Gegenwartswert einer vergleichbaren Wiederbeschaffung ist. Eine erste Anhebung der Bemessungsgrundlage ist inzwischen erfolgt (18). Es wird sich auf Dauer nicht vermeiden lassen, daß anstelle einer Fortschreibung von nach und nach veraltenden Grundlagen eine generelle Neufestsetzung der Bettenrichtwerte erfolgt.

Theoretisch müßte mindestens bei allen Neubauten die Pauschale ausreichen, wenn die tatsächlichen Herstellungskosten (alle Erstinvestitionen) als Grundlagen der Bemessung der Instandhaltungspauschale anerkannt würden.

3.24 Nachholbedarf an Instandhaltungsmaßnahmen

Die Instandhaltungspauschalen gehen von einer linearen Verteilung des Instandhaltungsaufwandes über die Gesamtzeit der Nutzung eines Krankenhauses aus. Unter dieser Prämisse muß davon ausgegangen werden, daß es verschiedene Perioden der tatsächlich anfallenden Instandhaltungskosten gibt.

Infolge der auch in der Vergangenheit nicht kostendeckenden Pflegesätze wurden bei den meisten Krankenhäusern früher nur Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, wenn sie sich als unbedingt notwendig erwiesen (überwiegend Instandsetzung). So konnte es nicht ausbleiben, daß bei Inkrafttreten des KHG häufig ein erheblicher Nachholbedarf an Instandhaltung und Instandsetzung aufgelaufen war.

Vorschläge, diesen Nachholbedarf durch einmalige Finanzierung (Behandlung wie bei den "alten Lasten") abzudecken, drangen nicht durch.

4. Zusammenfassung

Der Versuch, die Instandhaltung im Spiegel des Krankenhausfinanzierungsgesetzes darzustellen, muß zum gegenwärtigen Zeitpunkt notwendigerweise unbefriedigend verlaufen. Grundlagen, die so sehr langfristig angelegt sind, lassen sich nach verhältnismäßig kurzer Erprobungszeit nicht abschließend auf ihre Tauglichkeit überprüfen.

Dennoch sollte aufgezeigt werden, wo bereits jetzt Ansatzmöglichkeiten zur Verbesserung der Situation der Betroffenen, der Krankenhäuser, erkennbar sind.

Literatur:

- (1) Baden-Württembergische Krankenhausgesellschaft e.V.
- Mitteilungen -
"Jahr der Inbetriebnahme bei der Bemessung der Instandhaltungs- und Instandsetzungspauschalen"
Krankenhaus-Umschau 3/1974
- (2) Bayerische Krankenhausgesellschaft e.V.
"Instandhaltungspauschale nach § 18, Abs. 4 BPflV"
Mitteilungen BKG 9/1976
- (3) Bundesminister für Jugend, Familie und Gesundheit
Schreiben an die Deutsche Krankenhausgesellschaft
sowie an den Bundesverband der Ortskrankenkassen
"Die Klärung des Begriffs Instandhaltung und Wartung"
Krankenhaus-Umschau 3/1975
- (4) Deutsches Krankenhausinstitut e.V. - Institut in Zusammenarbeit mit der Universität Düsseldorf - und Institut für Krankenhausbau der Technischen Universität Berlin
Kosten für die Wiederbeschaffung der mittel- und kurzfristig nutzbaren Anlagegüter sowie der Instandhaltung und Instandsetzung von Krankenhäusern
Das Krankenhaus 9/1971 (Sonderdruck)
- (5) DIN 31051, Blatt 1, Instandhaltung, Begriffe
- (6) Eichhorn, S.
Instandhaltungsstrategie und Instandhaltungsfinanzierung - Berichte in zwangloser Folge - Nr. 56 - Juli 1973 (aus dem DKI)
- (7) Ellrich, M.
"Verhindert das Krankenhausfinanzierungsgesetz die technische Weiterentwicklung im Krankenhaus?"
Das Krankenhaus 1/1977
- (8) "Erneuerungshäufigkeit innerhalb von 80 Jahren"
Sanitär- und Heizungstechnik 2/1976
- (9) Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen
Nr. 2383 - Arbeitskreis Instandhaltung der Schmalenbäch-Gesellschaft Köln -
"Instandhaltung - Ein Managementproblem -"
Westdeutscher Verlag 1974
- (10) Gehrt/Jüngerkes
"Selbstkostenrechnung nach der Bundespflegegesetzverordnung"
Verlag: W. Kohlhammer

- (11) Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze - KHG - vom 29. Juni 1972, Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 60, vom 1. Juli 1972, S. 1009 ff.
- (12) Grothus, H.
"Instandhaltekosten budgetieren den Zufall beherrschen"
Verlag Gisela Grothus-Dorsten
- (13) Harsdorf, H.
"Zur Verkündung des Krankenhausfinanzierungsgesetzes"
Die Krankenversicherung, August/September 1972
- (14) Hendrikse, A.E.
"Tussen Ontwerp, Toezicht op de Uitvoering en Onderhoud bestaat duidelijke Samenhang"
Technische Gids 6/1972
- (15) Rippel, W.H.
"Die Neuregelung der Pflegesätze aus der Sicht der Krankenhäuser"
Krankenhaus-Umschau 12/1972
- (16) Sarkar, G.A.
"REPAIR OR REPLACE?"
HOSPITALS I, August 1973, Vol. 47
- (17) Verordnung zur Regelung der Krankenhauspflegesätze (Bundespflegesatzverordnung - BpflV -) vom 25.4.1973 Bundesgesetzblatt Teil I, Nr.32, v.3.5.1973, S.333 ff.
- (18) Erste Verordnung zur Änderung der Bundespflegesatzverordnung (1. PflÄndV) vom 23. Juni 1976, Bundesgesetzblatt Teil I, S. 1675
- (19) Verordnung des Bundesministers für Jugend, Familie und Gesundheit
"Verordnung über die durchschnittliche Nutzungsdauer und die Abgrenzung von Anlagegütern in Krankenhäusern - Abgrenzungsverordnung - (ÄbgrV)", vom 8.6.1976, Bundesrat Drucksache 414/76
- (20) Zehme, W.
"Periodisierung der Instandhaltung und ihre Kosten-Vorausberechnung"
Bauen und Wohnen 2/3/1977

Verfasser:

Dipl.-Ing. P. Sülentrop, Tersteegenstraße 9, 4000 Düsseldorf

Organisation, Systeme und Probleme der Instandhaltung eines Industrie-Großbetriebes
von Dr.-Ing. Klaus Glörfeld, Wolfsburg

1. Instandhaltung in der Krankenhaus- und Produktionstechnik

Von der Aufgabenstellung her hat die Krankenhaustechnik mit der Produktionstechnik eines Großbetriebes verhältnismäßig wenig gemeinsam. - Die immer komplizierter und vielseitiger gewordene Technik, die früher in ihrer Anwendung weitgehend dem Industriebetrieb vorbehalten war, hat jedoch längst auch Eingang in unsere Krankenhäuser gefunden. - So verfügen moderne Krankenhäuser heute über ein beträchtliches technisches Anlagevermögen, dessen Betriebsbereitschaft zur ärztlichen Versorgung unserer Bevölkerung stündlich sicherzustellen ist. - Durch die Instandhaltung der installierten Investitionsobjekte ist auch im Krankenhaus, ebenso wie in der Industrie, eine optimale Anlagenverfügbarkeit zu gewährleisten.

Im Gegensatz zur Medizin ist das anzustrebende Optimum in der Industrie ausschließlich an der Wirtschaftlichkeit zu messen. Trotz dieses strengen Maßstabes stellt die Instandhaltung auch im Industriebetrieb einen beträchtlichen Kostenfaktor dar. - Um eine Größenordnung zu vermitteln, nenne ich einige Zahlen.

In den 6 Inlandswerken der Volkswagenwerk AG werden z.Z. etwa 4.800 Automobile arbeitstäglich produziert; die Gesamtbelegschaft beträgt gegenwärtig rund 97.000 Menschen. Für Instandhaltungsarbeiten in Eigenleistung sind ca. 8 1/2 Tausend Mitarbeiter gebunden. Das entspricht etwa 10 % der gesamten Lohnbelegschaft!

Bild 1 gibt einen Überblick über den Fertigungsverbund innerhalb des VW-Konzerns. - Den unterschiedlichen Fertigungsstätten entsprechend ergeben sich nach Fachgebiet und Größe differenzierte Instandhaltungsschwerpunkte und -einheiten.

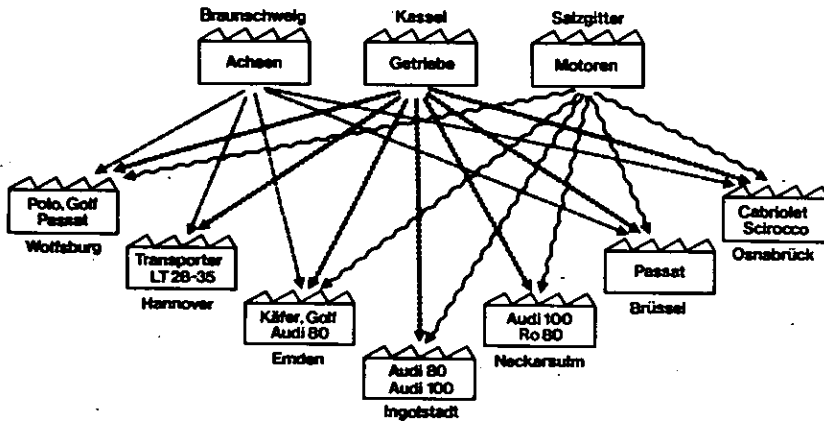


Bild 1: Fertigungsverbund und -struktur eines Automobilkonzerns

Im folgenden werde ich Ihnen am Beispiel der Automobilindustrie zeigen, mit welchen organisatorischen und systematischen Maßnahmen man solchen fachlich vielfältigen Instandhaltungsaufgaben gerecht werden kann.

2. Funktions- und fachgerechte Organisationsstruktur in der Instandhaltung

Bild 2 zeigt in vereinfachter Form die wichtigsten Funktionen für die Produktion von Automobilen. Um für den eigentlichen Fertigungsvorgang -wie wir sagen- das richtige Teil zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zu haben, ist eine Fertigungssteuerung unerlässlich. Beispielsweise müssen der Kundenbestellung entsprechend die zugehörigen Motore und Getriebe für die Wagenfertigmontage an der Montagelinie bereitgestellt werden.

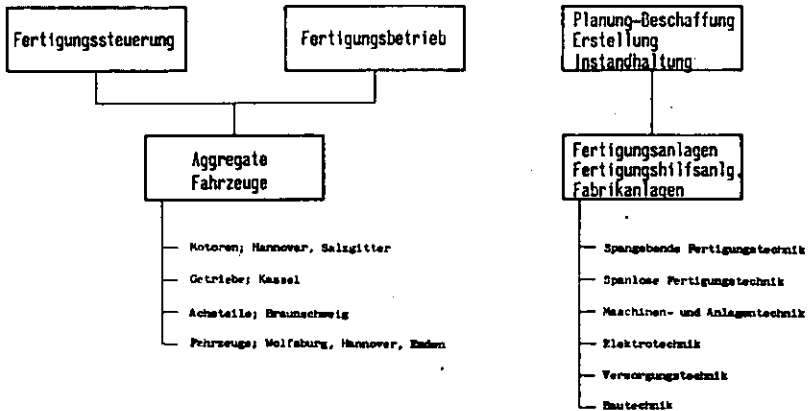


Bild 2: Fertigungs- und Fertigungshilfsfunktionen für die Produktion von Automobilen

In jedem Großbetrieb gibt es darüber hinaus noch die Funktionen Planung und Beschaffung sowie Erstellung und Instandhaltung von Fertigungs- und Fertigungshilfsanlagen und Fabrikanlagen, die als sog. Hilfsbetriebe für die Betreuung von Investitionen an Betriebsmitteln erforderlich sind. Diese sog. Fachabteilungen sind nach den klassischen Ingenieurs-Disziplinen, z.B. Elektrotechnik, Bautechnik usw., organisatorisch aufgegliedert. Es ist einleuchtend, daß beispielsweise für das Getriebe- werk die spangebende Fertigungsplanung überwiegt, wohingegen in unseren Fahrzeugwerken die Planung der spanlosen Form- gebung bei der Blechbearbeitung einen Schwerpunkt bildet. Entsprechend ist die Beschaffungs- und Instandhaltungstätig- keit für jedes Fachgebiet unterschiedlich stark ausgeprägt.

In Bild 3 ist die grundsätzliche Organisationsstruktur unserer Fachabteilungen dargestellt. Bemerkenswert sind dabei zwei Dinge:

1. Sie stehen organisatorisch parallel zu den jeweiligen Fertigungen
2. Zu jeder Fach-Hauptabteilung gehören Abteilungen für Planung, Montage und Instandhaltung

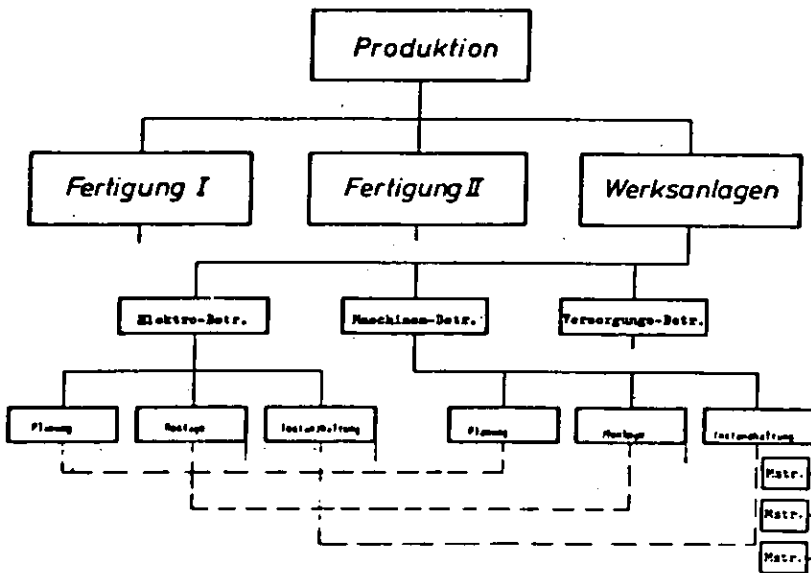


Bild 3: Organisationsschema von Fachabteilungen für Planung, Montage und Instandhaltung

Wir nennen diese Organisationsform "Fachsäulen"-Struktur; sie hat im wesentlichen folgende Vorteile:

1. Die schnelle Behebung von Anlagenstörungen verlangt eine gut funktionierende Koordination der verschiedenen Fach-

gruppen am Schadensort. Dies wird sichergestellt durch die enge organisatorische Bindung aller Instandhaltungsabteilungen unter einer gemeinsamen Leitung.

2. Ziel jeder Instandhaltung muß sein, erkannte Schwachstellen kurzfristig und dauerhaft zu beseitigen. Hierzu sind eine ausreichende Information über technische Neuentwicklungen und eine direkte Zugriffsmöglichkeit zu den Planungs- und Konstruktionsgruppen Voraussetzung. - Dieser Informations-Kreislauf läßt sich nur zufriedenstellend verwirklichen bei einer engen organisatorischen Bindung an die jeweilige Fachplanung.

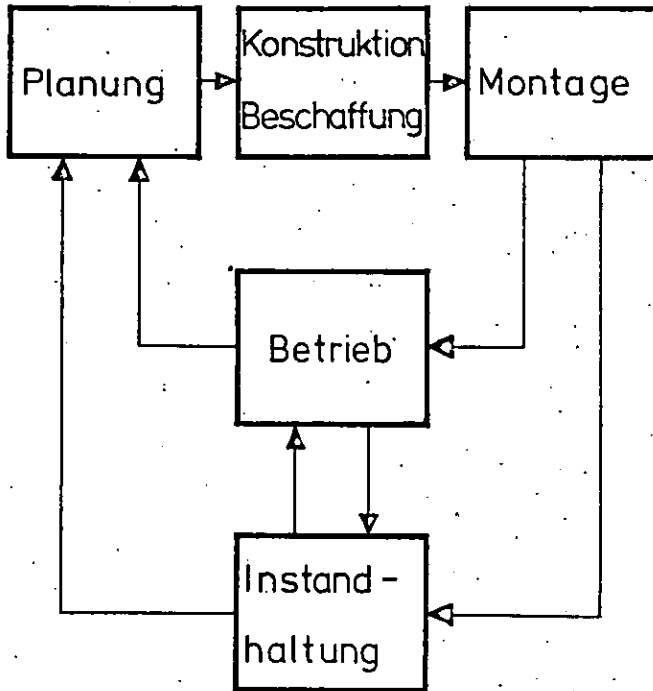


Bild 4: Informations-Kreislauf zur Sicherstellung funktions-, betriebs- und instandhaltungsgerechter Anlagen

Bild 4 zeigt einen inneren und einen äußeren Informations-Kreislauf. Im allgemeinen wird in der industriellen Praxis nur die Kommunikation zwischen Betrieb und Planung als vordergründig angesehen, um bei Konstruktion und Beschaffung von Neu- oder Ersatzinvestitionen betriebs- und funktions-gerechte Anlagen zu erhalten. Denken Sie in diesem Zusammen-hang an den Betrieb von Versorgungs- oder Kommunikations-anlagen und an Anlagen der Haustechnik! - Je höher jedoch die Anforderungen an die Anlagenverfügbarkeit gestellt werden, um so mehr muß eine Anlage auch instandhaltungs-gerecht ausgelegt werden und dies ggf. auch im Zuge ständiger Verbesserungen nach der Erkennung von Schwach-stellen an vorhandenen Anlagen (äußerer Informations-Kreislauf). Nur so können unvertretbar hohe Anlagen-ausfallzeiten vermieden werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine so aufgebaute Orga-nisationsstruktur funktionsgerecht ist, indem der Infor-mations-Kreislauf zwischen Planung, Montage und Instand-haltung "in einer Hand" ist.

Man könnte nun einwerfen, bei dieser Organisationsform bestehe die Gefahr, daß der Instandhalter sich durch den Leiter seiner Fachabteilung unverhältnismäßig kosten-trächtige "vergoldete Anlagen" erstellen lasse. Störungs-freier Betrieb und geringes Ausfallrisiko bedeuten ja auch für ihn ein bequemes und sicheres Leben. - Dieser zweifellos vorhandenen Neigung muß und kann durch ein sinnvolles Kostenkontrollsystem begegnet werden. Es würde jedoch den Rahmen dieses Referates sprengen, auf die Möglichkeiten der Investitionskontrolle hier näher einzugehen.

3. Ablauforganisation bei der Konstruktion, Beschaffung und Montage von Neuanlagen

Ich möchte nun kurz die in Bild 5 wiedergegebene Ablauforganisation vorstellen, mit der eine Einflußmaßnahme aller Fachabteilungen auf den Liefer- und Leistungsumfang bei der Beschaffung bzw. Montage von Neu-Anlagen sichergestellt wird.

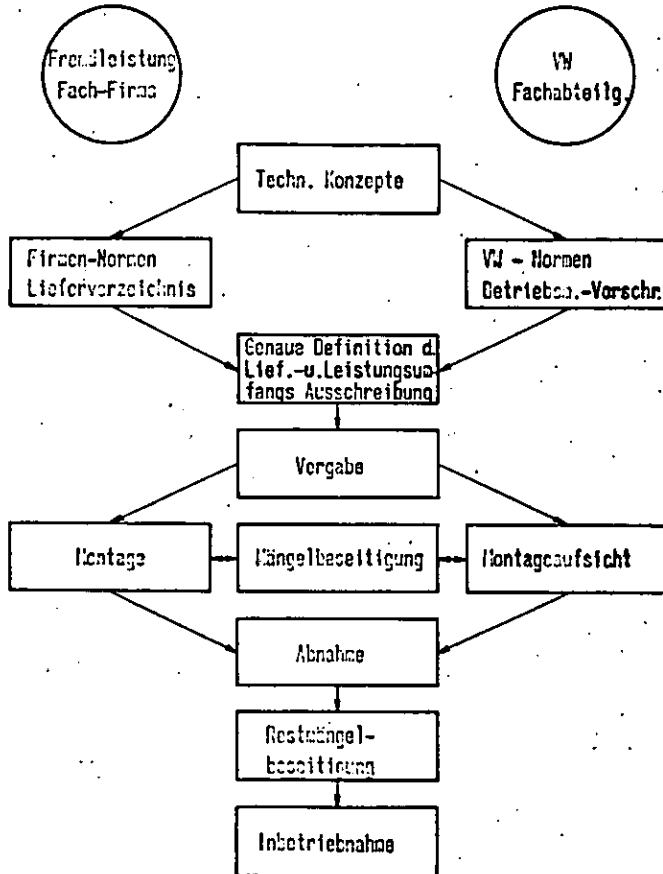


Bild 5: Ablauforganisation bei der Konstruktion, Beschaffung und Montage von Neuanlagen

Zur genauen Definition des Lieferungs- und Leistungsverzeichnisses wird eine Ausschreibung erstellt, selbstverständlich auch zum Zweck eines exakten Angebotsvergleichs bei mehreren Anbietern. Weiterhin hat es sich vor allem

in der Großindustrie eingebürgert, den Firmen-Normen und -Liefervorschriften werkseigene Normen und Betriebsmittelvorschriften entgegenzusetzen, die in die Auftragsvergabe einbezogen werden. Dies geschieht nicht, um den technischen Fortschritt des Konzeptes zu hemmen, sondern vielmehr vor allem zur Sicherstellung eines einheitlichen, instandhaltungsgerechten Maschinen- und Anlagenparks.

Unsere hauseigenen Normen und Betriebsmittelvorschriften beinhalten u.a.

- die Einhaltung des geltenden Standes der Technik, wie z.B. Unfallverhütungsvorschriften, VDI- und VDE-Vorschriften, DIN-Normen und dergl., bezogen sowohl auf das zu installierende Betriebsmittel als auch auf die während der Montage zu eröffnende Baustelle (allgemeine technische Vorschriften)
- die Ausführung bestimmter Anlagen, z.B. für die Haustechnik im Baukastensystem (objektbezogene Vorschriften)
- die Vereinheitlichung bestimmter Ersatzteile bzw. Ersatzaggregate in bezug auf Anschlußmaße und bestimmte Fabrikate, um die Ersatzteilhaltung und die Zeiten für Teileaustausch auf ein Minimum zu reduzieren. Typische Beispiele hierfür sind hydraulische, pneumatische und elektrische Bauteile (instandhaltungsbezogene Vorschriften) und letztlich
- allgemeine Vertragsbedingungen (kaufmännische Vorschriften)

Für die Dauer des Aufbaus einer Anlage durch eine Fremdfirma, aber auch durch die eigene Montage-Abteilung, findet eine Überwachung der Arbeitsausführung sowie der Baustellen-einrichtung durch die "Montageaufsicht" einer oder mehrerer unserer Instandhaltungsabteilungen statt. - Diese Montage-

aufsicht ermöglicht hauptsächlich zweierlei:

1. eine rechtzeitige Erkennung und Beseitigung von Mängeln vor dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme und
2. eine strikte Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen, sowohl für die zu erstellende Anlage als auch insbesondere auf der Baustelle ohne Behinderung der laufenden Produktion.

Vor Inbetriebnahme einer Anlage erhalten der künftige Betreiber und jede Fach-Abteilung, einschließlich der Arbeitssicherheit, des Umweltschutzes und des Gesundheitsschutzes, von der beschaffenden Planung ein Abnahmeprotokoll, in das alle noch verbliebenen Mängel und Beanstandungen eingetragen werden. Die Mängelbeseitigung hat vor Produktionsfreigabe durch den Lieferanten bzw. durch die eigene Montage-Abteilung zu erfolgen. Kommt der Auftragnehmer dieser Verpflichtung nicht termingerecht oder im Rahmen seiner Garantieverpflichtung nach, erfolgt die Abstellung der Mängel durch unsere Instandhaltungs-Abteilungen zu Lasten des Lieferanten.

Mit dieser Abnahmeorganisation haben wir eine Kommunikation der bestellenden Planungs-Abteilung mit dem Betrieb, der Arbeitssicherheit und -medizin sowie vor allem der Instandhaltung erzwungen. Wir haben somit einen weiteren Beitrag zur Sicherstellung einer funktions-, betriebs- und instandhaltungsgerechten Anlagentechnik in unserem Hause geleistet.

4. Ablauforganisation von Instandhaltungsfällen als System einer vorbeugenden Instandhaltung

"Vorbeugende Instandhaltung" ist in den letzten Jahren ein häufig überstrapazierter Begriff geworden, der auch unterschiedlich interpretiert wird. - Wir verstehen darunter weniger einen vorbeugenden Bauteile-Austausch insbesondere von Verschleißteilen; sehr viel häufiger als durch kosten-

intensives Auswechseln lassen sich Störungsursachen durch konstruktive Verbesserungen der als Schwachstellen erkannten Bauelemente beseitigen. - Den Organisationsablauf dieses Systems einer vorbeugenden Instandhaltung zeigt Bild 6.

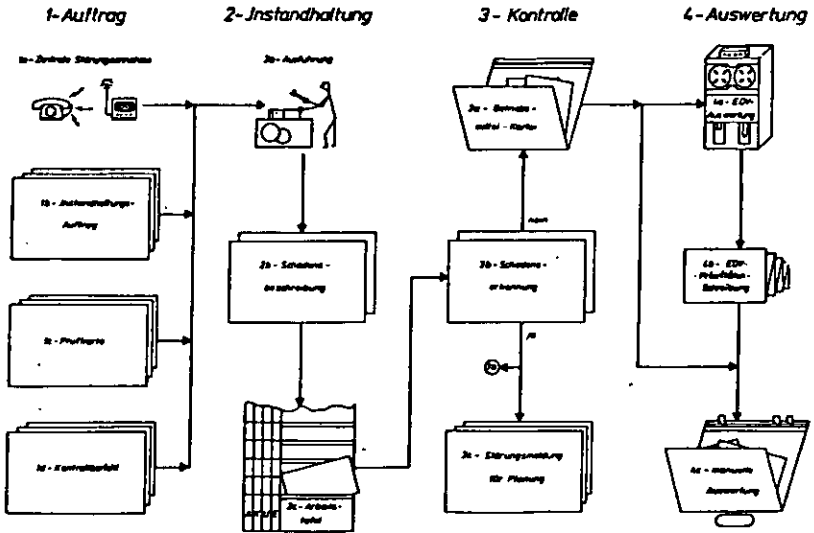


Bild 6: Ablauforganisation einer vorbeugenden Instandhaltung

Für jede Reparaturarbeit - ob bei geplanten Wartungen und Inspektionen oder bei unvorhergesehenen Anlagenausfällen - ist von jedem Werker ein Instandhaltungsauftrag auszufüllen. Die einzutragenden Arbeitszeiten dienen der Betriebsabrechnung zu einer betriebsmittelzugeordneten Kostenerfassung sowie zu einem lückenlosen Nachweis der Tätigkeiten unserer Instandhalter. - Als Zusatzinformation sind die ausgeführten Arbeiten - Wartung, Störungsbeseitigung, Instandsetzung oder Änderung - anzukreuzen und die Anlagenausfallzeit einzutragen; insbesondere ist jedoch auf der Rückseite des Auftrages eine Schadensbeschreibung abzugeben.

Nach der Kostenzuordnung durch die Betriebsabrechnung gehen diese Instandhaltungsaufträge zurück an die Instandhaltungsabteilung. Dort erfolgt eine Auswertung der genannten Zusatzinformationen in zwei Stufen:

1. Der Vorgesetzte (Meister, Vorarbeiter) informiert sich über die Störungsschwerpunkte, um bereits erkannte Fehlerquellen von seinen Facharbeitern sofort abstellen zu lassen.
2. Alle Schadensbeschreibungen werden in eine inventarnummernzugeordnete Taschenkartei einsortiert. In bestimmten Zeitabständen erfolgt eine Auswertung der angefallenen Schadensbeschreibungen je Maschine. Maschinen und Anlagen mit häufigem Ausfall haben einen verhältnismäßig hohen Füllstand in ihrer Kartei; die Tasche "schwillt an" und gibt so ein einfaches optisches Zeichen, um Schwachstellenuntersuchung durch die zugehörige Planung zu veranlassen, um die Störungsursachen dauerhaft abzustellen.

Dieses einfache manuelle Erfassungs- und Auswertungssystem für Instandhaltungsdaten wird seit Jahren erfolgreich angewendet. Seit einiger Zeit spielen wir diese Daten zusätzlich in ein EDV-Programm ein. Neben der in der Kartei vorwiegend sichtbaren Schadens-Häufigkeit erhalten wir nun auch gezielte Informationen über den angefallenen Instandhaltungsaufwand und die Anlagen-Ausfallzeiten, wobei auch ganze Fertigungsbereiche, Maschinengruppen und dergl. zusammengefaßt werden können.

3. Wartungs- und Inspektionssystem mit EDV-Unterstützung

Zur vorbeugenden Instandhaltung gehören insbesondere Wartungs- und Inspektionsarbeiten, auch solche, die für überwachungspflichtige Anlagen vom Gesetzgeber regelmäßig vorgeschrieben werden. Die auszuführenden Arbeitsumfänge sind planbar und können auf objektbezogenen

Check-Listen oder Auftrags-Lochkarten beschrieben werden, die dem Instandhalter zu einem vorbestimmten Termin ausgehändigt werden müssen.

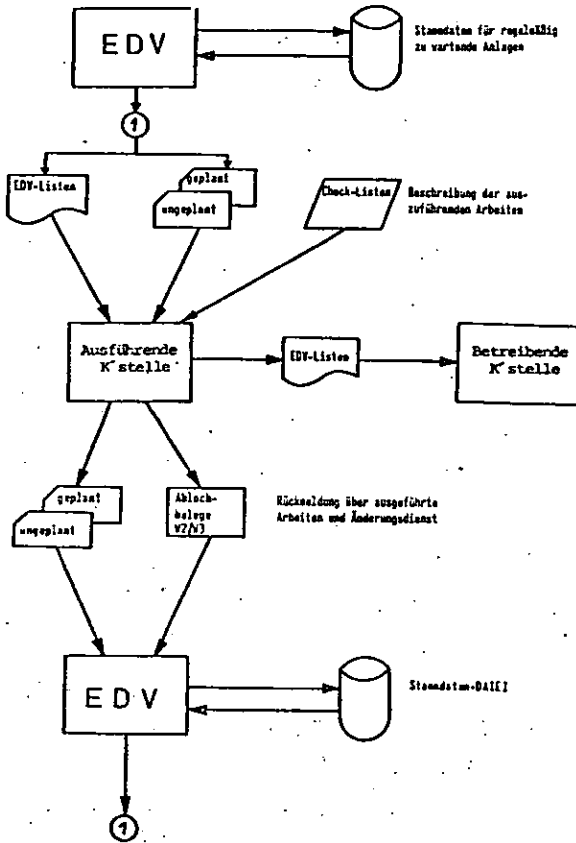


Bild 7: Ablaufschema eines EDV-gesteuerten Wartungs- und Inspektionssystems

Zur Steuerung dieser planbaren Arbeiten bietet sich eine EDV-Unterstützung geradezu an. Mit Hilfe eines Wartungs- und Inspektionssystems, dessen Ablaufschema in Bild 7 wiedergegeben ist, steuern wir u.a. die Termine

- für den Einsatz des eigenen oder fremden Instandhaltungspersonals,
- für die Freistellung der Produktionsanlagen und
- ggf. für die Hinzuziehung von externen Sachverständigen sowie
- für die Einhaltung bzw. Korrektur der vorgegebenen Wartungsintervalle

Dieses System findet z. Z. Anwendung bei der regelmäßigen Überprüfung von

- Kranen, Aufzügen, Fahrtreppen (TÜV-Prüfung)
- Flurförderfahrzeugen, Hebebühnen (eigene Sachkundige)
- Wiegetechnischen Anlagen (Eichamt)
- Pressen (eigene Sachkundige entspr. UVV 11.062)

Für die Durchführung des Schmierdienstes an unseren Maschinen und Anlagen haben wir dieses System weiter ausgebaut, indem wir zusätzlich vorgegebene Ölmengen und tatsächlichen Verbrauch kontrollieren. Die Verbrauchsmengenschreibung wird von der Steuerbehörde als Nachweis über die Verwendung der nicht zu versteuernden Mineralöle anerkannt.

6. Probleme der Instandhaltung und ihre Auswirkungen im Großbetrieb

Nach der Darstellung der organisatorischen und methodischen Abwicklung der Instandhaltung eines Großbetriebes sollten zumindest einige Probleme angesprochen werden, die grundsätzlicher Natur sind und möglicherweise auch Einfluß haben auf die in der Krankenhaustechnik einzuschlagende Instandhaltungsstrategie.

Entscheidend für die Festlegung von Instandhaltungsmaßnahmen sind die erforderliche Anlagenverfügbarkeit und -zuverlässigkeit. Die Schadensfolgekosten bzw. Schadensauswirkungen müssen im Einzelfall betrachtet werden. Ein Ausfall einer Wurstmaschine in den Wirtschaftsbetrieben hat sich nicht die Priorität wie eine Störung an einer Fahrzeug-Montagelinie, an der 400 - 450 Menschen beschäftigt sind.

Die Forderung nach sehr hoher Anlagenverfügbarkeit hat in den meisten Großbetrieben dazu geführt, daß die Instandhaltungsarbeiten zum überwiegenden Teil in Eigenleistung durchgeführt werden. Die Schlagkraft und Effizienz einer solchen, ausschließlich auf die eigene Fertigungsstruktur ausgerichtete und ausgebildete Instandhaltungsmannschaft ist vergleichsweise sehr gut. Zu Zeiten einer wirtschaftlichen Rezession, die wir gerade hinter uns gebracht haben, muß jedoch in Anpassung an das reduzierte Fertigungsprogramm der eigene Personalbestand entsprechend vermindert werden. Dieser Situation sind wir gerecht geworden, indem wir das überzählige Instandhaltungspersonal zeitweise versetzt haben in die angegliederten jeweils fachgleichen Montage-Abteilungen zur Erstellung von Neu-Investitionen.

Die räumliche Ausdehnung eines Großbetriebes führt zwangsläufig zu Problemen in bezug auf die Überschaubarkeit der Instandhaltungsbereiche; Weitläufigkeit sowie Informations- und Koordinationsschwierigkeiten sind die Folge. Geeignete Transportmittel, wie Spezial-Kleinfahrzeuge und Fahrräder, und Kommunikationsmittel, wie Funksprechgeräte und Personensuchgeräte, gehören deshalb mit zum Werkzeug des Instandhaltungsfachmannes.

Die Betreuung der verschiedenen Fertigungsbereiche erfolgt von dezentralen Instandhaltungs-Werkstätten aus; dabei verfahren wir nach dem Prinzip: so zentral wie nötig, so dezentral wie möglich! Jede Werkstatt wird

fach und disziplinarisch von einem Meister geleitet; zu größeren Unterabteilungen zusammengefaßt werden alle Instandhaltungs-Einheiten organisatorisch in die eingangs geschilderten Fachabteilungen eingegliedert.

Um die genannte Weitläufigkeit in den Griff zu bekommen, um geeignete Instandhaltungsstrategien zu entwickeln und um eine optimale Betriebsbereitschaft sicherzustellen, sind organisatorische Hilfsmittel und systematische Arbeitsabläufe erforderlich, von denen ich nur einige kurz ansprechen konnte.

Anschrift des Verfassers

Dr.-Ing. Klaus Glörfeld
Volkswagenwerk AG
Leitung Maschinenbetriebe
3180 Wolfsburg 1

Bereitstellungs- und Ablaufplanung
(Verfahrens- und Prioritätenplanung)

von A. Haidekker, Hamburg

1. Zielsetzung der Planung

Die Zielsetzung ist die Sicherstellung des Informationsflusses und seine Verknüpfung derart, daß ein Anstoß für notwendige Instandhaltung-Maßnahmen erfolgen kann, sowie die Kontrolle der Durchführung dieser Maßnahmen und die Fortentwicklung sowie Anpassung der Instandhaltungs-Organisation an die sich ändernde technologische Entwicklung.

2. Einzelheiten

Es ist längerfristig sicherzustellen, daß
der Informationsfluß durch ein leistungsfähiges Informationssystem stets für die jeweilige Instandhaltungs-Maßnahme notwendige Daten erfaßt und derart miteinander verknüpft (z.B. durch Checklisten), daß diese zum richtigen Zeitpunkt durchgeführt werden,
die Planung der Maßnahmen keine wichtige Datenquelle außer acht läßt,
der Planungsvorgang stets festgehalten wird,
automatisch der Anstoß zu Neuplanungen gegeben wird, wenn dies die technologische Entwicklung notwendig macht,
der Ablauf der Instandhaltungsmaßnahmen fortlaufend und abschließend kontrolliert wird,
die aus der Kontrolle gewonnenen Daten erneut einen Anstoß zur Fortentwicklung der Instandhaltungsplanung geben,
das Informationssystem und die Planung den sich ändernden Bedürfnissen, sowie der technologischen Entwicklung fortlaufend angepaßt werden.

3. Folgen einer Nicht-Einführung der Bereitstellungs- und Ablaufplanung

Das unkoordinierte Durchführen von Instandhaltungsmaßnahmen führt dazu, daß wichtige Daten und Zusammenhänge außer acht gelassen werden. Dies ergibt im Endergebnis einen höheren Mittelaufwand, als im Falle koordinierter Planung, weil kostspielige "Feuerwehr"-Maßnahmen auf das unvermeidliche Mindestmaß zurückgeführt werden können.

4. Voraussetzungen einer Bereitstellungs- und Ablaufplanung der Instandhaltungsmaßnahmen

Bild 1 veranschaulicht die Zielsetzung eines Daten-Sammelsystems.

Danach müssen verfügbar sein: diejenigen Daten, die für die Durchführung einer Instandhaltungsmaßnahme spezifisch gebraucht werden. Diese Daten müssen auch dort verfügbar sein, wo sie gebraucht werden, nämlich entweder im Planungsbüro oder an Ort und Stelle bei der Durchführung der Planungsmaßnahme. Schließlich sollen diese Daten dann vorliegen, wenn sie tatsächlich gebraucht werden und die Instandhaltungsmaßnahme durchgeführt werden soll.

Wie ist dies zu erreichen ?

Eine sinnvolle Planung sieht Schwellwerte für Daten vor (Bild 2). Sie sorgt dafür, daß aus der Datenflut den Entscheidungsträger, bzw. den Verantwortlichen, der Instandhaltungsmaßnahmen veranlaßt, nur die Daten erreichen, die im Sinne der oben gemachten Definition auch tatsächlich benötigt werden.

Dies erreicht man dadurch, daß man zeit- und sachbezogene Schwellen planungsgemäß definiert. Die zeitbezogenen Schwellen sind ein, wie auch immer geführter Terminkalender, während die sachbezogenen Schwellen maßnahmenbezogene Angaben, z.B. Anzahl der geleisteten Überstunden im Verhältnis zur tatsächlichen Betriebsstundenkapazität einer Instandhaltungskolonne angeben.

5. Maßnahmen zur Bereitstellungs- und Ablaufplanung der Instandhaltungsmaßnahmen

In der Praxis hat sich folgende Vorgehensweise bewährt:

Zunächst sind zur Maßnahmen-Planung eine Checklisten-Hierarchie und die Entscheidungsstruktur mit Zahlenangaben versehen zu entwickeln (Bild 3).

Die Checklisten-Hierarchie für die Bereitstellungs- und Ablaufplanung zeigt folgenden Aufbau:

AUFGABE DES DATEN - MANAGEMENTS

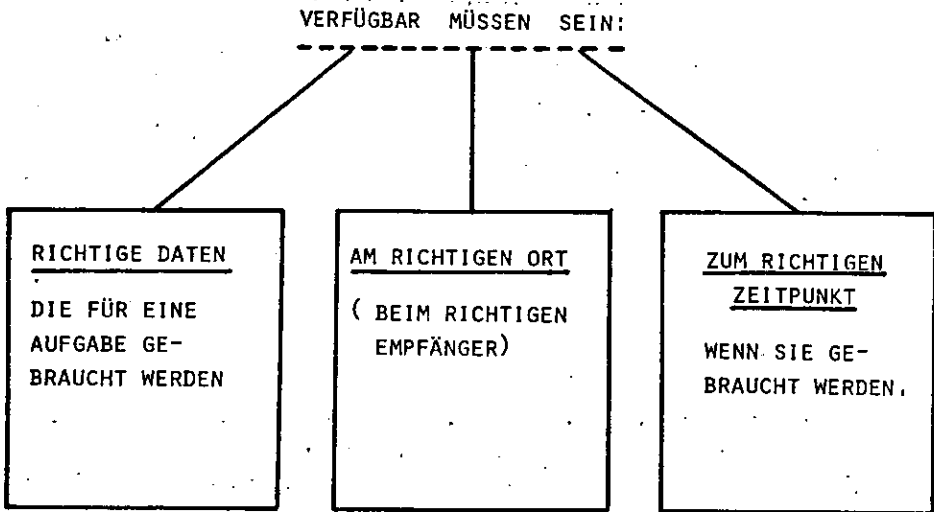


BILD 1

SCHWELLWERTE FÜR DATEN

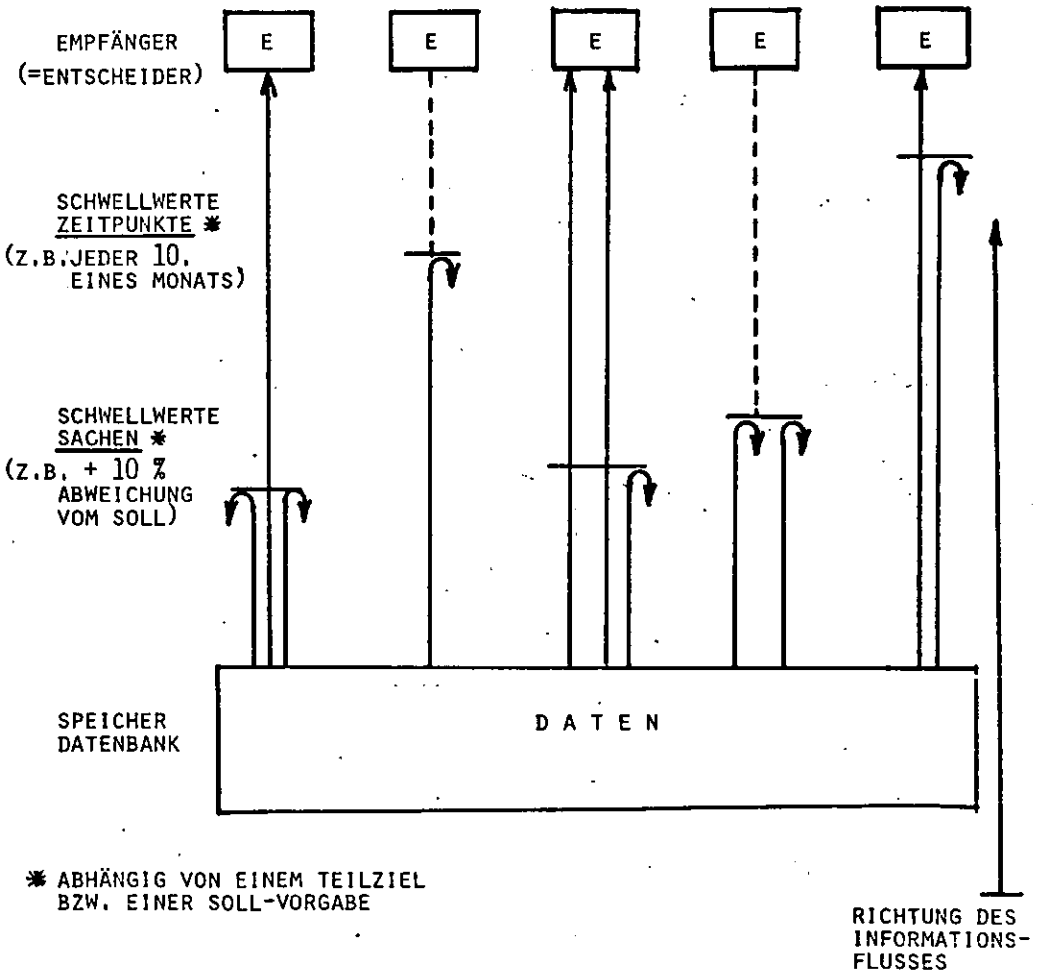


Bild 4

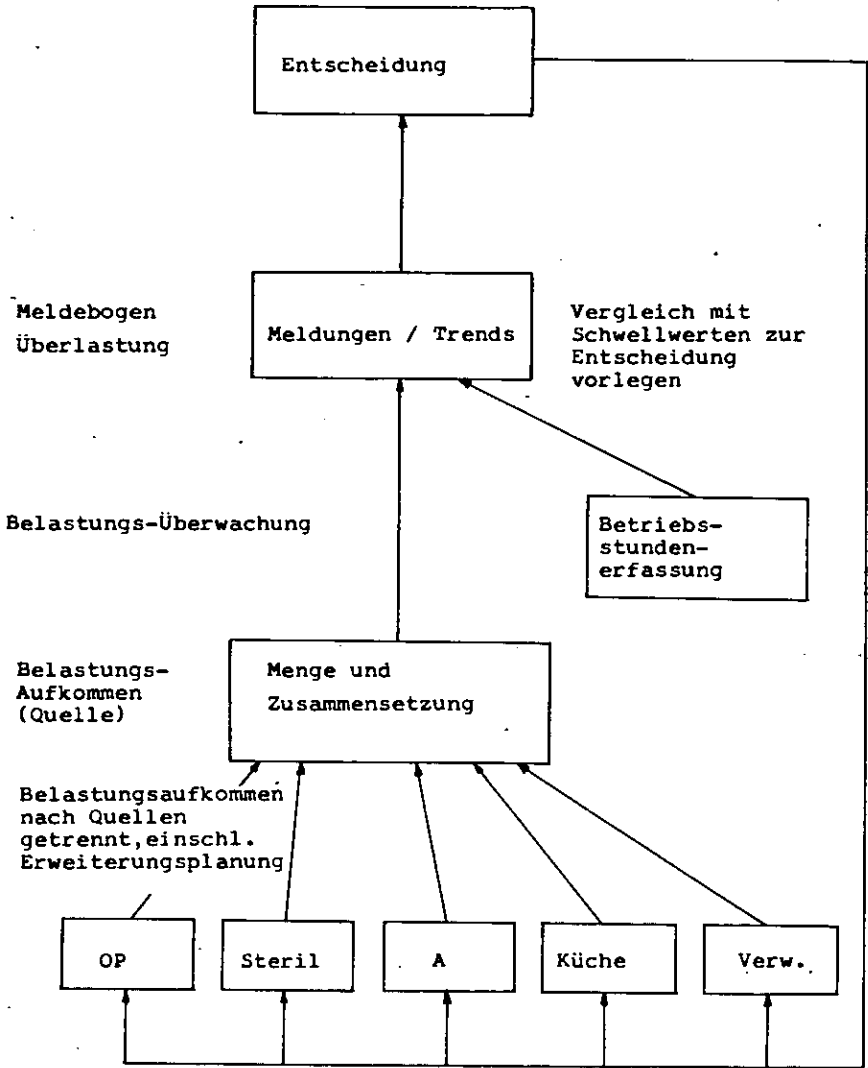


Bild 3
Aufbau der Checklisten-Hierarchie
für die Bereitstellungs- und Ablaufplanung

In der untersten Ebene wird der Arbeitsanfall nach den zu betreuenden Geräten und Anlagen getrennt erfaßt und dabei auch die Erweiterungsplanung der entsprechenden Abteilungen berücksichtigt.

In der darüberliegenden Ebene wird der Arbeitsanfall nach Arbeitsstunden und nach Arten der vorzunehmenden Tätigkeiten integriert.

Die Belastungs-Überwachung der einzelnen Instandhaltungs-Trupps ist in der darüberliegenden hierarchischen Stufe vorgesehen.

Der Vergleich mit den planungsseitig vorgegebenen Schwellwerten ergibt die Meldung über Änderungen in der Art und Höhe der Belastung mit Arbeitsanfall, sowie deren Trends. Diese Überlastungen, bzw. Überkapazitäten werden in einem getrennten Meldebogen erfaßt.

Die oberste hierarchische Stufe der Checklisten dient dazu, die aus den Änderungen in den Instandhaltungs-Aktivitäten ergebenden Konsequenzen zu ziehen und Entscheidungen zu fällen. Danach erfolgt der Durchlauf erneut rekursiv von unten her.

Nun noch einige Bemerkungen zur Art der Erfassung:

Der Arbeitsanfall der Instandhaltungs-Trupps wird nach Quellen, d.h. nach Abteilungen, Stationen und Geräten erfaßt und die Erweiterungsplanungen dieser Abteilungen mit berücksichtigt. Letzterer Punkt hilft plötzlich auftretende Instandhaltungs-Engpässe zu vermeiden.

Hand in Hand mit der quantitativen Erfassung der Arbeitsbelastung hat die qualitative Erfassung zu erfolgen. Mit der qualitativen Erfassung ist gemeint, daß sowohl die Qualifikation der benötigten Mitarbeiter als auch deren technische Ausrüstung berücksichtigt werden.

Aus beiden Erfassungsvorgängen sind die notwendigen Schwellen, nämlich Instandhaltungstermine, bzw. Entwicklung der Betriebs-

stunden zu entnehmen.

Die Erfassungen wird man entweder fortlaufend vornehmen, dann ist die Erfassungsperiode stets im Formular anzugeben. Wenn man eine stichprobenweise Erfassung vornimmt, ist die Angabe des Zeitabschnittes der Stichprobenentnahme unerlässlich. Hierzu ist eine Vorschrift zur Probennahme-Planung zu entwickeln, typische Stationen bzw. Geräte zu definieren und die für diese Stationen bzw. Geräte repräsentativen Wochentage hinsichtlich ihrer Belastung festzulegen.

Eine Vorschrift zur Berücksichtigung künftiger Instandhaltungs-Anforderern ist zu erstellen, damit man von künftigen technologischen Entwicklungstendenzen nicht überrollt wird.

Einige praktische Beispiele seien anhand von Formularen erläutert:

Bild 4 zeigt einen Belastungsprofil-Erfassungsbogen. In diesem Bogen wird fortlaufend die Instandhaltungs-Kapazität als Sollstunden den tatsächlich geleisteten Ist-Stunden gegenübergestellt. Durch monatlich vorgenommenen Vergleich ist festzustellen, ob Überstunden geleistet werden mußten, oder ob freie Kapazität zur Verfügung stand.

Bild 5 zeigt die grafische Darstellung, um gewisse Tendenzen erkennen zu können. Durch farbliche Auslegung der einzelnen Bereiche wird die Entwicklung der Kapazitäts-Inanspruchnahme der einzelnen Instandhaltungs-Trupps verdeutlicht.

Der "blaue" Bereich signalisiert Überkapazität, der "grüne" Bereich ausreichende Instandhaltungskapazität, während der "rote" Bereich angibt, daß sich die Kapazität der Instandhaltungstrupps nachhaltig erschöpft hat und Entscheidungen anstehen.

Bild 6 zeigt schließlich einen Meldebogen zur Überlastung der Kapazität. Der Aufbau des Meldebogens führt zwangsläufig zur Entscheidungs-Abforderung.

Belastungsprofil-Erfassungsbogen

Jahr:

Monat:	Januar:	Februar:	März:	April:	Mai:	Juni:	Juli:	Aug.:	Sept.:	Oktob.:	Nov.:	Dez.:
Freie Kapazit. in Stunden		20 ←	10 ←									
Soll-Stunden	360	360 ↑	360 ↑	360	340			(Instandhaltung!)				
Ist-Stunden	382 ↓	340	350	370 ↓	340							
Überstunden	22 ←			10 ←								
Ursache												

(Freie Kapazitäten bzw. Überstunden immer in Richtung der größeren Zahl eintragen!)

Bild 4

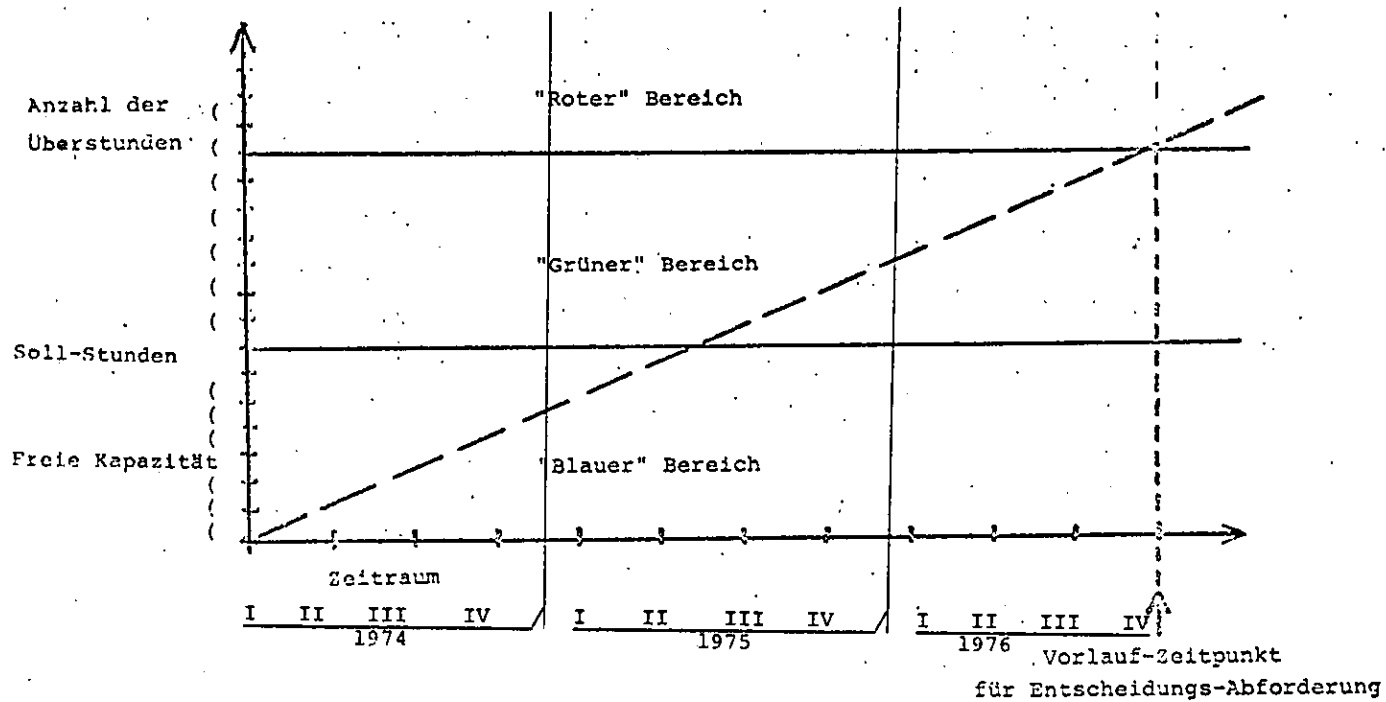


Bild 5

Meldebogen Überlastung

1. Überstunden ununterbrochen seit:

Tendenz: steigend / gleichbleibend / fallend

2. Art der durchgeführten Arbeiten:

geplant:

verschiebt sich in Richtung:

3. Folgende Abteilungen wurden befragt:

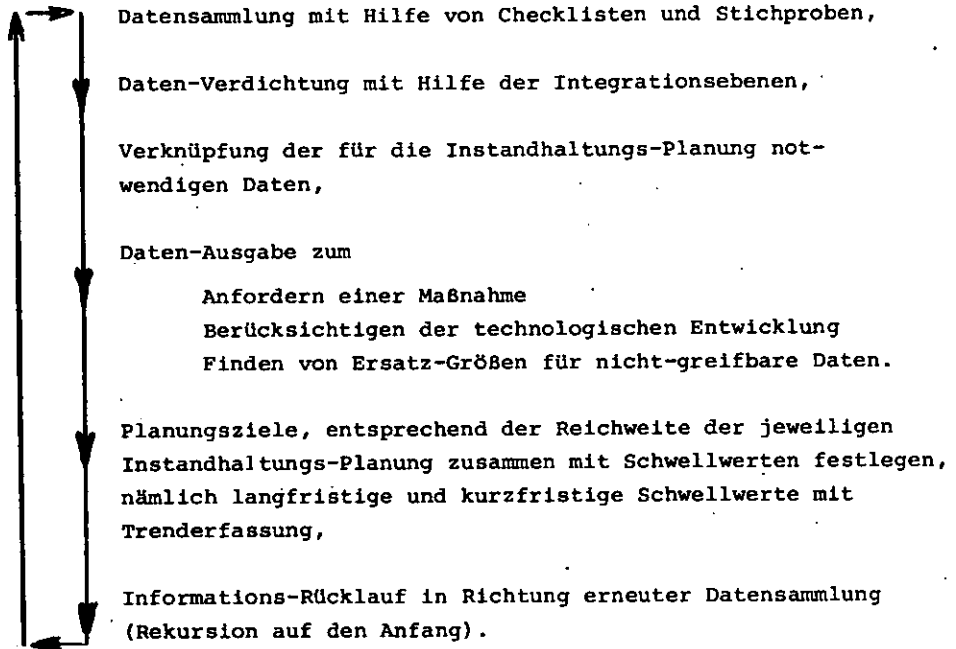
Ergebnis:

4. Entscheidung:

Bild 6

6. Zusammenfassung

Nachdem man die Checklisten-Hierarchie und die Definitionen der einzelnen Schwellwerte eine Zeitlang in der Praxis erprobt haben wird, wird man einen Ablaufplan erstellen:



Dr. Alexander Haidekker
Poppenbüttler Landstr. 8
2000 Hamburg 65

Instandhaltungspersonal -

Auswahl, Ausbildung, Fortbildung, Entlohnung

von H. -J. Marx, Mannheim.

1. Bedarfsprofil

In den letzten Jahren hat sich die Instandhaltung zu einem selbständigen Gebiet entwickelt, das in der Industrie, Energiewirtschaft und im Verkehrswesen den gleichen Rang einnimmt, wie die Produktion oder der Betrieb schlechthin. Aufgabe der Instandhaltungsabteilungen ist es, die Anlagen, Maschinen, Geräte, Arbeitsmittel und sonstigen Einrichtungen nutzungsfähig zu halten und um möglichst hohe Verfügbarkeit bemüht zu sein, ohne jedoch den Aufwand bzw. die Kosten in eine wirtschaftlich nicht mehr vertretbare Höhe zu treiben. Diese Zielsetzung erfordert spezielles Personal, das Instandhaltungspersonal.

Bis vor wenigen Jahren gab es den Begriff Instandhaltungspersonal nicht, es gab nur Reparaturschlosser und Reparaturrelektriker, die zwar fachlich hervorragend und vielseitig und dennoch wenig angesehen waren, schliesslich galten sie als Hilfskräfte. Heute wird vom Instandhalter ein umfassendes, breites fachliches Wissen verlangt, gilt doch Instandhaltung als interdisziplinäres Arbeitsgebiet, das Maschinenbau, Werkstofftechnik, Elektronik, Nachrichtentechnik, Pneumatik, Hydraulik, Wärme- bzw. Klimatechnik, Chemie und Bautechnik enthält. Allerdings, eine gezielte Ausbildung zum Instandhalter gibt es bis heute nicht, und es werden noch Jahre vergehen, bis möglicherweise ein Berufsbild "Instandhalter" konzipiert und Ziel einer speziellen Ausbildung werden wird.

Bis dahin bleibt kein anderer Weg, als aus den bestehenden Berufen geeignetes Personal auszuwählen.

Die Auswahl sollte immer das Ergebnis einer vorher festgelegten Strategie sein, nämlich davon abhängen, welche Massnahmen oder Arbeiten vom eigenen Personal durchgeführt werden sollen und was man "nach aussen"

vergift, also an die Kundendienste, Spezialfirmen oder Handwerksbetriebe. Hier ist eine Entwicklung im Gange, die etwa so formuliert werden könnte: Arbeiten, die nicht unter Zeitdruck stehen, sollte man nach aussen vergeben. Dazu gehören vor allem Aufgaben der Wartung (nach DIN 31051), also Reinigen, Schmieren, Nachjustieren, Ergänzen usw.

Auch Instandsetzungsarbeiten, also Reparaturen, sollte man immer dann nach aussen vergeben, wenn dazu besondere Einrichtungen, Vorrichtungen, Kenntnisse und Ersatzteile notwendig sind.

Dagegen sollten Arbeiten, die am Einsatzort durchgeführt werden müssen, zweckmäßigerweise vom eigenen Instandhaltungspersonal abgewickelt werden, also Inspektionen, Instandsetzungen am Betriebsort, Überholungen in den Betriebspausen und ähnliche mehr.

Betrachtet man die Einrichtungen eines Krankenhauses unter diesem Gesichtspunkt, so sind die vom eigenen Instandhaltungspersonal zu betreuenden Anlagen vorwiegend elektrischer oder feinmechanischer Art.

Das Führungspersonal, also Ingenieure, Techniker und Meister, kann sich nicht auf die Instandhaltung dieser Anlagen beschränken, sondern muss mit der ganzen Breite vertraut sein.

2. Geeignete Berufe

Landläufig spricht man von Elektrikern und Schlossern, wählt man jedoch die offiziellen Bezeichnungen Elektroberufe und Metallberufe, so enthalten diese Sammelbegriffe jeweils eine Vielfalt von Berufen.

2.1. Elektroberufe

Bei den elektrotechnischen Berufen unterscheidet man zwischen den
Energietechnischen Berufen
und den
Nachrichtentechnischen Berufen.

Als Folge der zweistufigen Ausbildung, die bei den elektrotechnischen Berufen gesetzlich geregelt ist, ergeben sich zwei Hierarchien von Facharbeitern. Die eine Stufe beendet die Ausbildung nach zwei Jahren und umfasst die Berufe

Elektromaschinenwickler	Nachrichtengerätemechaniker
Elektroanlageninstallateur	Fernmeldeinstallateur
Elektrogerätemechaniker	

Die 2. Stufe beschliesst die Ausbildung nach insgesamt 3 bzw. 3 1/2 Jahren:

Elektromaschinenmonteur	Feingeräteelektroniker
Elektroanlagenelektroniker	Informationselektroniker
Elektrogeräteelektroniker	Funkelektroniker
	Fernmeldeelektroniker

Aus diesen Berufen dürften für die Instandhaltung in Krankenhäusern in Betracht kommen:

- Elektroanlageninstallateur
- Elektrogerätemechaniker
(ggfs. auch Energiegeräteelektroniker)
- Nachrichtengerätemechaniker
- Feingeräteelektroniker

Der Elektroanlagen-Installateur ist für alle Arbeiten an der Kraft- und Lichtversorgung prädestiniert, während die anderen Berufe vor allem Instandhaltungsarbeiten an medizinischen Geräten durchführen.

2.2. Metallberufe

Die Ausbildung in den Metallberufen ist noch einstufig und dauert 3 1/2 Jahre. Aus der grossen Zahl der Schlosser- und Mechanikerberufe dürften die folgenden für die Krankenhaus-Instandhaltung gut geeignet sein:

- Maschinenschlosser
- Mechaniker
- Feinmechaniker

Ihr Arbeitsfeld sind alle mechanischen Arbeiten an den Energieversorgungsanlagen (Rohrleitungen, Heizungen, Klimaanlage, Gas- und Wasserversor-

gung, sanitäre Anlagen usw.). Aber auch die Transportanlagen bilden ein wichtiges Aufgabenfeld.

2.3. Sonstige Berufe

Die Beschäftigung von Handwerkern wie Maler, Schreiner, Glaser, Klempner, Bauarbeiter und anderen wird im allgemeinen für ein Krankenhaus zu kostspielig sein. In der Industrie ist man hier fast überall auf den Einsatz von Fremdfirmen übergegangen.

3. Die Ausbildung

3.1. Führungspersonal

Speziell ausgebildete Instandhaltungsingenieure, -techniker und -meister gibt es bisher nicht, da in Deutschland keine Ausbildungsmöglichkeiten an den Universitäten, Fachhochschulen und sonstigen Schulen bestehen. So bleibt es den jungen Nachwuchskräften selbst überlassen, wie sie nach Abschluss ihrer Ausbildung sich das notwendige Wissen aneignen. In der Regel gehen die meisten Ingenieure zunächst zu den Herstellerfirmen und arbeiten dort in den Anlagenabteilungen als Projekt- oder Planungsingenieure, zu deren Aufgaben auch die Inbetriebnahme der von ihnen projektieren Anlagen gehören. Bei einer solchen Inbetriebnahme, z. B. in einem Krankenhaus, entsteht der Kontakt und damit das Interesse an der Aufgabe, die gelieferten Anlagen instandzuhalten. Im Laufe der Zeit wächst dann der Aufgabenbereich.

Fachlich ist dies heute der konsequente Weg. Allerdings sollte sich jeder Instandhaltungsingenieur so bald wie möglich mit den recht umfangreichen Vorschriften vertraut machen, die heute mit dem Betrieb von Anlagen verbunden sind, z. B. Brandschutz, Arbeitssicherheit, Umweltschutz, Unfallverhütung, Verordnung über gefährliche Arbeitsstoffe, Arbeitsstätten-Richtlinien, Strahlenschutz, Gesetz über Sicherheitsingenieure u. a. m.

Mit Nachdruck muss darauf hingewiesen werden, dass der Instandhaltungsingenieur gerade in Krankenhäusern eine hohe Verantwortung hinsichtlich

der Sicherheit trägt. Er sollte daher jede Gelegenheit zur Weiterbildung wahrnehmen, vor allem Kurse besuchen. Seine Vorgesetzten sollten ihm die Möglichkeiten eröffnen.

3.2. Facharbeiter

Bei den elektrotechnischen Berufen ist in der zweistufigen Ausbildung ein mehr oder minder langer Abschnitt über Instandsetzung, Wartung, Messung und Prüfung vorgesehen:

Elektroanlageninstallateur:	12 Wochen (von 104 Wochen)
Elektrogerätemechaniker:	14 Wochen (von 104 Wochen)
Nachrichtengerätemechaniker:	20 Wochen (von 104 Wochen)

Dies sind 10 % bis 20 % der Ausbildungszeit.

Die Ausbildung in den Metallberufen hat sich in den letzten 40 Jahren nur unmerklich geändert und hat noch zum Ziel, möglichst Fertigkeiten und Kenntnisse in der Werkstoffbehandlung zu vermitteln. Entsprechend ist die Schulung zum Instandhalter recht mager und beschränkt sich in der Regel auf die Unterweisung, schadhafte Teile auszuwechseln und nachzuarbeiten. Bei den Metallberufen ist eine stärkere Hinwendung zur Instandhalterausbildung notwendig. Dazu gehört vor allem eine Ausbildung zum Funktionsverständnis der einzelnen Bauelemente und Baugruppen mit der Fragestellung: Welche Funktion hat dieses Teil zu erfüllen? In der Industrie sind daher einige Firmen dazu übergegangen, die Unterweisung im letzten Ausbildungsjahr anwendungs-orientierter zu gestalten. Es gibt dort bereits Lehrsäle für Hydraulikanlagen, Pneumatik usw. Dort wird das Funktionsverständnis geschult.

3.3. Angelernte Arbeiter

Facharbeiter und Facharbeiternachwuchs sind auf dem Arbeitsmarkt nach wie vor ein Engpass. Viele Unternehmen müssen daher auf die Anlernung von Hilfskräften übergehen. Dafür gibt es in den Industriefirmen oft spezielle Ausbildungsstätten oder -plätze, wo dem Anlernling die notwendigen

Fähigkeiten vermittelt werden. Dieser Weg dürfte aber bei den kostspieligen und komplizierten Anlagen im Krankenhaus nicht empfehlenswert sein, zumal die Sicherheitsaspekte hier noch gravierender sind als die ohnehin hohen Auflagen in Industrie, Energieversorgung und Verkehr.

3.4. Weiterbildung

Die Weiterbildung der Führungskräfte erfolgt in Seminaren, die heute von Firmen, Instituten und Verbänden angeboten werden, zum Beispiel durch die Fachtagungen des Deutschen Komitees Instandhaltung e. V. (DKIN) in jedem Jahr in Wiesbaden (die diesjährige am 13./14. Oktober 1977).

Facharbeiter erweitern ihre Kenntnisse vor allem durch die Unterweisung bei Herstellerfirmen im Rahmen neuer Anlagen. Dabei werden sie mit neuen Techniken, Bauelementen, Geräten usw. bekanntgemacht.

Selbstverständlich ist jede Weiterbildung mit Kosten verbunden, aber jedes Krankenhaus sollte im Etat bzw. Budget einen bestimmten Betrag dafür vorsehen, wenn nicht unliebsame Störungen als Folge mangelnder Kenntnisse eintreten sollen. Dies kostet dann weitaus mehr Geld.

4. Entlohnung

Die Entlohnungsform ist lange Jahre hindurch auch bei den Instandhaltern Gegenstand heisser Diskussionen gewesen, insbesondere die Frage Akkordlohn bzw. Leistungslohn oder Zeitlohn.

Bei der Instandhaltung spielt nach wie vor die Einsatzbereitschaft des Personals die wichtigste Rolle. Instandhalter sollten motiviert werden, auch nachts, samstags oder sonntags einzuspringen, wenn die Umstände dies erfordern. Daran ändert auch die Instandhaltungsplanung nichts.

Instandhalter arbeiten nur selten unter Aufsicht, sie sind im ganzen Haus oder Gelände unterwegs und tätig. Daher muss man ein hohes Mass von Verantwortungsbewusstsein erwarten.

Diese beiden Eigenschaften lassen sich nicht mit Geld allein erwirken, sondern setzen sinnvolle Führung, vor allem interessante Tätigkeiten, Abwechslung, richtige Disposition und Organisation voraus.

Aus dieser Sicht passt der Akkordlohn schlecht in die Landschaft des Instandhalters. Sehr viele Betriebe sind daher auf den Zeitlohn übergegangen und recht gut dabei gefahren. Auch die Lohnabrechnung wird einfacher und wirtschaftlicher.

Ein Problem bleibt natürlich die gerechte Lohnfindung, d.h. die Einstufung in die richtige Lohngruppe. Der Gesamtlohn baut sich aus drei Anteilen auf:

1. Anforderungsabhängiger Anteil,
das ist der Anteil, der von der
Anforderung durch den Arbeits-
platz gegeben ist und bestimmt
den T a r i f l o h n
2. Leistungsabhängiger Anteil,
der die Leistung des Einzelnen
berücksichtigt
3. Freiwillige Zulagen des
Unternehmens.

Bei der Entscheidung, wie der Einzelne eingruppiert werden soll, sind die Vereinbarungen der Tarifpartner in den jeweiligen Tarifgebieten massgebend. In einigen Gebieten (z. B. Baden-Württemberg) wird die analytische Arbeitsbewertung zugrunde gelegt, bei der jede Arbeit nach besonderen Merkmalen analysiert wird, in anderen Tarifgebieten, (z. B. Nordrhein-Westfalen) wird die summarische Arbeitsbewertung angewendet, bei der jede Lohngruppe soweit beschrieben ist, dass die einzelnen Arbeiten zugeordnet werden können.

Der Spielraum ist also in den einzelnen Tarifgebieten verschieden. Einheitlich dürfte aber das Beurteilungsverfahren sein, das die vier Merkmale

Arbeits-Ergebnis
Arbeits-Ausführung
Arbeits-Einsatz
Arbeits-Sorgfalt

umfasst und dem Meister oder Ingenieur die Entscheidung erleichtert bzw.
sie objektiviert.

Dipl.-Ing. H.-J. Marx
Generalbevollmächtigter
Brown, Boveri & Cie - AG
Kalstadter Str. 1
6800 Mannheim

Fremdwartung im Intensivbereich von Krankenhäusern

M. S e e l i g , Eschborn /Taunus

1. Vorbemerkung

Das Thema wird aus juristischer Sicht behandelt ⁽¹⁾. Dabei ist das haftungsrechtliche Risiko, das sich aus dem Betrieb von elektromedizinischen Geräten im Intensivbereich von Krankenhäusern ergibt, zu bestimmen. Im Hinblick auf dieses Risiko besteht die Notwendigkeit Risikopolitik zu betreiben ⁽²⁾.

2. Definitionen

Mit dem Begriff Intensivbereich sind Intensivpflegestationen, Intensivüberwachungsstationen, Intensivuntersuchungsräume gemeint. Es handelt sich um medizinisch genutzte Räume, in denen Patienten unter Anwendung von elektrischen Meß-, Überwachungs- und Anregungseinrichtungen intensiv behandelt, beobachtet oder untersucht werden. Dabei wird der Patient gleichzeitig an mehrere elektromedizinische Überwachungseinrichtungen angeschlossen oder eine derartige Einrichtung wird in den Körper eingebracht oder ein elektromedizinisches Anregungsgerät wird an den Patienten angeschlossen. Diese Räume sind wie Anästhesieräume zu behandeln, wenn in ihnen bestimmungsgemäß Allgemein-Anästhesie mit zündfähigen Mitteln ausgeführt werden.

Bei den elektromedizinischen Geräten kann es sich u.a. um Röntgeneinrichtungen, Geräte, mit denen elektrischer Strom durch den lebenden Körper geleitet wird, Geräte mit Infrarot-, Licht- und Ultraviolett-Strahlern, Operationstische usw. handeln (vgl. VDE 0750 Teil 2/8.70).

Unter Wartung versteht man die Sicherheitsprüfung, Kontrolle der Funktionsfähigkeit und Betriebssicherheit sowie sonstige Leistungen.

Die Fremdwartung ist die Wartung der genannten Geräte durch Dritte, die organisatorisch gegenüber dem Krankenhaus selbständig sind.

3. Zum haftungsrechtlichen Risiko

Der Betrieb der erwähnten Geräte kann bei Dritten, z.B. den Patienten, zu Tod oder sonstigen Körperschäden (z.B. Verbrennungen) führen, wenn die Geräte mangelhaft ⁽³⁾ sind, fehlerhaft bedient oder nicht, oder nicht sorgfältig gewartet werden.

3.1 Hinsichtlich der Ansprüche geschädigter Personen ist folgendes zu berücksichtigen:

Ansprüche auf Schadensersatz können sich gegen das Krankenhaus (also den Träger) und seine Bediensteten aus Vertrag (z.B. positive Vertragsverletzung) oder Gesetz (Verletzung der Verkehrssicherungspflicht, § 823 Abs. 1 BGB; Verletzung eines Schutzgesetzes, § 823 Abs. 2 BGB; Haftung für Verrichtungsgehilfen mit der Möglichkeit der Exkulpation nach § 831 BGB) ergeben. Voraussetzung ist, daß eine Sorgfaltspflichtverletzung im Zusammenhang mit der Wartung festgestellt wird.

Ansprüche auf Schadensersatz können sich aus Gesetz auch gegen das mit der Wartung beauftragte Unternehmen ergeben.

3.2 Gehaftet wird für Vorsatz und Fahrlässigkeit. Vorsatz wird im Regelfall nicht gegeben sein. Das weite Feld einer möglichen Sorgfaltspflichtverletzung ist immer noch fast eine "terra incognita" ⁽⁴⁾. Der Gesetzgeber definiert die Fahrlässigkeit als die Außerachtlassung der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt. Anhaltspunkte für die zu beachtende Sorgfalt geben die Standards des betreffenden Berufs- und Tätigkeitsfeldes an. Sie müssen von der Allgemeinheit der mit dem jeweiligen Bereich vertrauten Praktiker als richtig akzeptiert sein ⁽⁵⁾. Eine Sorgfaltspflichtverletzung liegt dann nicht vor, wenn die zuständigen Fachleute bzw. Fachkreise eine getroffene Maßnahme für ausreichend halten. Indiz für die Einhaltung der üblichen Sorgfaltspflichten ist die

Beachtung z.B. der VDE-Vorschriften (6). Dabei handelt es sich um allgemein anerkannte Regeln der Technik. Es sind keine Rechtsnormen, sondern Normen, die von einer privaten Selbstverwaltungsorganisation aufgestellt werden. Solche Bestimmungen werden nur Rechtsnormen durch Inkorporation (7) in Gesetze. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik stellen einen Maßstab für technisch ordnungsgemäßes und richtiges Verhalten dar. Werden sie befolgt, so begründen sie den Beweis des ersten Anscheins für technisch richtiges Verhalten. Im Einzelfall ist es denkbar, daß die Berufung auf die Einhaltung von VDE-Vorschriften nicht zu einer haftungsrechtlichen Entlastung des in Anspruch genommenen Schädigers führt (8), wenn diese z.B. dem Stand der Technik nicht mehr entsprechen.

Eine Sorgfaltspflichtverletzung kann z.B. dann vorliegen, wenn folgende Maximen nicht beachtet werden (§ 36 VDE 0750 Teil 1/5.68) (9):

"Bei Instandsetzung oder Änderung von Geräten oder bei Ersatzteilen muß die Sicherheit der Geräte für den Patienten, den Bedienenden und die Umgebung erhalten bleiben. Soweit durch die Instandsetzung bzw. die Änderung eine Änderung in den Nenndaten bzw. dem Anwendungsbereich der Geräte eintritt, müssen die Aufschriften bzw. Begleitpapiere entsprechend geändert werden.

Die zusätzlichen Bestimmungen des Teiles 2 sind bei Änderung und Instandsetzung von Geräten zu beachten.

Soweit die Änderung oder Instandsetzung nicht vom Hersteller des Gerätes durchgeführt wird, müssen geänderte oder instandgesetzte Geräte und Geräteteile zusätzlich das Kennzeichen des Instandsetzers (z.B. in Form einer Plombe) erhalten.

Operationssichere Geräte dürfen nur vom Hersteller oder von einer von ihm autorisierten Werkstatt instandgesetzt werden."

4. Zur Bedeutung öffentlich-rechtlicher Normen

Man muß grundsätzlich zwischen privat-rechtlichen und öffentlich-rechtlichen Pflichten unterscheiden. Diese öffentlich-rechtlichen Pflichten ergeben sich aus öffentlich-rechtlichen Bestimmungen, die in diesem Zusammenhang ebenfalls zu berücksichtigen sind. Von Bedeutung sind folgende Gesetze:

- Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 31. August 1937
- Gesetz über technische Arbeitsmittel (Maschinenschutzgesetz) vom 24. Juni 1968
- Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen vom 15. August 1963
- Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung) vom 1. März 1973
- Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen vom 13. Oktober 1976
- Strafgesetzbuch (§ 222 Fahrlässige Tötung, § 230 fahrlässige Körperverletzung).

- 4.1 Aus diesen gesetzlichen Bestimmungen ergeben sich auch Maßstäbe für die zu beachtenden Sorgfaltspflichten im Zusammenhang mit der Wartung von medizinischen Geräten. Einige seien aufgezählt:

Das Maschinenschutzgesetz ⁽¹⁰⁾ wendet sich grundsätzlich an den Hersteller. Dieser ist verpflichtet, nur Erzeugnisse in den Verkehr zu bringen, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik usw. entsprechen. Elektromedizinische Geräte fallen, soweit nicht Spezialnormen vorgehen, auch unter dieses Gesetz. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß der Hersteller beim Inverkehrbringen entsprechende Gebrauchsanweisungen mitzu-

liefern hat, wenn zur Verhütung von Gefahren bestimmte Regeln bei der Ergänzung oder Instandhaltung eines technischen Arbeitsmittels beachtet werden müssen.

Nach § 6 der Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen darf ein elektrisches Betriebsmittel hinsichtlich eines Teiles, von dem der Explosionsschutz abhängt, nach Instandsetzung, erst wieder in Betrieb genommen werden, nachdem es von den zuständigen Sachverständigen daraufhin geprüft worden ist, ob es in den für den Explosionsschutz wesentlichen Merkmalen nach Bauart und Ausführung mit dem zugelassenen Betriebsmittel übereinstimmt.

Nach § 6 Röntgen-VO hat, wer Röntgeneinrichtungen geschäftsmäßig wartet oder instandsetzt, dies der zuständigen Behörde schriftlich anzuzeigen. Die zuständige Behörde kann die Wartung oder Instandsetzung untersagen, wenn die Personen, die die Wartung oder Instandsetzung leiten oder beaufsichtigen, unzuverlässig sind oder nicht über die für den Strahlenschutz erforderliche Sachkunde verfügen oder der bei der Wartung oder der Instandsetzung erforderliche Strahlenschutz nicht gewährleistet ist.

Nach § 76 Strahlenschutz-VO sind Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen und Bestrahlungseinrichtungen mit radioaktiven Quellen jährlich mindestens einmal zu warten und zwischen den Wartungen durch einen von der zuständigen Behörde zu bestimmenden Sachverständigen auf sicherheitstechnische Funktion, Sicherheit und Strahlenschutz zu überprüfen.

- 4.2 Die eben genannten Rechtsvorschriften dienen in erster Linie der vorbeugenden Gefahrenabwehr, um Patienten gegen Körperschäden nach Möglichkeit zu schützen. Wird gegen diese Bestimmungen verstoßen, so kann die Folge u.a. eine Sanktion in der Gestalt eines Bußgeldes sein. Der Gesetzgeber bedient sich eines sehr differenzierten Instrumentariums, je nachdem, wie erheblich die Gefahr

ist, die von den Geräten ausgeht.

5. Folgerungen

Jeder Hersteller eines mediz.-techn. Erzeugnisses ist im Rahmen der geltenden Rechtslage verpflichtet, nur solche Erzeugnisse in den Verkehr zu bringen, die in Bezug auf Unfallschutz und Sicherheit den anerkannten Regeln der Technik entsprechen oder bei denen der Gefahrenschutz auf andere Weise gewährleistet ist. Jeder Betreiber eines Erzeugnisses muß wissen, daß die Erhaltung dieses Sicherheitspegels seine Angelegenheit ist und daß er deshalb durch Pflege und Wartung dafür zu sorgen hat, daß bei der bestimmungsgemäßen Verwendung keine Gefahren aller Art für Leben und Gesundheit von Personen auftreten können. Die Verantwortung des Betreibers beginnt mit der ordnungsgemäßen Übernahme eines Erzeugnisses und endet mit der Übergabe eines Erzeugnisses an einen anderen Besitzer oder mit der Verschrottung eines Erzeugnisses.

Wer elektromedizinische Geräte betreibt und warten läßt, muß eine konsequente Risikopolitik betreiben, um Gefahren für Leben und Gesundheit Dritter auszuschließen.

- 5.1 Die Haftpflicht knüpft an die Verletzung betrieblicher Organisationspflichten an. Deshalb ist eine konsequente Überwachung und Wartung der elektromedizinischen Geräte geboten. Es ist erforderlich, daß qualifizierte Unternehmen mit der Wartung beauftragt werden.
- 5.2 Das haftungsrechtliche Risiko ist in geeigneter und gesetzlich zulässiger Weise in den Verträgen gegenüber den Patienten zu beschränken. In diesem Zusammenhang ist auf § 11 Ziff. 7 AGB-Gesetz (Gesetz zur Regelung des Rechts der Allgemeinen Geschäftsbedingungen) hinzuweisen. Gegenüber Patienten kann die Haftung für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit nicht ausgeschlossen werden.

5.3 Das typische Haftpflichtrisiko kann durch Haftpflichtversicherungen abgedeckt werden. Grundlage für eine derartige Versicherung sind die Allgemeinen Versicherungsbedingungen für die Haftpflichtversicherung (AHB).

6. Anmerkungen

- (1) Es handelt sich um eine Zusammenfassung des mündlichen Vortrages.
- (2) Fritz Philipp, Risiko und Risikopolitik, 1967
- (3) Hierbei handelt es sich um einen Fall der Produzentenhaftung (vgl. hierzu Palandt, Bürgerliches Gesetzbuch, 34. Auflage, 1975, § 823 Rz 16)
- (4) Vgl. hierzu z.B. Glesen, Die zivilrechtliche Haftung des Arztes bei neuzeitlichen Behandlungsmethoden und Experimenten, 1975, S. 26
- (5) Vgl. RGSt 44, 79
- (6) Vgl. Pilschka, Technisches Sicherheitsrecht, 1969, S. 32 ff.;
Budde, Die rechtliche Bedeutung der überbetrieblichen technischen Normen, DIN-Mitteilungen, Bd. 53, 1974, Heft 4, S. 146 ff.
- (7) Im Regelfall bedient sich der Gesetzgeber des rechtstechnisch flexiblen Mittels der Verweisung, wie z.B. in § 3 Maschinenschutzgesetzes; vgl. hierzu Eberstein, Technik und Recht in Festschrift für Martin Luther, 1976, S. 54 f.
- (8) Vgl. OLG Zweibrücken, Urteil vom 20. September 1976, NJW 1977, S. 111 ff.
- (9) § 36 VDE 0750 Teil 1/5.68 wird überarbeitet.

(10) Vgl. Schmatz/Nöthlichs, Sicherheitstechnik,
1969 ff.

Rechtsanwalt
Manfred Seelig
Berliner Straße 8

6236 Eschborn /Taunus

Eigenwartung - Fremdwartung in Krankenhäusern

A.P.Danner, Rombach b.Aarau/Schweiz

Die vorliegende Fragestellung, ob Eigenwartung oder Fremdwartung in Krankenhäusern durchgeführt werden soll, präsentiert sich dem Praktiker der Krankenhausinstandhaltung oft als sehr komplexe Entscheidungssituation. Mangelnde Information über die Art und Gewichtung der beeinflussenden Elemente, dazu Unsicherheit über die bei der Bewältigung anzuwendenden Kriterien, lassen in einer nicht unerheblichen Zahl von Fällen Entscheidungen auf rein emotionaler Basis entstehen.

Es ist aufgrund verschiedenster Erfahrungen zu vermuten, daß durch eine konsequente Anwendung von rationalen Entscheidungsmodellen im Instandhaltungsbereich neben der Straffung der Führung und des Personaleinsatzes eine Verringerung vermeidbarer Folgekosten und eine nicht unerhebliche Verbesserung der Planung des mittelfristigen Finanzbedarfs in diesem Sektor erzielt werden kann.

Im Rahmen dieses zeitlich kurz bemessenen Vortrags kann hier nicht näher auf die vielfältigen Abhängigkeiten im Rahmen der Entscheidungsfindung, wann Eigenwartung, wann Fremdwartung, eingegangen werden. Jedoch können hier einige auch in anderem Zusammenhang, z.B. zur Festlegung einer dieser Entscheidungssituation vorauslaufenden Instandhaltungspolitik, wichtige Merkmale aufgegriffen werden, nämlich

- terminologische Unklarheiten und Abgrenzungsschwierigkeiten,
- mangelnde Transparenz in bezug auf die Kosten in Relation zu den erbrachten Leistungen in der Instandhaltung,
- eine in der Regel undefinierte Anlagenerhaltungs- bzw.

Instandhaltungspolitik für das einzelne Krankenhaus.

Im Hinblick auf die terminologischen Unklarheiten kann festgestellt werden, daß mit dem Terminus Wartung gemeinhin ein breites Spektrum von Tätigkeiten mit unterschiedlicher Intensität und Mitteleinsatz im Rahmen einer allgemeinen Anlagen- und Einrichtungsunterhaltung bezeichnet wird. Diese reichen von einer oberflächlichen visuellen Funktionskontrolle bis zum Austausch

von Anlagenteilen. Beim Abschluß von sogenannten Wartungsverträgen oder bei Erteilung von internen Wartungsaufträgen ergeben sich Abgrenzungsschwierigkeiten, insbesondere zwischen Wartung und Instandsetzung, gemeinhin auch Reparatur genannt, wenn es darum geht, das vorhandene Personal optimal in bezug auf die vorhandene Qualifikation einzusetzen.

DIN 31051 (1) hilft hier mit dem Oberbegriff "Instandhaltung", der im weiteren in die Maßnahmengruppen Inspektion - Wartung - Instandsetzung unterteilt ist; wobei sich in der Praxis ein fließender Übergang zeigt, nach folgendem Schema:

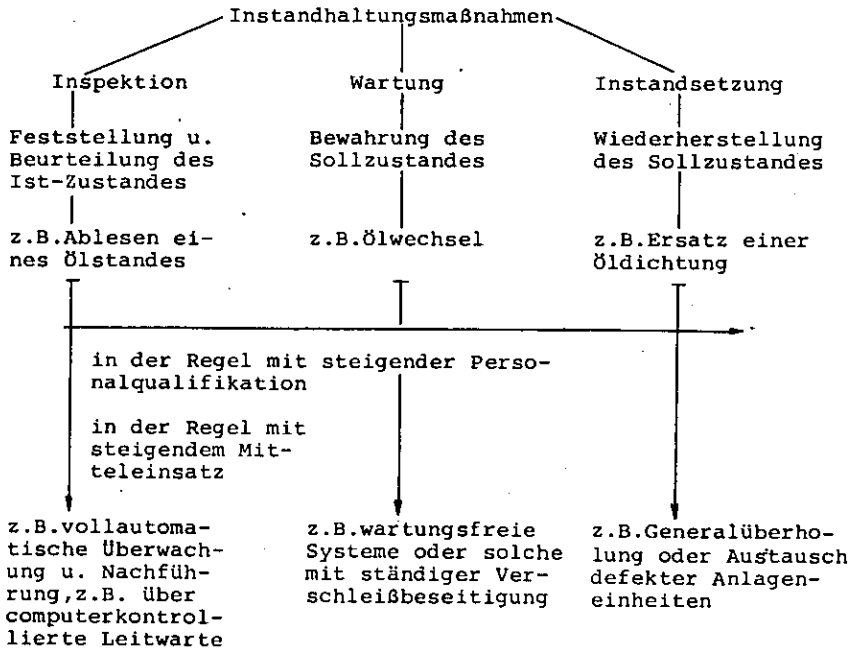


Fig. 1 Instandhaltungsmaßnahmen

Der Ist-Zustand ist der zu einem gegebenen Zeitpunkt t_1 bestehende Zustand Z_1 , wobei die Beurteilung auf objektiv gemessenen Daten oder leider allzuoft auch nur auf einer rein subjektiven Einschätzung beruhen kann.

Der Soll-Zustand, bzw. Sollzustandsbereich ist der für den jeweiligen Nutzungsfall festgelegte, geforderte, erwartete oder wünschbare Zustand, der innerhalb eines wirtschaftlichen Nutzungsbereichs des betreffenden Instandhaltungsobjekts liegen muß.

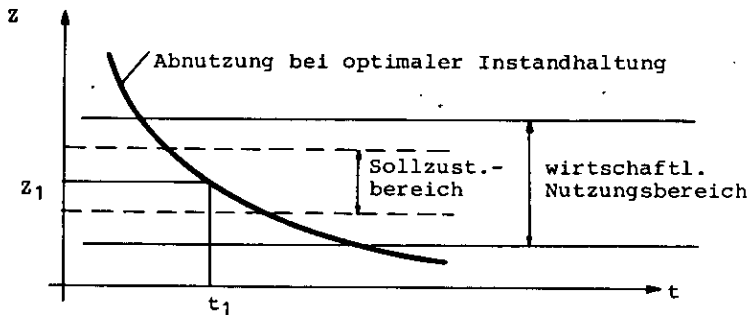


Fig.2: Sollzustand/Abnutzung von Instandhaltungs-Objekten

Zurückkommend auf die eingangs erwähnte Entscheidungssituation müssen alle vorgeschriebenen oder vorgesehenen Instandhaltungsmaßnahmen gemäß Fig. 1 erfaßt und in bezug auf Personal- und Sachmitteleinsatz bewertet werden, bevor entschieden werden kann, ob bei Inspektion, Wartung oder Instandsetzung eine Eigen- oder Fremdleistung infrage kommt. Dabei kann zunächst einmal angenommen werden, daß im Effekt auf die Instandhaltung eines bestimmten Objekts Eigen- und Fremdleistung gleichgestellt werden können.

Eine weitere Erschwerung der Entscheidungssituation, insbesondere bei der Wartung, entsteht durch mangelnde Transparenz in bezug

auf die Kosten in Relation zu den erbrachten Leistungen.

Es gibt sogenannte Vollwartungsverträge, durch die Inspektion, Wartung und Instandsetzung gegen Bezahlung einer bestimmten Pauschale vom Kontrahenten übernommen werden. Bei näherer Prüfung und unter Einbezug von Risikoüberlegungen läßt sich in den meisten Fällen, außer z.B. bei technologisch sehr komplexen Einrichtungen der Nuklearmedizin oder EDV-Anlagen, der Inspektionsanteil kostengünstiger in Eigenleistung erbringen. Auch ist das Instandhaltungsprogramm des Krankenhauses nicht vor Doppelspurigkeiten gefeit, wobei die gleiche Leistung einmal, vielleicht in einem anderen Turnus, vom eigenen und später noch einmal, nach nicht detailliertem Wartungsvertrag vom Personal der Vertragsfirma erbracht wird. Werden Instandhaltungsaufträge sozusagen "blind" vergeben, so kann dies zu erheblichen Überschreitungen der geplanten Kosten führen. Dies gilt sowohl für die Erbringung durch Eigen- wie auch durch Fremdleistung, insbesondere dann, wenn z.B. bei Eigenleistung relativ unqualifiziertes Personal eingesetzt werden muß.

Ein weiterer, die Entscheidungssituation beeinflussender Umstand ist ein Mangel an explizit formulierten Grundsätzen der Anlagenerhaltungs- bzw. Instandhaltungspolitik, bezogen auf das einzelne Krankenhaus.

Es ist Aufgabe des Krankenhausträgers, auf der Grundlage der allgemeinen gesetzlichen Rahmenbedingungen für die medizinische Versorgung der Bevölkerung einerseits und dem Krankenhausfinanzierungsgesetz, bzw. den Maßgaben aus der Bundespflegegesetzverordnung andererseits eine Anlagenerhaltungspolitik (2) für seine Krankenhäuser zu entwickeln.

Aufgrund explizit formulierter Grundsätze mit zusätzlichen Angaben pro Bereich (z.B. Gebäude, Umgebung, Transporteinrichtungen, Entsorgung, etc.) im Hinblick auf eine Limitierung der Kosten und eventuellen zusätzlichen Auflagen für eine koordinierte Instandhaltung bei den dem Träger unterstehenden Häusern ist das einzelne Krankenhaus gehalten, eine entsprechend angepaßte Instandhaltungspolitik (3) zu entwickeln.

Bei näherer Analyse der Instandhaltungspolitik eines Krankenhauses erweist sich diese nicht als einheitliche Größe. Sie ist vielmehr als ein Produkt einer dauernden Konsensfindung zwischen ihren Hauptträgern, die gleichzeitig Hauptfunktions-träger im Krankenhaussystem sind. Die medizinischen Funktions-träger tendieren in Richtung maximale Verfügbarkeit der Instandhaltungsobjekte, der Krankenhaustechniker sieht eine maximale Anlagenfunktionserhaltung unter Berücksichtigung aller vorhandenen Vorschriften für das höchste an, während der Krankenhausverwaltung eher die Erhaltung des Neuwertes zur Hinauszögerung größerer Ersatzinvestitionen bei der Bemessung der Instandhaltung maßgebend scheint. Dazu kommt von medizinischer Seite noch das wissenschaftliche Interesse, das auf maximale Verfügbarkeit bei neuestem wissenschaftlichen Stand ausgerichtet ist, so daß laufend unterhaltene Einrichtungen älterer Bauart nutzlos herumstehen können.

Die Hauptfunktionsträger im einzelnen Krankenhaus kommen nicht darum herum, einige erhaltenspolitische Grundsätze für die wichtigsten Anlagen- und Einrichtungsgruppen, auf deren Aufzählung hier verzichtet werden kann, zu entwickeln.

Unter Bezugnahme auf die Instandhaltung eines einzelnen Objektes oder einer Gruppe gleichartiger Einrichtungseinheiten ist nicht zuletzt als Ausfluss einer bereichsweise festgelegten Instandhaltungspolitik die erwünschte Nutzungsdauer des betrachteten Objektes maßgebend. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflüsse ergibt sich ein Instandhaltungsplan, der die erwünschte Nutzungsdauer sicherstellen soll, grob nach folgendem Schema:

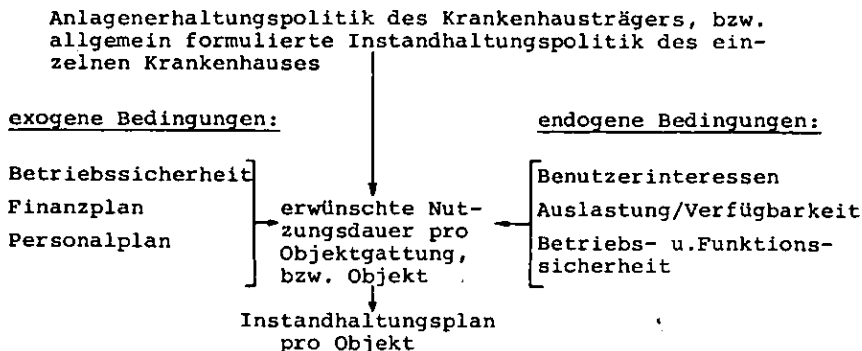


Fig.3: Ausgangslage für den Instandhaltungsplan

Bei der Bemessung der erwünschten Nutzungsdauer des einzelnen Objekts ist die Entwicklung des technischen Fortschritts und die im betreffenden Produktemarkt übliche "Periode der wirtschaftlichen Überholung" neben den krankenhausbezogenen exogenen und endogenen Bedingungen mit zu berücksichtigen.

Der technische Fortschritt kann sich zum einen in der Abgabe größerer oder zusätzlicher Leistungen pro Einheit oder auch in einer wirtschaftlicheren Leistungserbringung manifestieren. Die "Periode der wirtschaftlichen Überholung" ergibt sich aus einem Nachlassen der Nachfrage nach diesem Produkt, weil z.B. andere Produkte dessen Funktionen mit übernommen haben. Wenn diese Produkte keine anderweitigen Verwendungen mehr finden, wie z.B. ein älteres Klimagerät, das in einem anderem Raum weiterverwendet wird, fällt das Ende der Nutzungsdauer mit dem der Marktperiode oder der Periode der wirtschaftlichen Überholung zusammen. Es ist offensichtlich, daß von den Geräteherstellern heute fast durchweg eine Politik der "planmäßigen Veralterung" ihrer Produkte betrieben wird, d.h. die Produkte werden in der Entwicklung bereits auf eine bestimmte Marktperiode ausgelegt, welche sie in der Regel bei Minimalwartung gerade erreichen oder nur wenig überschreiten. Durch spezifische, nicht mehr in nützlicher Frist erlernbare Fachkenntnisse und eingengte Toleranzen sieht sich das Krankenhaus ge-

zungen, die angebotene Wartungsfremdleistung anzunehmen. Es hat darüberhinaus wenig Sinn, z.B. im Krankenhaus eine erwünschte Nutzungsdauer von 10 Jahren anzustreben, wenn gleiche Einheiten bei anderen Verwendern eine normale Gebrauchsdauer von 3 Jahren aufweisen. Der zu erwartende Instandhaltungsaufwand kann bei gleicher Nutzungsintensität auch im Krankenhaus kaum mehr verantwortet werden.

Nach vielfach "geübter Usanz" ist die Weiterverwendung eines Instandhaltungsobjektes spätestens dann zu überprüfen, wenn der seit Inbetriebsetzung kumulierte Instandhaltungsaufwand den Anschaffungswert überschreitet. Im Hinblick auf die Entscheidungssituation - Eigenleistung oder Fremdleistung - muß der Instandhaltungsplan pro Objekt in einen Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsplan aufgegliedert sein. Den Betriebsanleitungen und Herstellerangaben können die periodischen Aktivitäten der Inspektion und Wartung entnommen und aufgelistet werden. Die Periodik der Instandsetzung hängt weitgehend von den Verschleißerscheinungen und diese von der Betriebsweise ab, wenn nicht plötzlich auftretende Störungen zur Instandsetzung zwingen.

Im Rahmen einer größeren Arbeit wurde, zunächst mit einem Pilotfragebogen, bei einigen deutschen Krankenhäusern der Versorgungsstufe III (etwa 350 bis 650 Betten), die teils öffentlichen teils privaten Trägern unterstehen, eine grobe Verteilung der Eigen- bzw. Fremdleistung bei der Instandhaltung ermittelt. Bei einer Aufgliederung der Instandhaltung in 15 bis 20 Aufgabenbereichen, wobei hauptsächlich gleichartige Arbeiten nach Handwerkerkategorien zusammengefaßt wurden, zeigt sich bei der Inspektion ein sehr kleiner Anteil an Fremdleistung. Bei der Wartung überwiegt teilweise der Anteil der Eigenleistung, teilweise der der Fremdleistung, und bei der Instandsetzung überwiegt fast in umgekehrtem Verhältnis zur Inspektion die Fremdleistung. Bei Eigenwartung wird überwiegend Wartung nach Herstellervorschrift durchgeführt. Das Sicherheitsrisiko soll damit bewußt tief gehalten werden.

Die Befragung zeigte, daß im Rahmen der Instandhaltung die Kriterien für die Vergabe der Wartungsarbeiten in Eigen- oder Fremdleistung nach sehr unterschiedlichen Maßstäben gehandhabt werden. Das Maß der Eigenleistung scheint in erster Linie vom Interesse und von der Qualifikation des vorhandenen Handwerks-personals abzuhängen. Das Entscheidprocedere selbst ist im jeweiligen Verwaltungsbereich des Krankenhauses angesiedelt, sofern eine Vergabe innerhalb der laufenden Haushaltsmittel möglich ist. Je nach Betragshöhe ist Antrag nach oben erforderlich, welcher ursprünglich vom Leiter der jeweiligen Instandhaltungsabteilung, formuliert durch den Verwaltungsleiter, gestellt wird. Die Instandhaltungspauschale nach der Bundes-pflegesatzordnung wird allgemein als nicht ausreichend bezeichnet. Eine Anlagenkartei und ein Instandhaltungsplan sind nur in Ansätzen vorhanden oder nicht für alle Instandhaltungsobjekte geführt. Eine Anlagenrechnung ist bei den befragten Häusern nicht vorhanden.

Abschließend muß festgestellt werden, daß bei den befragten Häusern ein allen Bedingungen gerechtwerdender rationaler Entscheid, wann Eigenwartung, wann Fremdwartung, heute noch nicht möglich ist.

Literatur:

- (1) DIN-Normblatt 3105, Blatt 1, Instandhaltung, Begriffe, Berlin 12.74
- (2) Männel, Dr.W., Wirtschaftlichkeitsfragen der Anlagen-erhaltung, Wiesbaden 1968
- (3) Musil, E.P., Instandhaltungspolitik, Erhaltung und Nutzungsdauer der Anlagen, Diss. Wien, 1963

Anschrift des Verfassers:

Alois P. Danner
Ing. (grad.) Lic. rer. pol.
Organisationsberater
Alte Stockstraße 85
CH-5022 Rombach/Aarau

Instandhalten - Überholung oder Neubeschaffung - aus der Sicht des Krankenhaus - Betriebsingenieurs, von M. Kroll, Berlin.

Es gibt eine ganze Reihe von Gesichtspunkten, nach denen im Falle eines größeren Schadens die Entscheidung zwischen der Überholung oder der Neubeschaffung eines Anlagengutes getroffen werden wird. Eine große Rolle spielen die Steuerabschreibungen, neue oder geänderte Bestimmungen oder Gesetze des Umweltschutzes bzw. der Arbeitssicherheit, Probleme der moderneren oder wirtschaftlicheren Fertigung und nicht zuletzt rein wirtschaftliche Erwägungen. Darüber hinaus ist auch die normale Gebrauchsdauer an sich der defekten Anlage oder des Gerätes von einiger Bedeutung.

Im Schadensfall an einem kurzfristigen Anlagegut wird man sicherlich schneller zu einer Ersatzbeschaffung neigen, als man dies bei einem vergleichbaren Defekt an einem Gebäude tun würde. Je höher die aufzuwendenden Kosten sich bewegen, um so schwieriger wird die Entscheidung. Es werden sich Kompromißlösungen vor allem dann nicht vermeiden lassen, wenn die Mittel für Ersatzbeschaffungen nicht zur Verfügung stehen, bzw. erst durch umständliche Genehmigungsverfahren bewilligt werden müssen. Als Entscheidungshilfe steht statistisches Material in Norm- oder VDI-Blätter, in Testberichten, aber auch in den Angaben der Hersteller zur Verfügung.

Zum Beispiel ist in VDI 2067, Blatt 1 (Entwurf von Januar '74) die durchschnittliche Nutzungsdauer von Wärme- sowie Gebrauchswasseranlagen und -Anlagenteilen in Form von Tabellen aufgeführt. Darüber hinaus enthält diese Schrift Angaben über die im Normalfall üblichen Instandhaltungskosten für derartige Anlagen und zwar in Prozentsätzen vom Anschaffungswert. Die Hersteller von Fahrzeugbatterien geben die Lebensdauer von Bleibatterien für Elektrofahrzeuge mit 5 bis 7 Jahren an. Als drittes Beispiel wird die Nutzungsdauer von sogenannten "Weißwaren" (gemeint sind die im Normalfall weißen Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen, Kühlschränken usw.) von Testberichten diverser einschlägiger Zeitschriften mit ca. 10 Jahren angegeben.

Viele dieser Angaben haben ihren Niederschlag gefunden im Krankenhausfinanzierungsgesetz, bzw. im Entwurf einer Verordnung über die durchschnittliche Nutzungsdauer und die Abgrenzung von Anlagegütern in Krankenhäusern - Abgrenzungsverordnung - vom 2. Juni 1976. Diese Verordnung wurde erforderlich, da die Finanzierung der Krankenhäuser aus zwei verschiedenen Quellen geschieht, nämlich dem von den Krankenkassen aufzubringenden Pflegesatz und den von Bundes- und Landesregierung getragenen Investitionskosten. Die zweigeteilte Finanzierung bildet auch den Grund dafür, daß die Grenze zwischen kurzlebigen Gütern und Anlagegütern nicht wie sonst üblich bei einer Nutzungsdauer von einem Jahr gezogen wird, sondern im Recht der Krankenhausfinanzierung eine eigene Grenze bei einer Nutzungsdauer von drei Jahren festgelegt wurde. Die in dieser Vorschrift vorgenommene Unterteilung zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Anlagegütern bildet eine weitere Entscheidungshilfe bei der Beurteilung anstehender größerer Instandhaltungsmaßnahmen.

In diesem Zusammenhang muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß als Priorität im Krankenhaus immer die optimale Versorgung der Patienten zu setzen ist, und daher alle wirtschaftlichen oder technischen Erwägungen diesen Aspekt auf keinen Fall vernachlässigen dürfen. Diese besondere Situation im Krankenhaus wird in bestimmten Fällen zur zwangsläufig unwirtschaftlichen Vorhaltung von Reserveanlagen führen, vor allem in den Bereichen der Intensivpflege und der Chirurgie. (Beispiele: Narkosegeräte, Beatmungsgeräte, medizinische Gasversorgung - dabei hauptsächlich Sauerstoffanlagen.)

Die Fortschritte gerade auf dem Gebiet der Medizintechnik bilden ein weiteres Indiz bei der Abwägung zwischen der Überholung oder Neuanschaffung eines Anlagengutes. Durch die zunehmende Elektronisierung der medizinischen Apparate und Geräte wirken sich die in den letzten Jahren in rasantem Tempo fortgeschrittenen Entwicklungen auf dem Gebiet der Halbleitertechnik ganz erheblich aus. Die Diskrepanz dieser Entwicklung besteht darin, daß neuere Geräte zwar länger betreibbar sind,

da die Halbleiterbausteine keiner Abnutzung unterliegen, die Geräte selber jedoch unmodern werden und die Anforderungen mit den angebotenen modernen Möglichkeiten steigen: Vom Benutzer werden daher oft geringfügige Schäden zum Anlaß genommen, um eine Neuanschaffung möglichst dringlich zu gestalten.

Das Problem einer wirtschaftlichen Ersatzteil-Lagerhaltung spielt ebenfalls eine nicht geringe Rolle innerhalb der anzustellenden Überlegungen. Es ist sicherlich wirtschaftlich vorteilhafter, eine Typengleichheit so weit wie möglich anzustreben, als für viele verschiedene Geräte und Apparate Ersatzteile lagermäßig vorzuhalten.

Schon diese kurzen Betrachtungen lassen die Problematik erkennen, die sich hinter der doch recht harmlos anmutenden Überschrift dieses Vortrages verbirgt. Eine Patentlösung, die schematisch auf alle Fälle paßt, erwartet wohl niemand. Es wird immer einer sorgfältigen Abwägung aller Kriterien von Fall zu Fall bedürfen.

In der Praxis wird die Entscheidung zwischen Überholung oder Ersatzbeschaffung sehr oft davon abhängig sein, auf welchem Konto die meiste Bewegungsfreiheit herrscht. Hier sei einmal ganz deutlich ausgesprochen, daß durch die Zahlenvorgabe im Rahmen des Krankenhausfinanzierungsgesetzes die Tendenz eindeutig zur verstärkten Ersatzbeschaffung hinweist, und für Überholung oder gar vorbeugende Instandhaltung relativ wenig Raum bleibt. Diese Tatsache steht leider im gewissen Widerspruch zu den Bemühungen um eine durchgreifende Verbesserung der vorbeugenden Instandhaltung, die am Anfang einer geplanten Umstellung des Instandhaltungssystems neben der Überwindung von Vorurteilen der Bereitsstellung von überdurchschnittlich hohen Mitteln bedarf, da neben den Aufwendungen für die vorbeugende Anlagenerhaltung bis zur Auswirkung der getroffenen Maßnahmen noch die schadensbeseitigende Instandhaltung bewältigt werden muß.

Neben den schon genannten allgemeinen Entscheidungshilfen ist sicherlich der gegenwärtig im Rudolf-Virchow-Krankenhaus Berlin praktizierte Versuch mit einer Vermögensreparaturkartei von Interesse. Diese Kartei wird in der technischen Abteilung geführt und beinhaltet alle Apparate, Geräte und Anlagen, die zu den kurzfristigen Anlagengütern gemäß Abgrenzung nach KHG gehören. Im Kopf der Karteikarte werden alle wichtigen Erkennungsdaten aufgeführt wie: Hersteller, Lieferant, Type, Fabrikationsnummer, Anschaffungsdatum und -Preis, normale Nutzungsdauer sowie der ausführende Wartungsdienst. Darüber hinaus werden Angaben über das festgesetzte Reparaturlimit sowie eine Vorwarngrenze eingetragen.

Zu Beginn wurde mit der für die Wirtschaftlichkeit zuständigen Abteilung des Krankenhauses eine Reparaturgrenze von 50 % des Anschaffungswertes vereinbart. Die Vorwarnung erfolgt dann, wenn die Instandhaltungskosten 40 % des Beschaffungspreises erreicht haben.

In dieser Karteikarte werden, z.Z. leider noch von Hand, alle Aufwendungen eingetragen, die für die Instandhaltung des betreffenden Gerätes anfallen, gleichgültig ob es sich um Reparaturen durch Firmen oder die eigene Instandhaltungsabteilung handelt. Dabei wird unterschieden zwischen den Maßnahmen, die zur eigentlichen Instandhaltung im Sinne des KHG gehören und solchen, die die Nutzungsdauer des Gutes verlängern oder entscheidend verbessern. Letztere Aufwendungen werden als Fortschreibung berücksichtigt und erscheinen daher nicht als Instandhaltungsaufwendungen. In dieser Kartei nicht enthalten sind die Kosten für die Wartung, wobei unter Wartung zu verstehen sind die Aufwendungen der Maßnahmen des laufenden Betriebes (z.B. Abschmieren, Ölen) sowie zur Einhaltung gesetzlicher Vorschriften (z.B. Probelauf der Notstromaggregate) oder der während der normalen Nutzungsdauer übliche Austausch von Anlagenteilen (z.B. Glühlampen, Fahrzeugreifen oder Austauschmotoren).

Das bedeutet jedoch nicht, daß bei Erreichen der genannten Grenzen grundsätzlich eine Ersatzbeschaffung eingeleitet wird,

sondern zu diesem Zeitpunkt werden alle vorgenannten Überlegungen angestellt.

Zunächst wird bei Erreichen der sogenannten Vorwarngrenze eine über das normale Maß hinaus besonders sorgfältig durchgeführte Inspektion zur Feststellung des Schadensumfanges vorgenommen. Kleinere Defekte, sogenannte Bagatellschäden also, werden ohne weiterer Diskussion behoben. Erweist sich durch diese Inspektion jedoch, daß die Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit einen im Verhältnis zum Anschaffungswert hohen Aufwand erfordert, so muß geprüft werden, ob sich mit den möglichen oder vertretbaren Instandhaltungsmaßnahmen die volle Gebrauchsfähigkeit wiederherstellen läßt, oder ob eine verminderte Einsatzfähigkeit den gestellten Anforderungen nicht auch genügen würde. Es ist selbstverständlich, daß bei allen Untersuchungen und Abwägungen auch der Gesamtzustand des defekten Gerätes nicht außer Acht gelassen wird, denn wenn durch erkennbaren Verschleiß in kurzer Zeit weitere Defekte zu erwarten sind, wird auf alle Fälle der Ersatzbeschaffung der Vorzug gegeben.

Besondere Beachtung verdienen die Maßnahmen zur Grundinstandsetzung, oft auch als Generalüberholung bezeichnet. Prinzipiell kann man davon ausgehen, daß eine Grundinstandsetzung weniger Kosten verursacht als eine Neuanschaffung. Im Bereich der kurzfristigen Güter gibt es eine Reihe von Geräten oder Anlagen, die auch nach Erreichen der normalen Lebensdauer durch eine Generalüberholung über einen erheblichen Zeitraum voll funktionsfähig weiterbetreibbar sind.

Geräte, Apparate und Anlagen bestehen ja in der Regel aus einer Reihe von Bauteilen, die sich in drei Kategorien einteilen lassen, nämlich: den Teilen, die praktisch keinem Verschleiß unterliegen, die also so beschaffen oder geschützt sind, daß auch so gut wie kein natürlicher Verschleiß durch Korrosion oder dergleichen eintreten kann; den verschleißarmen Teilen, hauptsächlich statische Elemente, und den sogenannten Verschleißteilen, z.B. Lager, Übertragungsteile; flexible Verbindungsteile usw. Überwiegen in einer Anlage die praktisch verschleißfreien oder verschleißarmen Teile, so erscheint eine Überholung doch zweckmäßig. Die Kosten für die Überholung sollten jedoch auf keinen

Fall 50 % der Ersatzbeschaffung übersteigen, da in den meisten Fällen die mangelnde Modernität schon eine Wertminderung darstellt und die Ersatzteilbeschaffung um so schwieriger wird, je älter ein Gerät ist. Zu dieser Geräte- bzw. Anlagengruppe gehören Normalbetten, Stahlmöbel, Narkosegeräte, Inkubatoren usw. Dagegen sollten bei kurzlebigen Gütern mit vielen Verschleißteilen, die zudem noch häufig benutzt werden, die Ersatzbeschaffung im Vordergrund stehen. Das gilt vor allem für Fahrzeugbatterien, Haushaltsgeräte wie Kühlschränke, Waschmaschinen, Geschirrspüler, Radio- oder Fernsehgeräte u.ä.

In der Terminologie des KHG gehört die Grundinstandsetzung bezüglich der Finanzierung nicht zur Instandhaltung, denn nach der oben angesprochenen Abgrenzungsverordnung § 6, Absatz 1, Satz 3 sind Maßnahmen, die die durchschnittliche Nutzungsdauer eines Anlagegutes verlängern, oder dessen Leistungsfähigkeit oder Modernität erhöhen, nicht der Instandhaltung zuzuordnen und folglich auch nicht aus den entsprechenden Pauschalmitteln zu bestreiten.

Über die geschilderte Entscheidungshilfe, ob Überholung oder Ersatzbeschaffung hinaus lassen sich mit der beschriebenen Vermögensreparaturkartei noch andere wertvolle Erkenntnisse gewinnen. So werden fabrikat- oder gerätetypische Fehler sichtbar, was äußerst wertvolle Hinweise bei der Auswahl von Beschaffungen gibt. Außerdem läßt die Art und Häufigkeit der aufgetretenen Schäden Rückschlüsse auf die Qualifikation des Bedienungs-personals zu und gibt damit Hinweise, an welcher Stelle diesbezügliche Maßnahmen in Form von Unterweisung, Schulung oder Motivierung erforderlich sind. Ein Problem besonderer Art soll in diesem Zusammenhang nur angedeutet werden, nämlich, daß gerade das Bedienungspersonal häufig aus ungelernten oder angelernten Kräften besteht und in diesem Bereich eine hohe Fluktuation herrscht. Das erschwert die Arbeit ganz erheblich, da immer wieder neues Personal unterwiesen werden muß.

Das bisher Gesagte bezog sich im Wesentlichen auf die kurzfristigen Güter mit einer Lebensdauer bis zu 15 Jahren. Für die Wiederbeschaffung von mittelfristigen Anlagegütern, also technischen Anlagen, gelten die Bestimmungen des § 9 Absatz 3 des

Vermögens-Reparaturkonto

Artikel-Bezeichnung				Typ	Fabr.-Nr.	Baujahr	Kostenstelle		Standort		
Hersteller				Tel.		Lieferer				Tel.	
Instandhaltung durch				Wartungsfirma				Tel.		von bis	
Betriebsgewöhl. Nutzungsdauer											
Zul.-Nr.				Versicherung							
Anschaffungswert			Anschaffungsjahr			Gewährleistungs-termin		Vorwarn-grenze %		Reparatur-limit %	
						Reparaturkosten		Fortschreibung			
Lfd. Nr.	Rep.- Dat.	Auftr. Nr.	Rep. Art	Reparatur- bezeichnung	Werk- statt	Pers.- kosten	Sach- kosten	Pers.- kosten	Sach- kosten	Fremd- kosten	Gesamt- kosten

KHG. Aus der Tatsache, daß die dafür erforderlichen Mittel (Fördermittel) zwei Jahre vor Bedarf mit den erforderlichen Unterlagen (u.a. Bauplanungsunterlagen) bei der jeweiligen Landesregierung beantragt werden müssen, ergibt sich die Notwendigkeit einer längerfristigen Planung. Es würde sicherlich den Rahmen dieses Vortrages übersteigen, wollte man alle Kriterien aufzeigen, nach denen zwischen einer Instandhaltungsmaßnahme, einer Generalüberholung oder einer Ersatzbeschaffung bei mittel- oder langfristigen Anlagegütern zu entscheiden ist. Soviel sei abschließend bemerkt, daß in der Praxis allzu häufig den Instandhaltungsmaßnahmen der Vorzug gegeben werden muß, ganz einfach weil die vorhandenen bzw. verfügbaren Mittel oft mit den Erfordernissen nicht in Einklang zu bringen sind.

Ing. Manfred Kroll

Rudolf-Virchow-Krankenhaus

Krankenhausbetrieb von Berlin-Wedding

örtl. Bereich Reinickendorfer Straße 61

1000 Berlin 65

Rechtsvorschriften und Maßnahmen zur Instandhaltung
im Krankenhaus aus der Sicht der Unfallversicherungs-
träger

von E. Lange, Hannover

Bei Betriebsbegehungen und Beratungen durch Technische Aufsichtsbeamte in Krankenhäusern wird die Frage nach der Zuständigkeit in den Bereichen des Arbeitsschutzes und der Arbeitssicherheit immer wieder gestellt. Deshalb soll an dieser Stelle auf die Aufgabenverteilung von Gewerbeaufsichtsamtern, Unfallversicherungsträgern und Technischen Überwachungsvereinen näher eingegangen werden.

1. Rechtsvorschriften und Zuständigkeiten

Im gewerblichen Bereich ist die Abgrenzung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes problematisch, da hier die Gewerbeordnung in ihrem vollen Umfang anzuwenden ist. In diesem Bereich ist das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt neben dem gesetzlichen Unfallversicherungsträger für die Arbeitssicherheit in allen Bereichen zuständig. Die Abgrenzung der Zuständigkeiten von Gewerbeaufsichtsamt und Gemeindeunfallversicherungsträgern im öffentlichen Dienst ist etwas einfacher, da in diesem Bereich die Gewerbeordnung und die dazu erlassenen Rechtsverordnungen nur teilweise anzuwenden sind. D.h., das Gewerbeaufsichtsamt ist nur für ganz bestimmte Belange des Arbeitsschutzes zuständig, ansonsten nur der gesetzliche Unfallversicherungsträger, und dieser ist im öffentlichen Dienst der jeweilige Gemeinde-Unfallversicherungsverband. Bei den frei gemeinnützigen Krankenhäusern ist die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Hamburg, Schäferkampsallee 24 für den Arbeitsschutz zuständig. Die Aufgaben der Länder als Träger der gesetzlichen Unfallversicherung in den Landeskrankenhäusern werden im Regelfall von den Unfallversicherungsverbänden als Ausführungsbehörde wahrgenommen, so in Niedersachsen für die Landeskrankenhäuser der Gemeindeunfallversicherungsverband Hannover als Ausführungsbehörde.

Diese klare Abgrenzung im öffentlichen Dienst ist möglich, da sich dessen Betriebe zum größten Teil aus wirtschaftlichen Unternehmen und Betrieben, die weder als Gewerbebetrieb noch als Wirtschaftsbetrieb zu kennzeichnen sind, zusammensetzen. Lediglich staatliche und gemeindliche Brauereien, gemeindliche und städtische Sparkassen sowie gewerbliche Einliegerbetriebe in Justizvollzugsanstalten sind als Gewerbebetriebe im öffentlichen Dienst anzusprechen. Der Begriff Wirtschaftsbetrieb beschreibt ein Unternehmen mit wirtschaftlicher Zielsetzung. Ob ein Unternehmen wirtschaftlich ist oder nicht, ist nicht entscheidend für die Zuordnung. Allein entscheidend ist, daß er nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten geführt wird. Eine Unternehmung ist also dann ein Wirtschaftsbetrieb, wenn

- a. es einem wirtschaftlichen Zweck dient,
- b. es nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten geführt wird.

Diese Kriterien sind erfüllt, wenn die öffentliche Verwaltung oder gemeinnützige Einrichtung im Rahmen der Daseinsvorsorge Leistungen zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse übernehmen, deren Vornahme sie auch einem privaten Unternehmer überlassen könnten.

Zu den Wirtschaftsbetrieben im öffentlichen Dienst zählen somit auch die Krankenhäuser, Kliniken und Sanatorien.

Weder zu den Gewerbebetrieben noch zu den wirtschaftlichen Unternehmungen gehören:

1. wissenschaftliche Einrichtungen, wie Hochschulen, Fachhochschulen und dergleichen,
2. Schulen, Kindergärten, Kinderheime,
3. kulturelle Einrichtungen, wie Bibliotheken u. dgl.,
4. Einrichtungen zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben, wie Gesundheitsämter,
5. Verwaltungen,
6. Schwimmbäder.

In allen gewerblich betriebenen Unternehmungen des öffentlichen Dienstes ist das Gewerbeaufsichtsamt neben dem Gemeinde-Unfallversicherungsverband für die Belange der

Arbeitssicherheit in allen Bereichen voll zuständig.

In Wirtschaftsbetrieben und allen nicht gewerblichen Unternehmungen der öffentlichen Hand ist das Gewerbeaufsichtsamt nur zuständig für:

1. Überwachungsbedürftige Anlagen gemäß § 24 Gewerbeordnung, die in folgenden Verordnungen erfaßt sind:
Aufzugsverordnung vom 21. 3. 1972,
Verordnung über brennbare Flüssigkeiten vom 5. 6. 1970,
Dampfkesselverordnung vom 8. 9. 1965,
Druckgasverordnung vom 20. 6. 1968,
Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen vom 15. 8. 1963.
2. Überwachung von zum Arbeitsschutz erlassenen Gesetzen, wie Mutterschutzgesetz, Jugendarbeitsschutzgesetz.
3. Überwachung von Strahlenschutzgesetzen und Verordnungen:
Atomgesetz,
1. und 2. Strahlenschutzverordnung,
Röntgenverordnung,
4. Anlagen gemäß § 4 Bundesimmissionsschutzgesetz.
Für die nach § 4 Bundesimmissionsschutzgesetz genehmigungsbedürftigen Anlagen besteht die Zuständigkeit des Gewerbeaufsichtsamtes in allen Wirtschaftsbetrieben, in den Betrieben, die weder Gewerbe- noch Wirtschaftsbetriebe sind, nur dann, wenn die betreffenden Anlagen im besonderen Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen, wie Luftverunreinigungen oder Geräusche hervorzurufen. Die Aufgaben des innerbetrieblichen Arbeitsschutzes nimmt in diesen Betrieben allein der gesetzliche Unfallversicherungsträger, d.h., im öffentlichen Dienst der Gemeinde-Unfallversicherungsverband, wahr.

Im Bereich der Verordnungen über brennbare Flüssigkeiten übernimmt der Gemeinde-Unfallversicherungsverband die Überwachung, soweit es sich um bedingt freie Lagerung von brenn-

baren Flüssigkeiten gemäß § 7 VbF handelt.

Da die Arbeitsstättenverordnung mit den Richtlinien zur Arbeitsstättenverordnung im öffentlichen Dienst nicht gilt, werden die wichtigsten Inhalte der Arbeitsstättenverordnung für bauliche Einrichtungen und Sozialräume im öffentlichen Dienst durch die Unfallverhütungsvorschrift "Allgemeine Vorschriften" geregelt.

Eine Ausnahme für die Überwachungsfunktion von zum Arbeitsschutz erlassenen Gesetzen bildet das am 1. 12. 1974 in Kraft getretene Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit, kurz Arbeitssicherheitsgesetz genannt. In diesem Gesetz ist der öffentliche Dienst im besonderen angesprochen. § 16 lautet: "In Verwaltungen und Betrieben des Bundes, der Länder, der Gemeinde und der sonstigen Körperschaft, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts, ist ein den Grundsätzen dieses Gesetzes gleichwertiger arbeitsmedizinischer und sicherheitstechnischer Arbeitsschutz zu gewährleisten".

Die einzelnen Gemeinde-Unfallversicherungsverbände haben gemäß § 708 RVO in Verbindung mit § 769 RVO die Unfallverhütungsvorschrift "Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit" erlassen. Die Vorschriften die in dieser Unfallverhütungsvorschrift enthalten sind, entsprechen im Sinne des § 16 Arbeitssicherheitsgesetzes den Grundsätzen des Arbeitssicherheitsgesetzes. Die Aufsichts- und Überwachungsfunktion hinsichtlich des Arbeitssicherheitsgesetzes im Bereich des öffentlichen Dienstes liegt allein bei den Unfallversicherungsträgern der öffentlichen Hand, d.h., den Gemeindeunfallversicherungsträgern, weil § 16 Arbeitssicherheitsgesetz für die öffentliche Hand eine Sonderregelung geschaffen hat. Wenn im Vorangegangenen von der Überwachung der Anlagen nach § 24 Gewerbeordnung durch das Gewerbeaufsichtsamt die Rede war, so muß präzisierend dazu gesagt werden, daß sich das Gewerbeaufsichtsamt in diesen Fällen

des Technischen Sachverständigen (TÜV) bedient. Das gleiche gilt für technische Prüfungen durch Sachverständige, die in Unfallverhütungsvorschriften, z.B. Unfallverhütungsvorschrift "Druckbehälter" vorgeschrieben sind. Diese Prüfungen werden ebenfalls von Sachverständigen der Überwachungsvereine durchgeführt.

Wenn von Unfallverhütungsvorschriften gesprochen wird, dann muß erläutert werden, daß die Unfallverhütungsvorschriften autonome Rechtsnormen darstellen, d.h., sie sind für die versicherten Betriebe verbindlich und haben haftungsbegründende Wirkung. Nach § 708 RVO haben die Unfallversicherungsträger Unfallverhütungsvorschriften zu erlassen, die vom Bundesministerium für Arbeit und vom Sozialminister genehmigt und von der Vertreterversammlung beschlossen werden. Diese Vorschriften werden durch Durchführungsregeln, Richtlinien und Sicherheitsregeln ergänzt. Nach § 712 RVO haben die Unfallversicherungsträger durch Technische Aufsichtsbeamte die Durchführung der Unfallverhütungsvorschriften zu überwachen und die Mitglieder zu beraten. Die Besichtigungen werden zusammen mit Vertretern des Personalrates und den Sicherheitsbeauftragten durchgeführt.

Nach § 714 RVO bzw. für das Land Niedersachsen nach dem Runderlaß des Nieders. Sozialministers vom 26. 7. 1965 haben die Technischen Aufsichtsbeamten bei Gefahr im Verzuge sofort vollziehbare Anordnungen zur Beseitigung der Gefahr zu treffen.

Schließlich müssen noch die DIN, die VDI- und die VDE-Bestimmungen bei Instandhaltungsarbeiten als anerkannte Regeln der Technik beachtet werden. Nichtbeachtung von anerkannten Regeln der Technik kann ebenfalls Fahrlässigkeit begründen.

2. Maßnahmen für die Arbeitssicherheit bei Instandhaltungsarbeiten

Aus den verschiedenartigen Bereichen in Krankenanstalten, die für die Sicherheitstechnik bei Instandhaltungsarbeiten besonders beachtenswert sind, sollen zwei Gebiete behandelt werden, die bei Nichtbeachtung der geltenden Vorschriften zu schweren Unfällen Anlaß geben. Gemeint sind die Wartungs- und Überwachungsarbeiten an Belüftungsanlagen und Transportanlagen.

Beide Systeme sind mit einer Summe von elektrischen Antrieben versehen.

2.1 Elektrische Anlagen

Da die Unfälle, die durch den elektrischen Strom hervorgerufen werden, besonders schwerwiegende Folgen haben, sind bei Instandhaltungsarbeiten an elektrischen Anlagen die Auflagen aus der Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" sowie die Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, insbesondere VDE 0100 und 0105 in ihrer jeweils geltenden Fassung einzuhalten.

In § 7 der Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" sind die fünf goldenen Sicherheitsregeln für das Arbeiten an elektrischen Anlagen aufgeführt. Dieser Absatz lautet: "Vor Beginn der Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln ist der spannungsfreie Zustand durch den Verantwortlichen oder den von ihm Beauftragten wie folgt herzustellen und zu sichern:

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und Kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.

Die näheren Erläuterungen zu den fünf goldenen Sicherheitsregeln sind VDE 0105 zu entnehmen.

Die bei Arbeitsmaschinen notwendigen Not/Aus-Einrichtungen und Hauptschalter müssen den VDE-Bestimmungen O113 entsprechen.

2.2 Lüftungstechnische Anlagen

Durch die moderne Baukunst (Räume mit geschlossenen Außenflächen und künstlicher Be- und Entlüftung) sowie durch die Richtlinien für Errichtung und Betrieb von Lüftungstechnischen Anlagen für Räume mit hohen und besonders hohen Anforderungen an die Keimarmut in Krankenanstalten hat die Anzahl und der Umfang der Lüftungstechnischen Anlagen enorm zugenommen. Entsprechend ist der Umfang an Wartungs-, Überwachungs- und Prüfungsarbeiten an den Lüftungstechnischen Anlagen gestiegen.

Da die Belüftungsanlagen wegen der Summe der Aggregate, wie Gebläse, Filter, Wärme- und Kälteanlagen und Befeuchter, in die vorhandenen Räume sehr unübersichtlich eingebaut sind, ist es erforderlich, daß die elektrischen Antriebe von den Wartungspersonen, entsprechend VDE O105, vor Ort freigeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert werden. Das kann z.B. durch Not/Aus-Schalter nach VDE O113 oder sog. Reparaturschlüsselschalter geschehen. In jedem Fall ist dafür Sorge zu tragen, daß die Sicherung gegen Wiedereinschalten nach VDE O113 gewährleistet ist, z.B. verschließbarer Hauptschalter in Ausschaltung. Das Anbringen von zusätzlichen Warnschildern, wie Schild A nach DIN 40008, ist in jedem Falle zweckmäßig.

In Räumen mit Lüftungstechnischen Anlagen sind die Verkehrswege häufig sehr unfallträchtig. Stolperstellen, hervorstehende scharfe Kanten und Ecken, niedrige Durchgangshöhen sind oft anzutreffen.

Um diese Unfallgefahren von vornherein auszuschließen, ist es notwendig, daß diese Unfallquellen bereits bei der Bauplanung eliminiert werden. Wenn die Anlagen gebaut sind, kann man die Unfallquellen nur noch mit weniger erfolgsversprechenden Hilfsmitteln, wie Abpolsterungen, Überbrückungen und Benutzung von Schutzhelmen verringern.

2.3 Transportanlagen

Durch die Automatisierung des Transportsystems in den Krankenanstalten gelangt eine Summe von Behälterförderanlagen verschiedenster Fabrikate zum Einbau. Allen gemeinsam sind wieder die Summe der elektrischen Antriebe und die Unfallgefahren an den Übergabestationen.

In der Unfallverhütungsvorschrift "Stetigförderer" sind die Schutzmaßnahmen im einzelnen aufgeführt.

So müssen nach § 2 dieser Unfallverhütungsvorschrift an Bandförderern die Antriebs-, Umlenk- und Spannrollen so verdeckt sein, daß niemand in die Auflaufstellen geraten kann. Nach § 4 müssen Bandförderer für Stückgut eine Abschaltvorrichtung im Bereich der Aufgabe- und Abnahmestelle haben. Die Abschaltvorrichtung muß leicht erreichbar sein. Bei langen oder unübersichtlichen Bandförderern müssen Notschaltvorrichtungen, entsprechend VDE 0113 in ausreichender Anzahl vorhanden sein. Besteht bei ortsfesten Bandförderern die Gefahr, daß Personen durch herabfallendes Ladegut verletzt werden können, so müssen geeignete Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Bei Bedarf müssen nach § 7 dieser Unfallverhütungsvorschrift an ortsfesten Bandförderern sichere Übergänge vorhanden sein. Um Stolpergefahren auszuschließen, sind die Übergänge zweckmäßigerweise mit den Bandförderern niveaugleich zu gestalten:

Bei Wartungs- und Reparaturarbeiten ist entsprechend VDE 0105 und VDE 0113 zu gewährleisten, daß die elektrischen Antriebe durch Schlüsselschalter gegen Wiedereinschalten gesichert sind.

3. Sicherheit bei Instandsetzungsarbeiten

Nach DIN 31051 gehört zur Instandhaltung auch die Instandsetzung als Maßnahme zur Wiederherstellung des Sollzustandes.

Für die notwendigen Ausbesserungs- und Reparaturarbeiten müssen häufig Schweißgeräte eingesetzt werden.

Beim Autogenschweißen kommen zwei gefährliche Gase zum Einsatz. Sauerstoff kann bei Berührung mit Fett zur Selbstentzündung führen. Azetylen ist sehr druckempfindlich und damit sehr explosibel. Diesen Gefahren hat der Gesetzgeber Rechnung getragen und durch den Deutschen Azetylenausschuß (DACA) die technischen Regeln für Azetylenanlagen (TRAC) erarbeiten lassen. Die TRAC 208 "Azetyleneinzelflaschenanlagen", die im September 1975 durch den BMA veröffentlicht wurde und ab 1. März 1976 anzuwenden ist, gilt für Einzelflaschenanlagen, denen das Azetylen zum Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren entnommen wird.

Erstmalig fordert nun die TRAC 208 ab 1. Januar 1979 neben anderen Auflagen den Einbau von Rückschlagsicherungen in Azetyleneinzelflaschenanlagen, wenn die Azetylenflasche während der Gasentnahme nicht von der Bedienungsperson beaufsichtigt werden kann, also nicht im Blickfeld des Schweißers steht. Bei Reparaturarbeiten muß man die häufig unübersichtlichen Raumverhältnisse berücksichtigen, so daß der Schweißer die Flaschenanlage nicht beaufsichtigen kann.

Man muß sich darüber im klaren sein, daß bei derartigen Arbeiten fast immer mit Brandgefahr zu rechnen ist, insbesondere, wenn es sich um Räume handelt, die brand- oder explosionsgefährdet sind. Ursächlich ist häufig nicht die Schweißflamme selbst, sondern die von ihr ausgehende Wärmestrahlung und abspritzendes oder herabfallendes glühendes Metall. Solchen Gefahren kann nur durch vorausschauende Sicherheitsmaßnahmen vorgebeugt werden. Dazu gehören vor Beginn der Arbeiten u.a. die eingehende Besichtigung der Arbeitsstelle, die Beseitigung gelagerter entzündlicher Stoffe, das Einbringen feuerhemmender Abdeckungen sowie

das Bereithalten geeigneter Feuerlöscher. Als sehr zweckmäßig haben sich in der Praxis Flaschenkarren mit angebaute Feuerlöscher (PG 6 oder PG 12) bewährt.

Beim Elektroschweißen treten an die Stelle der Gasgefahren die möglichen Schädigungen durch den elektrischen Strom. Es müssen deshalb alle stromführenden Teile, einschließlich der Elektrodenzange, isoliert werden. Zusätzlich müssen die Schweißer Schutzmaßnahmen für Hände und Augen (Verblitzen) treffen. Schutzausrüstungen, wie Sicherheitshelm, Lederschürze und Sicherheitsschuhe, tragen zur Verringerung der Unfälle bei.

4. Schlußwort

Arbeitsunfälle bei Instandhaltungsarbeiten lassen sich am besten dann vermeiden, wenn bei Neubaumaßnahmen in Krankenhäusern die sicherheitstechnischen Erfordernisse bereits Berücksichtigung gefunden haben. Spätere Änderungen, die wegen der Erfüllung von sicherheitstechnischen Erfordernissen notwendig sind, sind meistens sehr kostspielig und mit vielerlei Ärgernissen verbunden.

Deshalb können durch die frühzeitige Hinzuziehung von Sicherheitsfachkräften bereits viele Unfallquellen im Entstehungsstadium beseitigt werden. Die Technischen Aufsichtsdienste der Unfallversicherungsträger stehen den beteiligten Stellen für Beratung und Information zur Verfügung.

5. Schrifttum

Schulz, N.: "Aufgaben und Zuständigkeiten der Gemeinde-Unfallversicherungsverbände und der Staatlichen Gewerbe-Aufsichtsämter auf dem Gebiet des Arbeitsschützes und der Unfallverhütung gemäß § 712 RVO und § 139 b Gewerbeordnung (GewO)" (unveröffentlicht)

Grothe, T.: "Neue Sicherheitsbestimmungen über das Gas-schweißen". Die Berufsgenossenschaft, Juli 76, S. 257

Unfallverhütungsvorschriften (GUV)

UVV "Allgemeine Vorschriften" (GUV 0.1)

UVV "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel". (GUV 2.10)

UVV "Stetigförderer" (GUV 4.11)

UVV "Schweißen, Schneiden und verwandte Arbeitsverfahren"
(GUV 3.8)

Azetyleneinzelflaschenanlagen (TRAC 208)

Bundesarbeitsblatt, Fachteil Arbeitsschutz 1975, Heft 9,
Seite 369

DIN Blätter:

DIN 31051

VDE - Bestimmungen:

VDE 0100

VDE 0105

VDE 0113

Oberbaurat

Dipl.-Ing. E. Lange

Am Mittelfelde 169

3000 Hannover 81

Rechtsvorschriften und Maßnahmen zur Instandhaltung im Krankenhaus aus der Sicht der Staatl. Gewerbeaufsicht

M. Tryzna, Hannover

1. Grundsätzliches

In Krankenhäusern überwacht die Gewerbeaufsicht im wesentlichen die Einhaltung von Spezialgesetzen, die sich auf Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb bestimmter Anlagen beziehen. Zu diesen Anlagen gehören die sogenannten Überwachungsbedürftigen Anlagen nach § 24 der Gewerbeordnung, Röntgenanlagen, radioaktive Stoffe sowie bestimmte Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Die nachfolgend angeführten Vorschriften haben in sofern erhebliche Bedeutung, als in ihnen geregelt wird, in welchem Umfang, durch welche Institutionen oder Personen und in welcher Weise die Instandhaltung - Wartung, Inspektion, Instandsetzung - durchzuführen ist bzw. durchgeführt werden darf.

Zunächst ist zu beachten, daß die Errichtung und der Betrieb sowie die wesentliche Änderung der genannten Anlagen einer Erlaubnis- bzw. Anzeigepflicht unterliegen kann. Darüber hinaus können erstmalige, regelmäßig wiederkehrende und außerordentliche Prüfungen vorgeschrieben sein. Derartige Prüfungen müssen von amtlichen oder amtlich anerkannten Sachverständigen vorgenommen werden (Überwachungsämter, TÜV). Wichtig ist, daß der Betreiber von Anlagen die vorgeschriebenen Prüfungen zu veranlassen hat. Wenn die Sachverständigen regelmäßig erscheinen, dann ist dies nur Kundendienst. Weiterhin sind Schadensfälle und Unfälle im Zusammenhang mit diesen Anlagen den Überwachungsorganisationen und der Gewerbeaufsicht unverzüglich anzuzeigen - dies nicht, um jemanden ggf. seiner gerechten Strafe zu überführen, sondern um Lehre aus den Vorfällen ziehen zu können.

Für einzelne Anlagen bestehen Bauartzulassungen. Eine solche Zulassung ersetzt in der Regel eine Erlaubnis, sie ist daher eine vorweggenommene Erlaubnis. Baumusterprüfungen entsprechen vorweggenommenen Teilprüfungen.

Es ist Aufgabe des Betreibers, eine Anlage in betriebssicherem Zustand zu erhalten und ordnungsgemäß zu betreiben.

2. Recht der Überwachungsbedürftigen Anlagen

Für Anlagen, die mit Rücksicht auf ihre Gefährlichkeit einer besonderen Überwachung bedürfen, sind zum Schutze Beschäftigter und Dritter aufgrund § 24 Gewerbeordnung zahlreiche Verordnungen erlassen worden. Wie bereits angeklungen ist, liegt der Schwerpunkt im Bereich der Überwachung, Inspektion, Prüfung dieser Anlagen.

2.1 Aufzugsverordnung

Aufzugsanlagen bedürfen aufgrund der Aufzugsverordnung vom 21.3.1972 einer Anzeige vor Errichtung an das Gewerbeaufsichtsamt und den Sachverständigen. Dieser prüft, ob die Anlage den einschlägigen Vorschriften entsprechen wird. Nach der Errichtung unterliegen die Aufzüge einer erstmaligen und dann regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen durch den TÜV.

Wenn nur Tragmittel für Lastaufnahmemittel und Gegengewichte ohne sonstige Änderung der Anlage durch gleichartige Tragmittel ausgewechselt werden, bedarf es keiner Anzeige oder Abnahmeprüfung. Dagegen sind dies erforderlich, wenn andere Teile ausgewechselt werden.

Weiterhin ist zu beachten, daß der Betreiber von Anlagen, in denen Personen befördert werden, einen Aufzugswärter zu bestellen hat. Dieser hat u.a. die Anlage zu beaufsichtigen, zu warten und dann einzugreifen, wenn Personen durch Betriebsstörungen im Fahrkorb eingeschlossen sind. Dies ist natürlich nur dann möglich, wenn der Aufzugswärter erreichbar ist, solange die Anlage betrieben wird.

Der Aufzugswärter muß mindestens 18 Jahre alt sein. Seine notwendigen Kenntnisse werden in der Regel bei Prüfungen durch den Sachverständigen überwacht.

2.2 Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen

Nach dieser Verordnung vom 15.8.1963 darf in solchen Räumen ein elektrisches Betriebsmittel nur in Betrieb genommen werden, wenn es der Bauart nach für seine Anforderungen zugelassen ist. Werden diese Betriebsmittel hinsichtlich eines Teils, von dem der Explosionsschutz abhängt, instandgesetzt, dürfen sie erst nach einer Prüfung durch den Sachverständigen in Betrieb genommen werden.

2.3 Verordnung über brennbare Flüssigkeiten

Diese Verordnung vom 5.6.1970 unterscheidet zwischen bedingt freier, anzeigebedürftiger und erlaubnisbedürftiger Lagerung. Die Abgrenzungen zwischen diesen Lagerarten ergeben sich aus den Tafeln 1 und 2 dieser Verordnung. Hier sind Höchstmengen festgelegt in Abhängigkeit vom Ort der Lagerung, Art (bruchsicher oder nicht) der Lagerung sowie Art der brennbaren Flüssigkeit (Gruppe und Klasse). Zu beachten ist, daß die zulässigen Lagermengen nicht überschritten werden.

Lüftungseinrichtungen sind ständig wirksam zu erhalten. Wird umgefüllt ist ggf. darauf zu achten, daß ein Potentialausgleich zwischen den Gefäßen hergestellt wird, um elektrostatische Entladungsfunken zu vermeiden.

Erlaubnisbedürftige Lager unterliegen erstmaligen und regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen. Darüber hinaus können Prüfungen nach Verordnungen über wassergefährdende Flüssigkeiten notwendig sein (Schutz des Grundwassers).

2.4 Dampfkesselverordnung

Die Verordnung vom 8.9.1975 definiert Hochdruck-, Niederdruck- und Kleindampfkessel. Hochdruckdampfkessel, ausgenommen Kleindampfkessel müssen von Kesselwärter~~er~~beaufsichtigt werden. Sie müssen mindestens 18 Jahre alt sein und müssen die für den Betrieb der Anlage erforderliche Sachkunde nachgewiesen haben.

Die Sachkunde wird durch erfolgreiche Teilnahme an einem Kesselwärterlehrgang, der von den Sachverständigen abgehalten wird, erworben.

Soll an einer Dampfkesselanlage eine Instandsetzungsarbeit, insbesondere eine Schweißarbeit vorgenommen werden, durch die die Sicherheit beeinträchtigt werden kann, hat der Betreiber dies dem Sachverständigen mitzuteilen. Ggf. wird daraufhin eine außerordentliche Prüfung durch das Gewerbeaufsichtsamt angeordnet. Eigenmächtige Reparaturen, insbesondere das Verstellen von Sicherheitseinrichtungen, ist verboten.

Dampfkesselanlagen unterliegen der Pflicht einer erstmaligen Prüfung, Hochdruckdampfkesselanlagen, ausgenommen Kleindampfkesselanlagen, zusätzlich regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen.

3. Strahlenschutzrecht

Von besonderer Bedeutung wegen der Gefährdungsmöglichkeit Beschäftigter und Dritter besitzen Strahlen von Röntgenanlagen oder radioaktiven Stoffen. Die Gefährdung ist deshalb besonders groß, weil kein menschliches Organ derartige Strahlen wahrnehmen kann. Um so wichtiger sind daher Maßnahmen zum Schutz gegen Strahlung.

3.1 Röntgenverordnung

Die Röntgenverordnung vom 1.3.1973 begründet die Erlaubnispflicht von Röntgenanlagen. Eine solche ist nicht erforderlich, wenn eine Bauartzulassung vorliegt. Auch wesentliche Änderungen (das sind Änderungen, die den Strahlenschutz beeinflussen können - Nr. 10 der 1. Bek.d.BMA vom 2.1.74 -) bedürfen der Genehmigung. Vor Errichtung derartiger Anlagen ist in der Regel ein Strahlenschutzplan zu entwerfen und durchzuführen, um nicht Unbeteiligte Strahlen auszusetzen. Es soll vorgekommen sein, daß z.B. Wartende an einer Bushaltestelle unkontrolliert bestrahlt wurden.

Daher dürfen Änderungen, die den Strahlenschutz beeinflussen

können - hierzu gehört auch die Änderung des Aufstellungsortes - nicht eigenmächtig ausgeführt werden.

Die gewerbsmäßige Wartung und Instandhaltung ist nur Personen zugestanden, die zuverlässig sind und die notwendige Fachkunde besitzen.

Im übrigen haben Strahlenschutzverantwortliche die Aufsicht über Röntgenanlagen auszuüben. Diese sind vom Betreiber in ausreichender Zahl zu bestellen. Diese Verantwortlichen müssen eine Fachkunde nachweisen, die im Rahmen eines Studiums oder eines Lehrgangs erworben werden kann. Wesentlich für den Bereich der Therapie ist, daß mindestens alle 6 Monate die Dosisleistung im Nutzstrahl unter den üblichen Bedingungen zu messen und aufzuzeichnen ist.

Soll eine Röntgenanlage aufgrund einer Bauartzulassung ohne Genehmigung betrieben werden, muß u.a. zuvor eine Prüfung durch einen Sachverständigen vorgenommen worden sein.

3.2 Strahlenschutzverordnung

Mit Datum vom 13. Oktober 1976 ist eine neue Strahlenschutzverordnung erlassen worden, die am 1.4.1977 in Kraft trat. Hiernach bedarf der Umgang mit radioaktiven Stoffen oberhalb der in der Anlage zur Verordnung festgelegten Freigrenzen der Genehmigung. Unnötige Strahlenexposition und Kontaminationen von Personen und Sachgütern oder der Umwelt sind zu vermeiden. Die Beaufsichtigung des Umganges obliegt Strahlenschutzverantwortlichen bzw. den -beauftragten. Sie haben u.a. zu beachten, daß umschlossene radioaktive Stoffe in regelmäßigen, von der Behörde bestimmten Abständen auf Dichtheit überprüft werden und daß beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen Arbeitsplätze täglich nach Arbeitsschluß und Einrichtungen, die häufiger berührt werden, mindestens alle 4 Wochen, auf Kontaminationen überprüft werden.

Da die von radioaktiven Stoffen ausgehende Strahlung nicht wie bei Röntgenanlagen abgeschaltet werden kann, besteht

immer die Gefahr einer ungewollten Bestrahlung. Daher muß der Strahlenschutzverantwortliche bei Arbeiten mit oder in der Nähe von radioaktiven Stoffen entscheiden, ob der Strahler entfernt werden kann oder ob er eine zusätzliche Abschirmung erhalten muß.

Strahlenschutzbeauftragte und ggf. -verantwortliche müssen Fachkunde nachgewiesen haben. Für sie gilt das zur Röntgenverordnung Gesagte in gleicher Weise.

4. Bundes-Immissionsschutzgesetz

Das Gesetz vom 15.3.1974 verpflichtet als Grundsatz die Betreiber von Anlagen - seien diese besonders genehmigungspflichtig oder nicht - sie so einzurichten und zu betreiben, daß schädliche Umwelteinwirkungen vermieden bzw. auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Dieses Maß ist in Richtlinien und Verwaltungsanweisungen sowie Durchführungsverordnungen festgelegt.

4.1 Vorschriften für Feuerungsanlagen

Feuerungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe mit einer Gesamtwärmeleistung von mehr als 4 GJ/h bedürfen einer Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. In der Genehmigung wird festgelegt, in welcher Weise die Anlage zu betreiben ist und welche Emissionen nicht überschritten werden dürfen. Ggf. wird eine Abnahmeprüfung verlangt werden, im übrigen können außerordentliche Prüfungen angeordnet werden. Es besteht die Möglichkeit, schreibende Meßgeräte zur Überwachung der Emissionen, anzuordnen. Diese Geräte bedürfen einer besonderen Wartung.

Feuerungsanlagen mit geringerer Wärmeleistung werden von der Verordnung über Feuerungsanlagen (1. VO zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) erfaßt. Erstmalige und regelmäßig wiederkehrende Prüfungen sind hiernach von Bezirksschornsteinfegermeistern durchzuführen zu lassen.

Abgesehen davon, daß eine ordnungsgemäße Feuerungsführung dem Umweltschutz dient, führt sie auch zu einer optimalen Verbrennung und Senkung der Heizungskosten. Auch aus diesem Grunde lohnt sich eine ordnungsgemäße Wartung dieser Anlagen.

4.2 Müllverbrennungsanlagen

Müllverbrennungsanlagen unterliegen zusätzlich dem Abfallbeseitigungsgesetz. Die Errichtung und der Betrieb bedarf einer Zulassung nach diesem Gesetz. In der Regel wird für derartige Anlagen eine Abnahmeprüfung verlangt. Für diese Anlagen können Einrichtungen zur Begrenzung von Emissionen oder deren Überwachung mit schreibenden Geräten erforderlich sein. Bei entsprechenden Meßgeräten wird in der Regel angeordnet, daß Wartungsverträge mit den Lieferanten abgeschlossen werden und der Einbau und die Kalibrierung dieser Geräte unter Mitwirkung eines Sachverständigen zu erfolgen hat.

5. Schlußbemerkung

Ich habe anhand gesetzlicher Bestimmungen grob dargelegt, in welchem Umfang eine Wartung und Prüfung von Anlagen erfolgen soll. Es bleibt darauf hinzuweisen, daß erfahrungsgemäß dann eine Wartung und Prüfung mangelhaft erfolgen kann, wenn die entsprechenden Plätze schwer erreichbar sind. Daher sollte bereits bei der Planung solcher Anlagen darauf geachtet werden, daß die entscheidende Plätze leicht und unfallsicher zugänglich sind.

Dipl.-Ing. Tryzna
im Staatl. Gewerbeaufsichtsamt Hannover
Deisterstraße 17 A
3000 Hannover 91

Planung einer zustandsabhängigen Instandhaltung an der Medizinischen Hochschule Hannover

R: Kerl, Hannover

1. Einleitung

Bereits anlässlich der 1. Fachtagung Krankenhaustechnik an der Medizinischen Hochschule Hannover im Jahre 1974 wurde ein Ansatz für ein Instandhaltungs-Informationssystem, wie es inzwischen an der MHH erprobt wird, vorgestellt. In der Zwischenzeit sind von uns erhebliche Anstrengungen unternommen worden, dieses System zu vervollständigen (6,7,8).

So wurde nicht nur die hierfür notwendige Software, wie wir im folgenden hören werden, auch für den ungeübten Benutzer komfortabel ausgebaut, sondern auch bereits für zwei unterschiedliche Anlagentypen parallel zu dem bestehenden manuellen System getestet, um so möglichst alle praktischen Erfahrungen einfließen zu lassen.

Drei Philosophien können bei der Instandhaltung von Anlagen unterschieden werden (2,9,10)

- die Abwarte-Strategie (Krisen-Strategie)
- die Vorbeuge-Strategie
- die Zustand-Strategie.

Im folgenden soll auf diese drei Strategien unter besonderer Berücksichtigung der letzteren eingegangen werden. Hierbei werden Begriffe und Definitionen verwendet, die vorher bereits abgehandelt wurden und in der DIN 31051 (3) festgelegt sind. Maßgebend für den einen oder anderen Strategientyp ist der Zeitpunkt t_0 , bei dem eine Abweichung oder Unterbrechung stattfindet oder zu erwarten ist. Dieser Zeitpunkt t_0 ist anhand des Anlagenlebens zu bestimmen und entscheidend dafür, ob Maßnahmen vor oder nach dem Zeitpunkt t_0 durchgeführt werden sollen.

2. Abwarte-Strategie

Abwarte-Strategie heißt Abweichungen und Unterbrechungen abwarten. Erklärt man an der in Bild 1 dargestellten Zeitachse diese Vorgehensweise, so beginnt die wesentliche Instandhaltung mit dem Zeitpunkt t_0 . Tritt dann eine Abweichung oder Unterbrechung auf, so muß diese korrigiert werden. Dieses Ergebnis ist wegen der abwartenden Vorgehensweise mit oder auch ohne Kenntnis seines möglichen, zeitlich unbestimmten Eintritts per Definition nicht mit außergewöhnlichen Maßnahmen verhindert worden.

2.1. Information, Instandhaltung und Bereitschaftsdienst vor dem Zeitpunkt t_0 .

Bei diesem Vorgehen ist es unerlässlich, sich Informationen über die Anlage zu verschaffen, die vorausschauend dieses Abwarten legitimieren. Dazu benötigt man Informationen über:

- Funktionszweck der Betrachtungseinheit (BE)
- Sicherheit für Bediener, Bedientem und Umwelt
- erforderliche Betriebszuverlässigkeit und tolerable Ausfalldauer
- Abweichungs- und Unterbrechungsquellen
- behelfsweisem Ersatz und Wiederbeschaffungszeit.

Obwohl im Sinne der verfolgten Strategie vor dem Zeitpunkt t_0 nicht instandgehalten werden soll, müssen trotzdem ein Minimum an Instandhaltungsmaßnahmen, abhängig von der Lebensdauer, bzw. dem Ersatz und Verschleiß von Hilfsstoffen, nämlich Wartungsdienste, durchgeführt werden.

Weiterhin ist die Organisation von Bereitschaftsdiensten unerlässlich, sowohl im eigenen Bereich als auch unter Ausschöpfung außenstehender Systeme, wie Feuerwehr usw. (Bild 1). Abwarten bedeutet also nicht, daß bis zum Zeitpunkt t_0 die Hände in den Schoß gelegt werden können, und davor keine Instandhaltungskosten

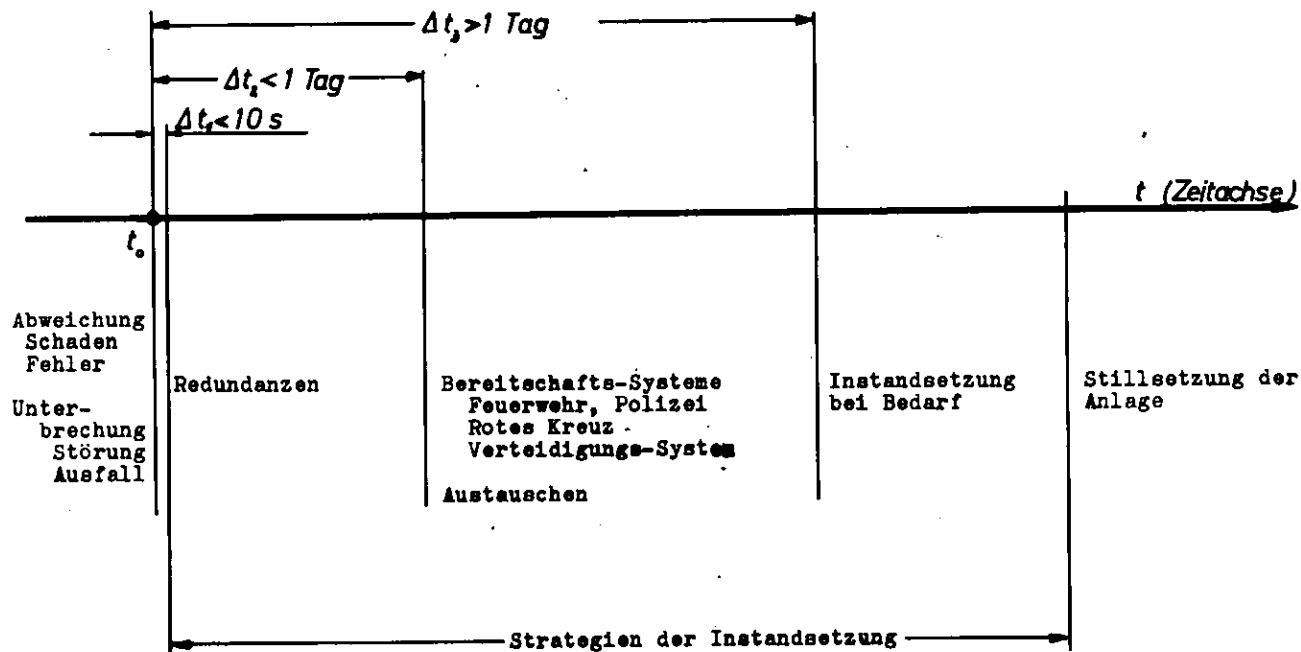


BILD 1 Abweichung und Unterbrechung abwarten (Abwarte-Strategie)

entstehen.

2.2. Instandhaltung nach dem Zeitpunkt t_0

Instandhaltungsarbeiten, die nach dem in 2. definierten Zeitpunkt t_0 bei Anfall vorgenommen werden müssen, sind eindeutig Instandsetzungsarbeiten.

3. Vorbeuge-Strategie

Vorbeuge-Strategie heißt Abweichung und Unterbrechung vorbeugen. Aus Bild 2 ist ersichtlich, daß dieses Vorgehen auf den Zeitraum bis zu dem Zeitpunkt t_0 beschränkt ist. Das Ereignis, geringstenfalls Abweichung, schlimmstenfalls Schaden zu diesem Zeitpunkt darf daher im Sinne der Strategie nicht eintreten.

3.1. Informationen, Instandhaltung und Bereitschaftsdienst vor dem Zeitpunkt t_0

Es bedarf auch hier der unter 2.1. aufgeführten Informationen. Zusätzlich muß jedoch der Zeitpunkt t_0 vorhergesagt werden. Nur eine Vorhersage ermöglicht ein Vorbeugen im Zeitpunkt t_0 des Ereignisses. So entstehen keine Folgeschäden und die damit verbundenen Kosten.

Zur Instandhaltung vor diesem Zeitpunkt gehören definitionsgemäß Wartung und Inspektion, die vor dem Zeitpunkt vorgenommen werden (Bild 2). Entscheidend bei diesem Vorbeugen ist der Austausch von BE, bei denen keine Sollabweichung feststellbar war und die "noch funktionierten". Trotzdem kann die Annahme, eine Abweichung oder eine Unterbrechung könne nicht eintreten und mache Bereitschaftsdienste überflüssig, verheerende Folgen haben. Denn vorbeugend instandgesetzt wird dort nur sinnvoll, wo der zu erwartende Folgeschaden größer als der entgangene Nutzen für das ausgetauschte, jedoch noch funktionstüchtige Teil ist. Da aber eine reale Wahrscheinlichkeit für den Eintritt einer Abweichung oder Unterbrechung immer ge-

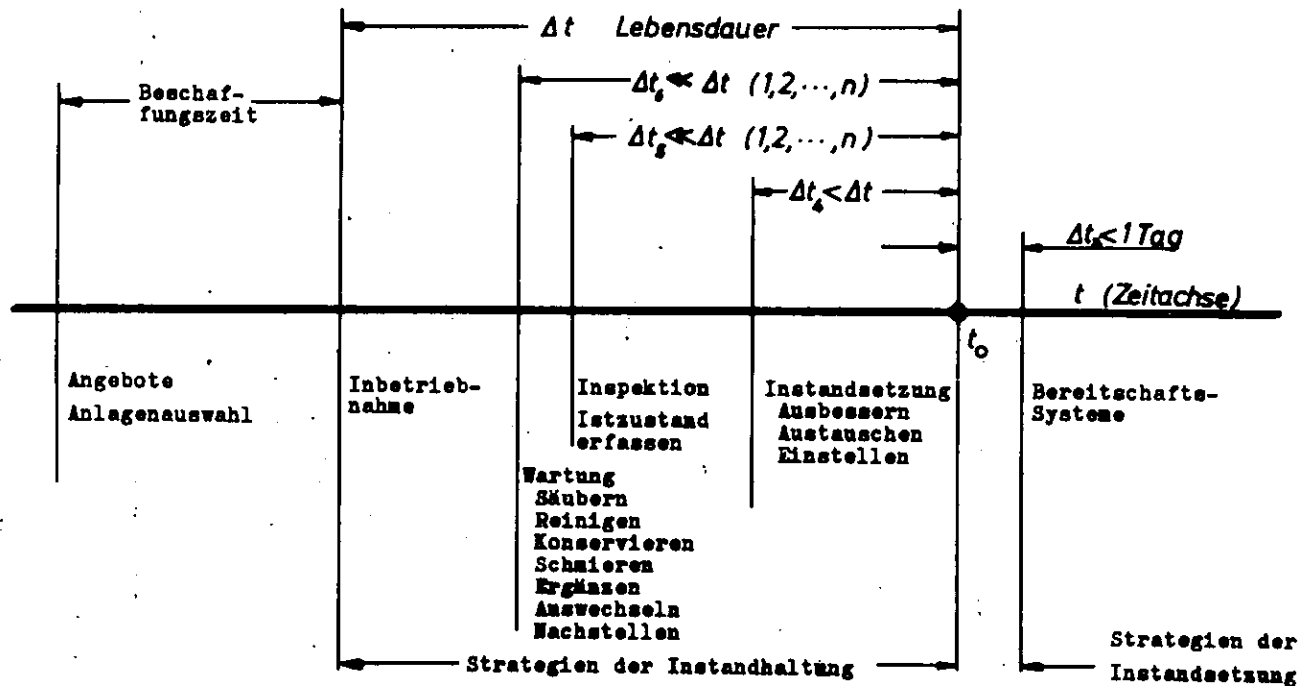


BILD 2 Abweichung und Unterbrechung vorbeugen (Vorbeuge-Strategie)

geben ist, muß für diesen Fall ein Bereitschaftsdienst vorhanden sein, weil entweder Folgeschäden und/oder vitale Bedrohungen auftreten können.

3.2. Instandhaltung nach dem Zeitpunkt t_0

Hierunter fallen alle Arbeiten zur Beseitigung von Abweichungen bis zu Schäden, die trotz Vorbeugen eingetreten sind. Da aber für diesen Fall gemäß 3.1. Bereitschaftsdienste auch vorbeugend bereitstehen, werden die Folgeschäden klein gehalten. Die Instandhaltung nach diesem Zeitpunkt t_0 sind Instandsetzungen. Problematisch ist hier die Zuordnung zwischen " eingetretenem " und " vorgebeugtem " Ergebnis. Nachfolgende Untersuchungen sollen hierüber Klarheit schaffen.

4. Zustand-Strategie

Zustand-Strategie heißt flexibel instandhalten. Aus den bisher gemachten Ausführungen wird folgendes deutlich:

- Informationen zur Instandhaltung fallen zwangsläufig an, werden zur Erfahrung und bestimmen die Vorgehensweise in der Zukunft;
- Abweichungen bis Schäden können nicht ausgeschlossen werden;
- Bereitschaftsdienste sind immer vorhanden, und können nach ihrer Einsatzgeschwindigkeit entsprechend unterschiedlich eingesetzt werden.

Die Entscheidung für eine Vorgehensweise kann nur fallen durch die Beantwortung der Frage:

" Was passiert, wenn die Anlage ausfällt? "

Vergleichen wir drei typengleiche Klimaanlage an verschiedenen Einsatzpunkten (Bild 3):

Nr. 1 für einen Vorlesungssaal,

Nr. 2 für einen Computerraum,

Nr. 3 für einen Operationssaal,

und unterscheiden wir bei der Beantwortung der Frage,

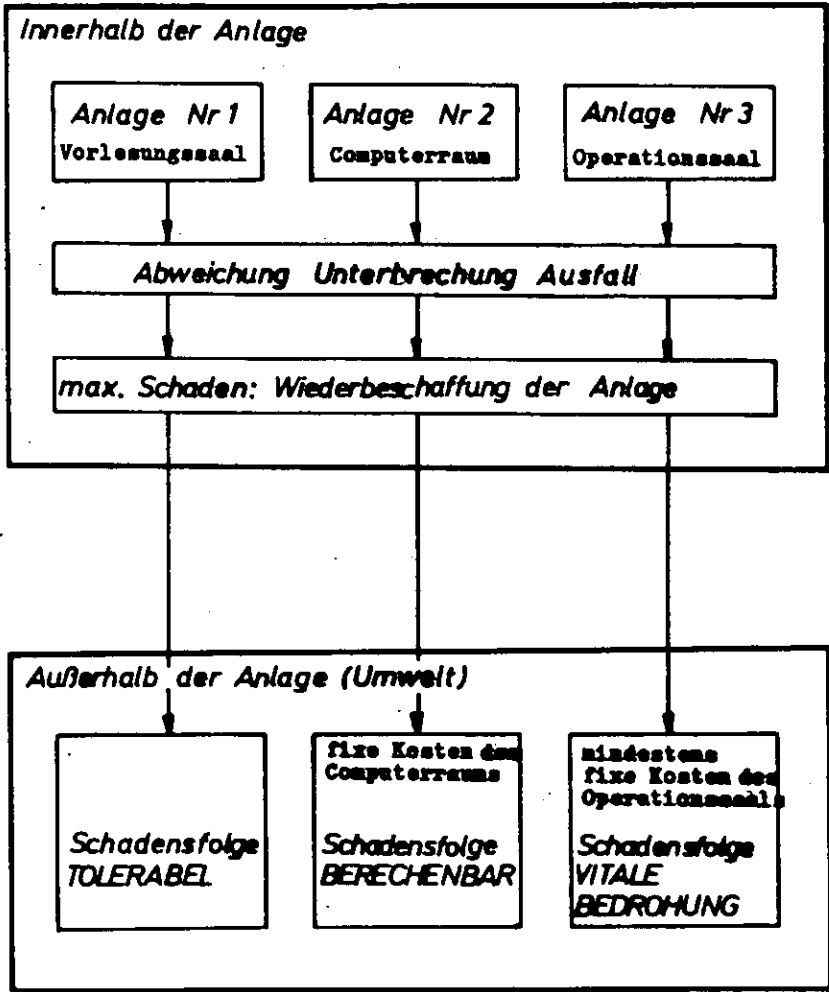


BILD3 Schadensfolgen innerhalb und außerhalb von Anlagen
Beispiel Klimanlagen

" was passiert, wenn....", nach den zwei Kriterien:
Folgeschaden innerhalb der Anlage und
Folgeschaden außerhalb der Anlage,
so kommen wir zu folgenden Antworten:

Das erste Kriterium wird bei allen drei Anlagen zur gleichen Antwort führen, denn die gleiche Abweichung führt zum gleichen Folgeschaden. Das zweite Kriterium führt zu unterschiedlichen Folgen, nämlich bei Anlage Nr. 1 kann die Vorlesung fortgeführt werden. Im Winter heißt das schlimmstenfalls, den Mantel anziehen, und im Sommer, die Fenster öffnen.

Bei Anlage Nr. 2 werden die Computer oder die sogenannte "Hardware" nicht mehr richtig arbeiten können und müssen vorsorglich abgeschaltet werden. Der Folgeschaden besteht mindestens aus den fixen Kosten dieses Teilbetriebes.

Bei Anlage Nr. 3 muß der Operationssaal geschlossen werden. Es entstehen dann wieder mindestens die fixen Kosten. Bis zum Schließen des Operationssaales besteht jedoch Infektionsgefahr für den Patienten (vitale Bedrohung).

Im Bild 3 erscheint aufgrund der Schadensfolge nur bei der Anlage Nr. 2 und Nr. 3 Vorbeugen im Sinne von Instandsetzung vor dem Zeitpunkt t_0 sinnvoll. Da bei der Anlage Nr. 1 der Folgeschaden tolerabel ist, kann nur die Frage nach dem entgangenen Nutzwert nach folgendem Kriterium gestellt werden:

$$\left. \begin{array}{l} K_A \cdot Z_F \cdot t_4 + K_V \\ \end{array} \right\} > K_S \text{ folgt abwarten !} \\ \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} < K_S \text{ folgt vorbeugen !}$$

K_A = Anlagenkosten für die neue, minus Restwert der alten Anlage

Z_F = Zinsfaktor

t_4 = entfallene Nutzungszeit (Bild 2)

K_V = Kostenvorteile durch Planung der Instandsetzung, z.B. außerhalb der Produktionszeit - einfacheres Instandsetzen der intakten Anlage -

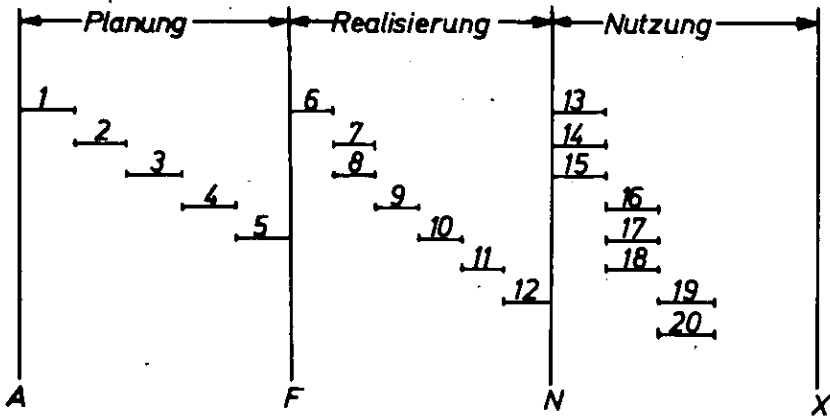
K_S = Schadensfolgekosten

Bei allen drei Anlagen ist die Bestimmung der Zeitdifferenz t_4 (1) schwierig. Diese Zeitdifferenz kann erst nach der Prognose der Lebensdauer t_0 bestimmt werden, die sich auf Erfahrungen mit dieser oder gleichartigen Anlagen stützt (Bild 2).

Nach dem Abschätzen der Folgeschäden innerhalb und außerhalb einer Anlage ist vor der Ermittlung von t_4 die Frage zu beantworten: "Wodurch kann eine Unterbrechung hervorgerufen werden?". Unterbrechungen können entstehen entweder durch Bauelemente, die von der Konstruktion her Verschleißteile sind oder durch solche, die unmittelbar zum Ausfall der Anlage führen. Praktisch können diese Probleme nur wie folgt mittels des Istzustandes gelöst werden:

- 4.1. Informationen während des Anlagenlebens
- 4.1.1. Datenquellen und -erfassung

Grundbedingung für die Auswahl einer Instandhaltungsstrategie ist die Bestätigung der Prognose aufgrund des tatsächlichen Anlagenlebens. Dreger (4) beschreibt den Lebenslauf eines Projekts, wie in Bild 4 dargestellt. Hieraus geht hervor, daß Informationen über Anlagen bestehen müssen, bevor diese genutzt werden. Für die Wahl einer Anlage aus ihrer Artgruppe müssen diese Informationen gesammelt werden. Der in diesem frühen Stadium erstellte Aspektkatalog wird während des Lebens der Anlage für ihre Bewertung wiederholt Verwendung finden, insbesondere bei der Fragestellung "Instandsetzen oder außer Betrieb nehmen?", und muß fortgeschrieben werden. Hierfür ist eine übersichtliche Tabelle hilfreich (Bild 5), die eine Zuordnung der Bewertungsaspekte und ihrer Wichtung enthält. Schwierigkeiten beim Erstellen der Bewertungstabelle entstehen in der Praxis durch langwieriges Suchen und Erfassen der Daten selbst.



1. Durchführbarkeits-Studie(feasibility studie)
2. System-Analyse
3. Konzept-Entwicklung
4. System-Definition
5. Entwurf, Entwicklung
6. Konstruktion
7. parallel Prototyp
8. parallel Simulationen
9. Prototyp qualifizieren
10. Konstruktion modifizieren
11. Realisierung des Gesamt-Systems
12. Qualifikation des Gesamt-Systems
13. Modifikationen
14. parallel Anlauf
15. Parallel-Betrieb
16. parallel Normal-Betrieb, Instandhaltung
17. konstruktive Verbesserung
18. Lebensdauer-Optimierung
19. parallel Ende der Degeneration
20. parallel Anlauf des Nachfolge-Systems

BILD 4 nach Dreger
Typische Phasen eines Projekts

			A ₁		A ₂		A ₃		... A _k		
Aspekt (A)	A ₀	AW ₀	P _{0,1}	AB _{0,1}	P _{0,2}	AB _{0,2}	P _{0,3}	AB _{0,3}		P _{0,k}	AB _{0,k}
Preis	A ₁	AW ₁	P _{1,1}	AB _{1,1}	P _{1,2}	AB _{1,2}	P _{1,3}	AB _{1,3}			
Bedienungspersonal	A ₂	AW ₂	P _{2,1}	AB _{2,1}	P _{2,2}	AB _{2,2}	P _{2,3}	AB _{2,3}			
Zuverlässigkeit	A ₃	AW ₃	P _{3,1}	AB _{3,1}	P _{3,2}	AB _{3,2}	P _{3,3}	AB _{3,3}			
Energieverbrauch	A ₄	AW ₄	P _{4,1}	AB _{4,1}	P _{4,2}	AB _{4,2}	P _{4,3}	AB _{4,3}			
Garantie											
Platzbedarf											
Technik											
Kundendienst											
Instandhaltung											
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
	A ₁	AW ₁	P _{1,1}	AB _{1,1}	P _{1,2}	AB _{1,2}	P _{1,3}	AB _{1,3}		P _{1,k}	AB _{1,k}

A_k = Anlagen
 A_i = Aspekte
 AW_i = Wichtigkeit (der Aspekte (AW)) in % $\sum_{i=1}^n AW_i = 100\%$
 $AB_{1,k}$ = Aspektbewertung (AB) $AB_{1,k} = AW_1 \cdot P_k$
 $P_{1,k}$ = Punkte (P) je Aspekt der Anlage = $100\% \frac{P_k}{\sum_{k=1}^n P_k}$

BILD 5 BEWERTUNGSTABELLE

Im Bild 6 sind unter dem Lebenslauf einer BE ihre Stationen - Beschaffung, Betrieb und Außerbetriebnahme - aus der Sicht der Nutzung dargestellt. Diesen Stationen sind die entsprechenden Organisationen als Fachgruppen zugeordnet. Ohne hier auf die Vielfältigkeit der Datenträgerformen einzugehen, bestehen diese aus:

Funktionsbeschreibung, Prospekt, Zeitung, Ausstellung, Veröffentlichung, Vorschriften;

Bestellschein, Rechnung, Typenschild, Materialschein, Protokoll, Schadensmeldung.

Eine geschickte organisatorische Steuerung ermöglicht den Fluß dieser Datenträger in die Instandhaltung und weiteren interessierten Fachgruppen, von denen Analysen, Voranschläge, Checklisten, Kalkulationen und Statistiken für vorzunehmende Entscheidungen erarbeitet werden können.

4.1.2. Anlagenhistorie und -zustand

Das Anlagenleben wurde mehrfach erwähnt. Der bekannte Begriff "Lebensdauer" bezieht sich nur auf die Zeitdauer des Lebens einer Betrachtungseinheit (BE). Aus Bild 6 wird deutlich, daß hierzu alles gehört, was die BE beschreibt, mit ihr geschehen ist und an ihr vorgenommen wurde. Für den Instandhaltenden beginnt der Lebenslauf mit der Beschaffung. Die Phasen davor, die im Bild 4 unter Planung und Realisierung beschrieben wurden, mögen für den Instandhalter interessant sein, fallen aber, oft gerade im Krankenhaus, außerhalb seines Kompetenzbereichs, bzw. sind für ihn nicht zu erhalten. Bedenklich ist hier, daß der Informationskreislauf "Schadensanalyse-Neukonstruktion" (Bild 7) kaum realisierbar ist, weil er aus getrennten Personengruppen besteht.

Die Aufzeichnung dieses Lebenslaufs ergibt die Historie. Diese können mit manuellen Informationssystemen, wie sie vielfach von Grothus (5) beschrieben wurden oder auch

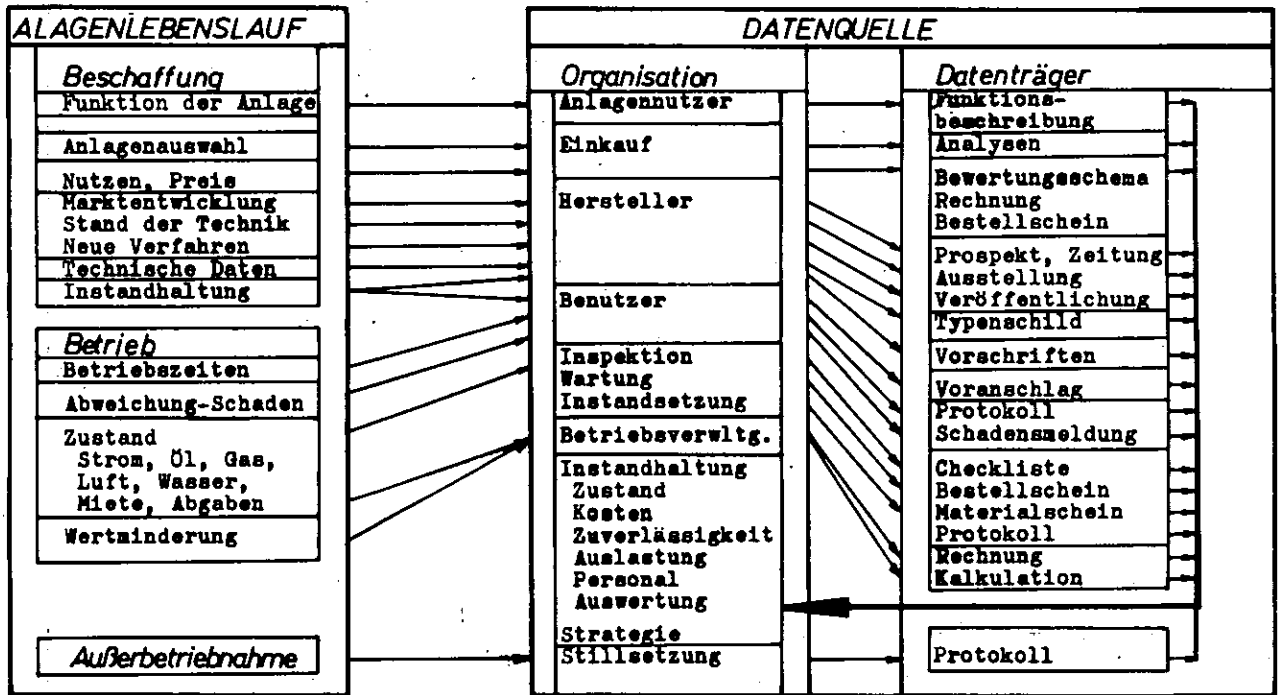


BILD 6 Datenquellen und -erfassung

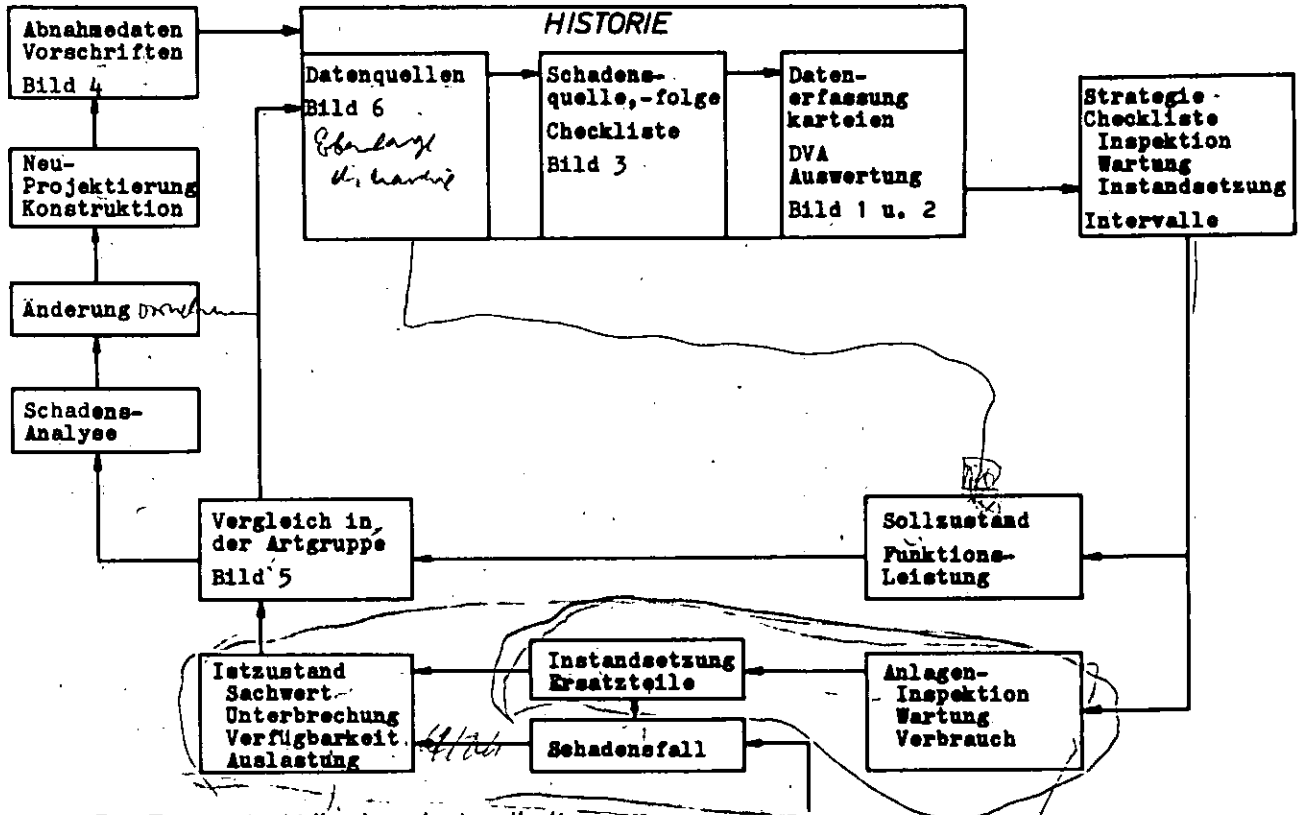


BILD 7 Zustandsabhängige Instandhaltung

mit Hilfe der EDV aufgezeichnet werden (7).

Die Momentaufnahme zu einem beliebigen Zeitpunkt innerhalb der Lebensdauer ergibt den Istzustand als Integral der Historie einer BE.

Allein dieser Istzustand ist das Maß für alle Vorgehensweisen. Hieraus geht die zustandsabhängige Instandhaltung (ZAIH) hervor. Aus Bild 7 wird deutlich, daß der Vergleich zwischen Sollzustand und Istzustand einer BE sowie Vergleiche mit anderen BE'en in einem Kreislauf wiederholt vorgenommen werden müssen.

4.2. Instandhaltung während des Lebenslaufs

4.2.1. Festlegung der Instandhaltungsarbeiten

Nach der Beschaffung einer Anlage wird ein Katalog der auszuführenden Instandhaltungsarbeiten angefertigt. Eine sorgfältige Aufzeichnung des Lebenslaufs korrigiert, erweitert oder verringert unter Umständen die Arbeiten flexibel.

4.2.2. Ermittlung der Instandhaltungs-Intervalle

An den örtlich bekannten Reibstellen kann der Istzustand entsprechend dem Verschleiß aus Lebensdaueruntersuchungen (11) geschätzt werden. Ausgehend von diesen Annahmen können die Intervalle für Instandhaltungsarbeiten vorgegeben werden, wobei die Untersuchungsergebnisse entsprechend Bild 3, Anlage Nr. 2, als Randbedingung betriebswirtschaftlicher Gesetze, bzw. Berechnungen beachtet werden müssen. Sind entsprechend Anlage Nr. 3 vitale Bedrohungen zu erwarten, wird der zu erwartende Verschleiß zur nebensächlichen Randbedingung. Das Risiko nicht berechenbarer Schadensfolgen diktiert Intervalle für Instandhaltungsarbeiten, die nichtbetriebswirtschaftlichen Gesetzen unterliegen dürfen. Die Abweichungs- und Unterbrechungsstatistik muß hier für die festzusetzenden Intervalle absolutes Maß sein.

5. Einsatzmöglichkeiten der Zustand-Strategie

Die nach Bild 3 erforderlichen Untersuchungen gehören zum Zustand einer BE, d.h. die Forderungen nach einer zustandsabhängigen Instandhaltung ist generell erforderlich. Hierbei ist besonders zu beachten, daß sich während des Lebenslaufs einer BE ihre Zuordnung zur Schadensfolge

- a) tolerabel, d.h. abwarten,
- b) berechenbar, d.h. vorbeugen,
- c) vitale Bedrohung, d.h. flexibel sein,

verschieben kann. Aus der Praxis kann sich die Annahme der Zugehörigkeit zu a) falsch erweisen. Durch eine Änderung der äußeren Bedingungen (Umwelt) oder einen Standortwechsel in eine andere Umwelt kann sich die durch die BE erwartete Schadensfolge ändern. Gleichgültig wie eine Betrachtungseinheit konzipiert ist, ist die Strategie der Instandhaltung in der Praxis immer zustandsabhängig.

6. Zusammenfassung und Wertung der zustandsabhängigen Instandhaltung (ZAIH)

Auf dem Wege zu einer automatischen Instandhaltung, d.h. einer Instandhaltung, die sich Intervalle nach dem jeweiligen Zustand einer BE vorgibt, kann das Modell entsprechend Bild 7 grundlegend sein. Die Ähnlichkeit mit den schematischen Darstellungen von Regelkreisen aus der Regelungstechnik ist offensichtlich und legt künftige Untersuchungen nahe, ob dieses Vorgehen sinnvoll ist.

Leider scheidet eine ZAIH häufig am mangelnden Informationsfluß, bzw. an der bei der Organisation der Verwaltung unberücksichtigten Instandhaltung sowie der Normierung aller Einflußgrößen für ein Regelmodell. Es wird oft übersehen, daß fast alle Informationen, die während des Lebenslaufs einer BE anfallen, für exakte Aussagen und Entscheidungen der Instandhaltung

wichtig sind. ZAIH verlangt die Führung eines kontinuierlichen Tagebuchs. Da die zu verarbeitenden Datenmengen schnell anwachsen und für prognostische Zwecke aufbereitet werden müssen, ist die ZAIH ohne Unterstützung von DVA unmöglich. Auf Datenreduktion und ihre Systematisierung durch Modelle sei besonders hingewiesen. Es ist ersichtlich, daß die Entscheidung für eine Instandhaltungs-Strategie letzten Endes unter Kostengesichtspunkten und dem Sicherheits-Aspekt gefällt werden muß. Für Anlagen mit tolerablen Schadensfolgen ist die Abwarte-Strategie zu empfehlen. Anlagen mit hohem Wert sind vorbeugend instand zu halten. Bei Anlagen, deren Ausfall eine vitale Bedrohung des Patienten nachsich zieht, muß die ZAIH durchgeführt werden.

Diesen Anlagen ist unsere besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Für Interessierte besteht die Möglichkeit, sich auf unserem Ausstellungsstand zu informieren.

Literatur:

- (1) Böhrs, H.: Funktionale Kostenkalkulation, S.64, 1971, Beuth Vertrieb GmbH
- (2) Bussmann, K.F., Mertens, P.: Operations Research und Datenverarbeitung bei der Instandhaltungsplanung, 1968, Poeschel Verlag
- (3) DIN 31051
- (4) Dreger, W.: Gestaltung der Abnahme komplexer industrieller Systeme und Projekte. VDI-2. 117,1975, Nr. 4
- (5) Grothus, H.: Kostenbewusstes Instandhaltungs-Management Copyright 1970, Horst Grothus
- (6) Kerl, R., Lohberger, V.: Ein Ansatz für ein Instandhaltungs-Informations-System an der MHH, Biomedizinische Technik Band 19/1974, Nr. 2
- (7) Kerl, R.: Wartung von Krankenhausanlagen mit Rechnerhilfe, etz-b Band 28, 1976, Heft 19
- (8) Lohberger, V., Kerl, R.: Ein Computer-Programm für die planmäßige Instandhaltung, Biomedizinische Technik, Band 21, Heft 2/1976

- (9) Männel, W.: Wirtschaftlichkeitsfragen der Anlagenerhaltung, Wiesbaden 1968
- (10) Ordelleide, D.: Instandhaltungsplanung, Wiesbaden 1973
- (11) Redeker, G.: Technische und betriebswirtschaftliche Grundlagen für die Methodenwahl bei der Erhaltung betrieblicher Anlagen, Dissertation 1969, Technische Universität Hannover

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. R. Kerl, Medizinische Hochschule Hannover,
Abt. für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik,
Postfach 610 180, 3000 Hannover 61

Datentechnische Voraussetzungen fuer das Informations - und Instandhaltungs - System IIS an der Medizinischen Hochschule Hannover

W. Kreinberg

Medizinische Hochschule Hannover

Die Hilfe einer Rechenanlage wird auf vielen Gebieten der Administration genutzt. Vorbeugende Instandhaltung, wie sie seit Jahren bei vielen Firmen betrieben wird, kommt dort meist ohne die Hilfsmittel Kartelkasten und Drillkarten nicht aus. Die Moeglichkeiten des Rechners, Daten schneller zu sichten und zu sortieren, koennen in sinnvoller Weise auch hier eingesetzt werden. Dieses gilt erst recht fuer unsere Krankenhaeuser.

1. Einleitung

Das vorliegende Programm wurde in seinen Grundideen bereits in /1/ bis /3/ von Kerl und Lohberger sowie in den Ausfuehrungen meines Vorredners skizziert. Erfahrungen mit der Praxis an ausgewaehnten Anlagentypen der MHH haben jedoch Modifikationen gefordert, die das Programm in seiner jetzigen Ausbaustufe auusserst flexibel gestalten, ohne Einbussen bezueglich der Geschwindigkeit hervorzurufen. So hat sich der Weg des Wartungsauftragsformulars vom Computer zum Techniker und zum Computer zur Rueckmeldung als laenger herausgestellt, als eingangs vermutet. Dieser zusaetzliche Zeltaufwand musste in die Planung der anstehenden Wartungen einbezogen werden. Einzelne Anlagen wurden zu Gruppen zusammengefasst und koennen nun kollektiv behandelt werden, ohne dass der Zugriff auf die einzelnen Anlagen selbst verloren gegangen ist.

2. Beschreibung des Programmsystems

2.1 Technische Voraussetzungen

Das Programmsystem ist als Dialogprogramm konzipiert, d.h. Benutzer und Programm stehen in einem engen Kontakt, die Verarbeitung der Daten erfolgt zur gleichen Zeit. Sein modularer Aufbau, eine ausgepraegte Unterprogramntechnik,

und die Programmiersprache FORTRAN IV erlauben die Installation auf verschiedenen Rechnerarten bei geringer Programmaenderung. Aenderungen sind allenfalls notwendig bei den Ein- bzw Ausgabe-Programmteilen fuer Daten und Dialoge. An der Medizinischen Hochschule Hannover laeuft das Programm derzeit im CMS - System einer Rechenanlage vom Typ 360/67. Es handelt sich dabei um ein System fuer Forschungszwecke, welches gleichzeitig fuer mehrere Benutzer (time-sharing) die Moeglichkeit bietet, an Konsolen Programme zu entwickeln, zu aendern, zu uebersetzen und auszufuehren. Das vom Programm IIS vorgesehene Dialogkonzept, also ein interaktives Arbeiten, ist dort moeglich. In der Testphase des Programmes koennen mit den bereits erwaehnten Moeglichkeiten des CMS-System sehr leicht notwendige Programmaenderungen durchgefuehrt und getestet werden.

Fuer die Produktionsphase ist es geplant, das Programm in das bereits bestehende Medizinische System Hannover (MSH), welches an der Medizinischen Hochschule unter anderem die Patientenaufnahme besorgt, einzugliedern.

Das Programm IIS benoetigt fuer die Datenmanipulationen und umfangreichen Dialogschritte mit dem Benutzer sowie deren Absicherung gegen eventuelle Falscheingaben einen Speicherplatz von 220 k Byte, also ca 220.000 "Speichereinheiten". Darin enthalten ist auch der Platz, den die Daten, z.B. Wartungsdaten, fuer ihre Bearbeitung benoetigen. Es ist vorgesehen, diesen Anteil der Daten aus dem Programm auszulagern und in Form einer Plattendatel mit wahlfreiem Zugriff anzulegen. Wenn man bedenkt, dass ca 20.000 alphanumerische Symbole, also Ziffern und Buchstaben in Form von Text, diese Daten bilden, so wird die Datenauslagerung den Programmumfang merklich verringern.

Weiterhin hat sich im Gegensatz zu aelteren Programmversionen die mittlere Zugriffszeit zu den einzelnen Daten, also im wesentlichen die Zeit, die der Benutzer auf eine Antwort warten muss, entscheidend verringert. Waehrend bei der alten, kettenfoermigen Struktur im unguenstigsten Fall z.B. beim Auffinden einer Wartungsnummer der gesamte Speicher durchsucht werden musste, erlaubt die Anordnung der Daten in Form eines binaren Baumes das Auffinden dieser Nummer innerhalb weniger Verzweigungsschritte bis zum entsprechenden Teilbaum (Bild 1).

Das Programm arbeitet in Verbindung mit zwei Plattendatelen, wobei die eine die sogenannten Aktuellen Daten, also Wartungsnummern, Termine usw., enthaelt. Die zweite Datel dient zum Abspeichern der Historischen Daten, z.B. Ausfalltermine, Reparaturzeiten usw. Die Auswertung dieser Daten mit einem separaten Statistikprogramm dient u.a. zur Optimierung von Wartungsterminen, zur Darstellung von Ausfallzeiten bestimmter Anlagen in Form eines Diagrammes usw (Bild 2).

In dem Programm IIS kann ein Paket zusammengestellt werden, welches die in Bild 3 dargestellten 9 verschiedenen Arbeitsgebiete abdeckt. Das Paket mit allen moeglichen Arbeitsgebieten heisst im folgenden "hoechste Ausbaustufe".

BILD 1a
DATEN-
KETTE



BILD 1b BINÄRER BAUM

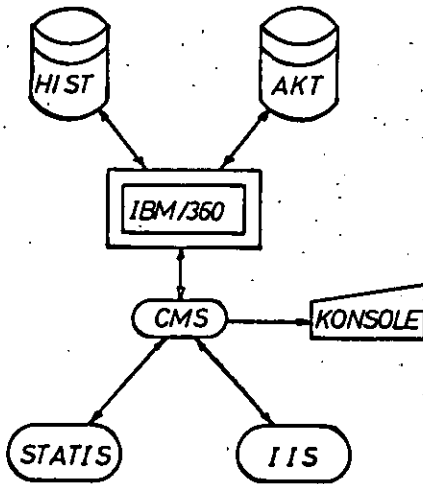
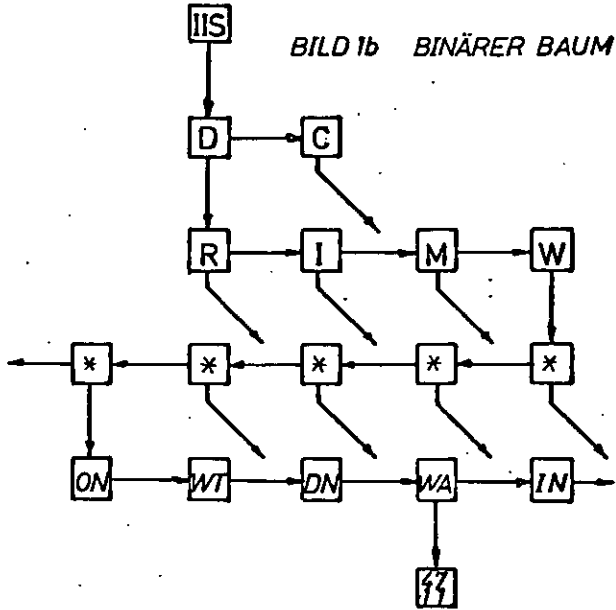


BILD 2
SYSTEMKONFIGURATION

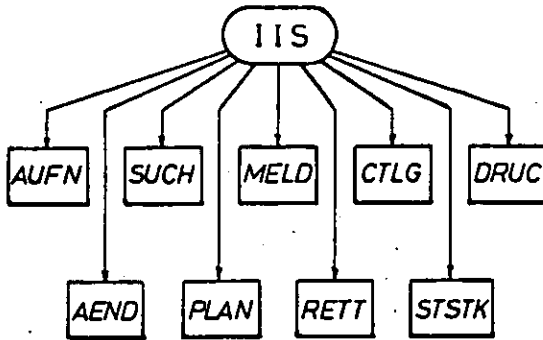


BILD 3
PROGRAMMPAKET IIS

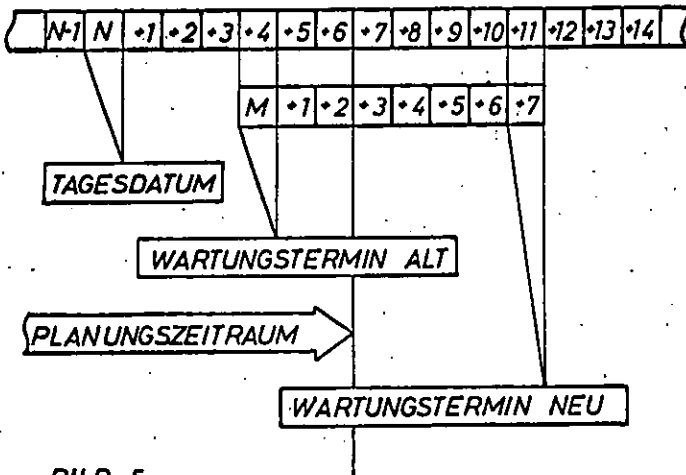


BILD 5
PLANEN VON ARBEITEN

2.2 Arbeitsmöglichkeiten in der höchsten Ausbaustufe

Sämtliche Arbeiten werden durch Dialogschritte, d.h. durch Fragen des System und Antworten des Benutzers, vom Programm IIS gesteuert. Eindeutige Kommentare und Fragen führen auch ungeübte Benutzer sicher durch das Programm. Dabei werden Falscheingaben durch Fehlermeldungen beantwortet, die Korrektur kann sogleich erfolgen, ohne dass Daten verloren gehen.

Eine Kodewort-Hierarchie gestattet bestimmten Benutzergruppen unterschiedliche Möglichkeiten der Datenmanipulationen und besorgt so eine gegenseitige Absicherung. So kann z.B. ein Klimamechaniker einen ihm erteilten Wartungsauftrag zwar ausdrucken lassen, ihn aber nicht aus dem Datensatz entfernen.

2.2.1 Aufnahme von Datensätzen

In dieser Routine kann ein Benutzer den gesamten Datenumfang durch weitere Sätze vergrößern. Ein Datensatz enthält alle Merkmale, die z.B. zur Beschreibung einer Wartung, einer Reparatur, einer Institution oder einer Maschine nötig sind.

Das Programm gibt dem Benutzer hierzu den Katalog von Merkmalen zur Beantwortung vor. Auf diese Art kann ein Benutzer, der z.B. eine neu angeschaffte Maschine dem System zur Wartungsplanung zuführen möchte, keinen wesentlichen Aspekt vergessen. Ebenso wird verfahren, wenn z.B. der Leitwarte ein Schaden gemeldet wurde. Das Programm gibt einen Katalog von Merkmalen vor, die die nun fällige Reparatur eindeutig klassifizieren, deren Dringlichkeit erfassen usw.

Bei der späteren Ausgabe der Arbeitsanweisungen wird die Reparatur der zuständigen Abteilung zugewiesen.

2.2.2 Ändern von Datensätzen

Sätze, die sich bereits im Datenvorrat befinden oder gerade aufgenommen wurden, können bei einigen Merkmalen mit Fehlern behaftet sein. Ausserdem kann die Praxis zeigen, dass bestimmte Eigenschaften nicht mehr zutreffen und somit der Realität angepasst werden müssen.

So kann z.B. ein Wartungssturnus oder der Name der zuständigen Wartungsperson sich ändern. Bei einem Abbau einer Anlage muss und wird diese mit der Routine AENDERN aus den aktuellen Daten entfernt.

Das Programm unterscheidet zwischen drei Arten der Änderung: dem Zufügen neuer Merkmale, dem Löschen und dem Ändern von Texten.

Die Auswahl des zu ändernden Datensatzes wird durch Eingabe eines bestimmten Merkmals eingeleitet. Durch möglicherweise mehrere Iterationsschritte kann aus der gesamten Datenmenge eine Teilmenge ausgewählt werden, die genau einer bestimmten Anzahl von Merkmalsausstattungen

genuegt. Die Teilmenge (im Extremfall ein Einzelsatz) kann kollektiv behandelt werden, d.h. es ist moeglich, durch einen Befehl in allen Saetzen ein Merkmal zu entfernen, mit einem neuen Text zu versehen oder neu hinzuzufuegen. In jedem Fall wird der Aspekt, der das Merkmal beschreibt, auf Plausibilitaet ueberprueft und gegebenenfalls zurueckgewlesen (Bild 4).

2.2.3 Suchen von Saetzen

Die Darstellung einer Teilmenge von Datensatzen kann analog zum "Aendern" erfolgen. Mit Hilfe einer Auswahl von Merkmalen wird eine Liste zusammengestellt, deren Elemente allen geforderten Merkmalen genuegen. Dabei kann bei Zeitangaben (z.B. Wartungsdatum) oder Zahlenwerten (z.B. Organisationsnummern) ein beliebig grosses Intervall vorgegeben werden. Die Liste wird auf Wunsch ausgedruckt. Dadurch ist die eindeutige Identifikation von Saetzen moeglich, von denen nur ein Datumsintervall bekannt ist.

2.2.4 Planen von Arbeiten

Durch Angabe eines Zeitraumes von maximal 6 Tagen, der programmintern zum jeweiligen Tagesdatum addiert wird, kann sich der Benutzer alle bis zu diesem Tage anstehenden Wartungsarbeiten in Form eines Planes und/oder einer Sammlung von Arbeitsanweisungen drucken lassen. Die Form der Arbeitsanweisungen wurde in /3/ ausfuehrlich beschrieben. Die Liste der Arbeiten kann komplett oder nach Organisationsnummern geordnet ausgegeben werden. Arbeitsanweisungen fuer Reparaturen werden in analoger Form, jedoch unabhangig von einem hier sinnlosen Planungsintervall ausgegeben. Da das Programm fuer bereits ausgegebene Wartungsarbeiten das sich aus dem Wartungsturnus ergebende neue Wartungsdatum errechnet, kann die betroffene Arbeit erst dann wieder geplant werden, wenn der Planungszeitraum (also Tagesdatum plus maximal 6 Tage) das neue Wartungsdatum erfasst (Bild 5). Eine doppelte Auftragserteilung ist also nicht moeglich.

2.2.5 Melden von erledigten Arbeiten

Der Arbeitsauftrag nach /3/ enthaelt nach Erledigung der Arbeit, sei es Wartung oder Reparatur, alle wesentlichen Merkmale, die das Programm benoetigt. Durch Eingabe der Auftragsnummer und des Auftragsdatums ist eine eindeutige Zuordnung moeglich. Das Programm fragt nun eine Reihe von Wartungs- oder Reparaturmerkmalen ab, die, wie Erfahrungen aus der Praxis gezeigt haben, nahezu alle vorkommenden Faelle abdecken. Die formatfreie Eingabe des Programmes erlaubt auch hier alfanumerischen Text. Irrtuemer, wie sie bei reiner Verwendung von Kodeziffern auftreten koennen, entfallen. Beispielsweise kann das Programm folgenden Text ohne weiteres verarbeiten: "Keilriemen gerissen". Eine erledigte Reparatur wird aus der Datenmenge entfernt

AUFN=1, AEND=2, SUCH=3, MELD=4, PLAN=5, RETT=6
CTLG=7, STSK=8, DRUC=9

2

I/W/M/R ODER RETURN

w

WELCHER ASPEKT/RETURN

wa

TEXT=1, ZAHL=2, DATUM=3

1

WELCHER TEXT

c50b13222015

*

DN 130377
DN 261076
DN 111076
WA C50BL3222015
IN 10401BL3
WT 15
ON 2222
CN C50
BE FIL
GE K06
EB 4
BL 3
LW BC10502
BB KLIMAH
NW TEMPLIN

ASPEKT : LOESCH=BLANK, AEND=NEUER WERT, NEU=NEU KUERZEL
WELCHER ASPEKT/RETURN

nw

NAME WTG-PERSON

meier

*

DN 130377
DN 261076
DN 111076
WA C50BL3222015
IN 10401BL3
WT 15
ON 2222
CN C50
BE FIL
GE K06
EB 4
BL 3
LW BC10502
BB KLIMAH
NW MEIER

ASPEKT : LOESCH=BLANK, AEND=NEUER WERT, NEU=NEU KUERZEL
WELCHER ASPEKT/RETURN

xy

UNDEFINIERTER ASPEKT BZW. RETURN

AUFN=1, AEND=2, SUCH=3, MELD=4, PLAN=5, RETT=6
CTLG=7, STSK=8, DRUC=9

BILD 4
ÄNDERUNG EINES ASPEKTES

und mit den Reparaturdaten in die oben erwahnte Historische Datei geschrieben. In die gleiche Datei, die von einem separaten Statistikprogramm zur Auswertung genutzt wird, werden unter der Angabe von Auftragsnummer und Auftragsdatum die erledigten Wartungsarbeiten mit den vorgefundenen Maengeln etc eingetragen.

Eine Sonderstellung nehmen hier Wartungsarbeiten ein, die als Sammelauftrag mehrere Einzelwartungen und mehrere Wartungstermine erfassen koennen.

Wird eine solche Arbeit zurueckgemeldet, so erkennt das Programm den Sonderstatus und gibt dem Benutzer selbsttaetig alle einzelnen Wartungsarbeiten, die zu dem Sammelauftrag gehoeren, zur Beantwortung vor. Auf diese Weise wird verhindert, dass der Benutzer eine einzelne Wartung oder einen Termin einer einzelnen Wartung vergisst. Fuer die historische Datei, werden alle Wartungsauftraege gleich behandelt, d.h. es wird nicht zwischen Sammel- und Einzelauftrag unterschieden.

2.2.6 Sichern der Arbeitsdatei

Zwischen den einzelnen Arbeiten ist es empfehlenswert, die Rettungsroutine anzuwaehlen, die die Arbeitsdatei in einer Plattendatei zur Datensicherung abspelchert. Bei Systemzusammenbruechen, wie sie bei stark ausgenutzten Rechnersystemen vorkommen koennen, - an der MHH liegt der Wert bei derzeit durchschnittlich 0,8 Systemzusammenbruechen pro Tag - , kann so schnell der letzte Sicherungszustand als Basis fuer weitere Arbeiten generiert werden. Ein Daten- und somit ein Zeitverlust wird in vertretbaren Grenzen gehalten.

2.2.7 Katalogaenderungen

Der Aspektkatalog, der die zugelassenen Merkmalskuerzel mit deren Klartext enthaelt und u.a. zur Plausibilitaetskontrolle herangezogen wird, kann mit dieser Routine erweitert oder gekuerzt werden. Es ist selbstverstaendlich, dass nur Benutzer mit einem Kodewort hoher Prioritaet diese Routine nutzen koennen.

2.2.8 Statistik

Der Arbeitsspeicher fuer die Aktuellen Daten ist natuerlich nicht unbeschraenkt. Der durch Aufnahmen und Aenderungen staendig wechselnde Datenumfang wird mit der Statistikroutine kontrolliert. Die eventuell drohende Ueberbelegung des Arbeitsspeichers wird auf diese Weise rechtzeitig angezeigt und ein Datenverlust durch Speicherueberlauf vermieden.

2.2.9 Drucken von Daten

Diese Dokumentationsroutine erlaubt es, den gesamten Datenumfang oder auch nur einzelne Abschnitte auf Listen

ausdrucken zu lassen. Sogenannte Selektoren besorgen das Verzweigen im "Binaeren Baum", unzulaessige Selektionen von Teilbaeumen werden auch hier zurueckgewlesen.

Literatur

- /1/ Kerl, R. ; Lohberger, V.:
Ein Ansatz fuer ein Instandhaltungs- und Informations-
System an der Medizinischen Hochschule Hannover
Biomedizinische Technik, Band 19, Heft 2, (1974),
Seite 57
- /2/ Lohberger, V. ; Kerl, R.
Ein Computerprogramm fuer die planmaessige
Instandhaltung
Biomedizinische Technik, Band 21, Heft 2 (1976),
Seite 55 - 56
- /3/ Kerl, R.
Wartung von Krankenhausanlagen mit Rechnerhilfe
etz-b Band 28 (1976), Heft 19, Seite 637-638

Anschrift des Verfassers

Wolfgang Kreinberg
Abteilung fuer Biomedizinische Technik
speziell Krankenhaustechnik der
Medizinischen Hochschule Hannover
Karl-Wiechert-Allee 9
Tel.: 0511/532 2744

3000 Hannover 61

Anlagenüberwachung in Krankenhäusern mit Mikrocomputern von H. Klie, Hannover

1. Einleitung

Eines der spektakulärsten Kapitel der modernen Halbleitertechnologie ist die Entwicklung von Mikroprozessoren. Seit dem Erscheinen des ersten Computer-auf-einem-Chip in den USA im Jahre 1971 hat die Weiterentwicklung derartiger Systeme eine damals noch ungeahnte Revolution auf dem Gebiet der Elektronik nach sich gezogen. Aus der Vielfalt der in den letzten Jahren erschienenen Publikationen geht klar hervor, daß die Prozeßüberwachung bzw. Automatisierung ein beträchtliches Anwendungspotential für Mikroprozessoren darstellt. Durch die Verfügbarkeit dieser preiswerten Datensysteme bieten sich neue Aspekte der Anlagensteuerung und Überwachung. Der Einsatz dezentraler Kleinstgeräte für die direkte digitale Regelung bzw. Anlagenüberwachung, die sich in ein größeres Steuersystem übersichtlich integrieren lassen, ist durch diese hochintegrierten Bauteile möglich geworden. Die in unmittelbarer Prozeßnähe dezentral eingesetzten Mikroprozessoren erhöhen die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems bei niedrigem Kostenaufwand (1).

Von dieser neuen Technik wird auch der Krankenhausbetriebs-techniker bei der Komplexität heutiger Krankenhäuser künftig tangiert werden. Aus diesem Grund soll an dieser Stelle ein kleiner Ausblick auf die sich durch die neue Technik ergebenden Möglichkeiten gegeben werden.

2. Technologischer Aufbau

Unter einem Mikroprozessor ist in der Regel eine einzelne integrierte Schaltung zu verstehen. Sie beinhaltet den Zentralprozessor (CPU: central processing unit), der seinerseits Steuer- und Rechenwerk enthält. Im Rechenwerk werden arithmetische und logische Operationen ausgeführt, während das Steuerwerk für die Ausführung der Befehle sorgt. In dieser Konfiguration ist der Mikroprozessor allerdings noch

schaltung eines Mikroprozessors mit Speichern etc. zu einer funktionsfähigen Schaltung dank der heute angebotenen komfortablen Bausteine keinen allzu großen Aufwand. Ein Vorteil besteht eben gerade darin, daß man auf universell einsetzbare Mikrocomputer-Steckkarten zurückgreifen kann.

Die eigentliche Problematik liegt in der Entwicklung der jeweiligen Steuerprogramme. Dies geschieht entweder auf einem Großrechner mit der dann vorliegenden, komfortablen Entwicklungs-Software (Cross Software), bestehend aus Compiler- und Testprogrammen oder auf einem eigenen Mikrocomputer-Entwicklungsplatz (Bild 2). Die Entwicklung auf einem Entwicklungsplatz ist dabei vorzuziehen, da sie ein Austesten des fertigen Programms im Echtzeitbetrieb gestattet. Die Programmentwicklung erfolgt mit Hilfe des vom Hersteller gelieferten Programmpakets. Dazu gehören das mikrocomputerresidente Betriebssystem zur Befehlsablaufsteuerung und weiterhin Programmierungshilfen wie Texteditor zur Programmaufbereitung und Assembler zum Übersetzen des vom Anwender geschriebenen Programms in den ablauffähigen Maschinencode.

Nach erfolgreicher Programmentwicklung wird das Steuerprogramm in einen Speicher eingeschrieben, der seinerseits in den dafür vorgesehenen Sockel des Hardware-Aufbaues gesteckt wird. Der Mikrocomputer ist damit einsatzfähig.

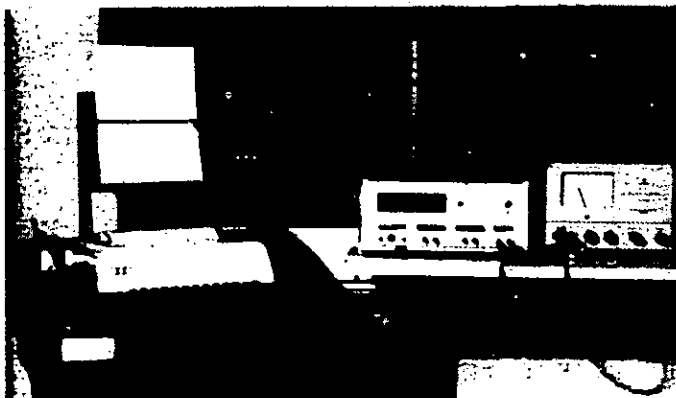


Bild 2: Mikrocomputer-Entwicklungssystem mit MDS 800-System Magnetplattenspeicher und Teletype-Fernschreiber

3. Dezentralisiertes Datenverarbeitungskonzept mit Mikroprozessoren

3.1 Allgemeine Problematik

Ein Großklinikum moderner Art, wie z.B. die Medizinische Hochschule, ist durchaus vergleichbar mit komplizierten Produktionsanlagen in der Industrie. Dauernde Überwachungs- und Steuermöglichkeiten sind nötig, damit sämtliche technischen Einrichtungen akzeptabel und sicher funktionieren. Wie wir heute nachmittag noch ausführlicher hören werden, werden zu diesem Zweck zur Zeit sog. Leitsysteme eingesetzt, die grundsätzlich aus einer Zentrale, dem Prozeßrechner, und mehreren Unterzentralen, den Meßstellen bzw. Stellgliedern bestehen und sich entweder direkt vor Ort oder im Schwerpunkt anfallender Daten befinden. Die gesamten zu überwachenden technischen Anlagen sind in der Regel örtlich weit voneinander entfernt. Der zentrale Prozeßrechner hat dabei alle für den Betrieb der haustechnischen Anlagen notwendigen Steuer- und Rechenoperationen zu übernehmen plus der Zusatzaufgaben wie Vorausberechnung, Optimierung etc. Aus dieser Konzeption, dem Heranführen aller anfallenden Daten von der Peripherie an einen zentralen Prozeßrechner, ergeben sich die nachfolgenden Schwierigkeiten:

+ Hohe Rechnerbelastung

Da dem Zentralrechner alle Signale als Rohdaten zugeführt werden, muß dieser sämtliche Daten erfassen, analysieren und auswerten, auch wenn sie für den Prozeß nicht relevant sind. In praxi werden also alle Meßdaten mit der der jeweiligen Priorität entsprechenden Häufigkeit vom Leitwartenrechner erfaßt, bearbeitet und ausgedruckt.

+ Anforderungen an die Alarm-Antwortzeiten

Externe Ereignisse lösen Alarme aus, d.h. Programmunterbrechungen des zentralen Prozeßrechners. Auch unwichtige, bedeutungslose Alarme führen zu der zeitlich sehr aufwendigen Interruptsequenz, so daß die Antwortzeiten auf wirklich wichtige Alarme in unnötiger Weise verzögert werden.

+ Empfindlichkeit gegen Systemausfall

Fällt der zentrale Prozeßrechner aus, so ist das gesamte System funktionsunfähig. Dieser Gesichtspunkt kann gerade in Krankenhäusern von außerordentlicher Wichtigkeit sein.

Diese Nachteile können im wesentlichen durch den Aufbau eines dezentralisiert organisierten Prozeßrechnersystems vermieden werden. Bei dieser Konzeption werden in jeder Unterzentrale bzw. für jede zu überwachende größere technische Einheit autonome Subrechnersysteme eingesetzt, die an einen übergeordneten Prozeßrechner angeschlossen sind (Bild 3). Für diesen Einsatzzweck eignen sich im besonderen die preisgünstigen Mikrocomputer.

Durch die sich ergebende Aufgabenverteilung wird der Zentralrechner entlastet. Die Meßwertverarbeitung wird zum großen Teil von dem jeweiligen Mikrorechner übernommen. Eine Weitermeldung zum Zentralrechner erfolgt nur bei Grenzüberschreitung der zu überwachenden Meßgrößen, wobei die Grenzen im übrigen auch dynamisch während des Prozeßverlaufs von der Zentrale her modifiziert werden können. Der übergeordnete Prozeßrechner wird nicht mehr mit allen anfallenden Daten belastet. Dies gilt auch für die Ansteuerung der Unterzentralen. Hier kann sich der Zentralrechner auf die Ausgabe von Steuersignalen beschränken, die vom Mikrocomputer interpretiert werden und den Ablauf entsprechender gespeicherter Programme hervorrufen.

Das dezentrale Prozeßrechnersystem ist so aufgebaut, daß der Ausfall des zentralen Rechners nicht den Zusammenbruch des Gesamtsystems zur Folge hat. Gewisse Notfunktionen, wie Aufrechterhaltung des momentanen Zustandes, Vermeiden von gefährlichen Zuständen durch Grenzwertüberschreitung, Datensicherung oder die Steuerung gewisser lokaler Prozesse wie z.B. Notstromversorgung etc. können autonom von Mikrocomputer weitergeführt werden. Dieses entspricht der bereits anlässlich des 1. Fachsymposiums "Computer-Leitsysteme im Krankenhaus" aufgestellten Forderung nach einer Alternative zum zentralen Rechner für besonders wichtige Anlagen (3).

Die Erweiterung des installierten Systems durch Anfügen zusätzlicher Subsysteme in "online" geschieht in einfacher, den Überwachungsprozeß nicht beeinträchtigender Weise, da die einzelnen Mikrorechner-Subsysteme unabhängig vom Zentralrechner ausgetestet werden können.

Dieser, vor wenigen Jahren aufgrund der hohen Kosten noch undenkbarer Einsatz dezentral verteilter Intelligenz innerhalb der Anlagensteuerung und Überwachung ist durch die Verfügbarkeit der preiswerten, hochintegrierten Mikrorechner möglich geworden.

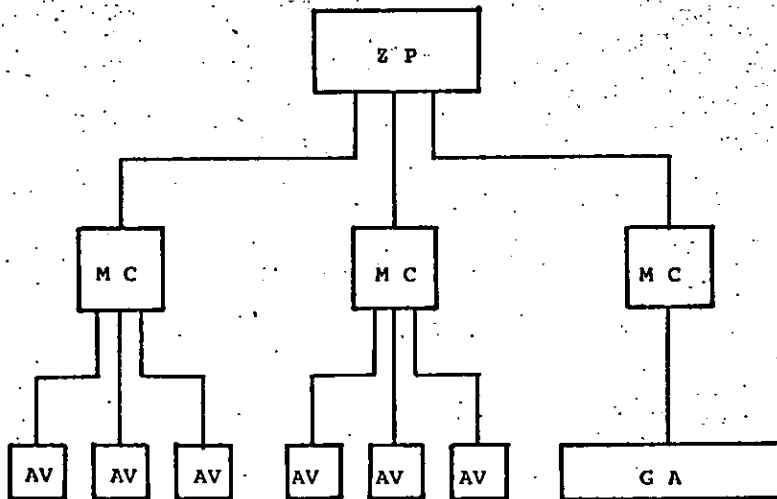


Bild 3: Schema einer dezentral organisierten Prozeßrechnersteuerung mit Mikrocomputern in den Unterzentralen
ZP: zentraler Prozeßrechner MC: Mikrocomputer
AV: Anlageverteiler GA: Großanlage

3.2 Konkrete Einsatzbeispiele

Zur Verdeutlichung der Aufgabenbewältigung durch Mikrocomputer innerhalb dieser hierarchischen Prozeßrechnerstruktur sollen an dieser Stelle noch konkrete Beispiele angeführt werden. Die Steuerung des Notstrom-Programms eines Krankenhauses ist eine denkbare Möglichkeit.

Die hierbei auftretende Problematik ist die Versorgung der wichtigen Verbraucher innerhalb einer Klinik bei Netzunterbrechung. Die Aufgabenstellung für den dezentralen Rechner besteht demzufolge aus dem Anlaufprogramm der Notstromdiesel, der Netzvorbereitung und Bereitstellung der entsprechenden Leistung für die Notversorgung, dem Aufschalten der Verbraucher nach Prioritäten sowie aus dem nach der Störung erforderlichen Netzwiederkehr-Programm mit der Netzvorbereitung und dem Schalt-Programm für die Versorgung über das normale Netz. Bei einer derart komplexen Problematik ist es aus Sicherheitsgründen sogar denkbar, eine Aufgabenteilung auf verschiedene Mikrocomputer unter der Koordination des Zentralrechners vorzunehmen. Durch die Autonomie der Mikrorechner wird der Zentralrechner gerade in derartigen Notsituationen, in denen eine Fülle von Störmeldungen anfällt, nicht überlastet, da er nur koordinierend tätig ist. In der Praxis werden diese dezentral aufgebauten Prozeßrechnernetze auf Mikroprozessorbasis in ähnlicher Weise bereits zur Überwachung weitverzweigter Energienetze eingesetzt.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Mikrocomputern innerhalb der technischen Einrichtung eines Krankenhauses ist die Steuerung und Überwachung des an der MHH geplanten Großsterilisators zur Behandlung infektiöser Krankenhausabfälle. Der Mikrorechner überwacht hierbei den gesamten Prozeßablauf von der Beschickung über den Aufheizvorgang, die eigentliche Sterilisationsphase bis zur Entladung des Behälters. Die Überwachung geschieht dabei unter dem Aspekt größter Sicherheit sowie Wirtschaftlichkeit. An den übergeordneten Prozeßrechner wird nur im Störfall ein kurzes Telegramm gegeben.

Der Einsatz von Mikrocomputern bietet sich überall dort an, wo es darum geht, intelligente Außenstationen aufzubauen, die Daten am Ort des Geschehens auswählen, analysieren und verdichten, Funktionsabläufe verfolgen, bewerten und, falls nötig, interpretiert melden. Darüber hinaus können sie Entscheidungen treffen und den Prozeß steuern.

Selbstverständlich sind Mikrocomputer auch außerhalb von Rechnernetzwerken einsetzbar.

4. Spezielle Mikrocomputervorteile

Abgesehen von den Vorteilen der dezentralen Konzeption bietet der Einsatz von Mikroprozessoren noch einige system-spezifische Vorteile:

- + Einfache Anpassung an Anwenderwünsche durch freie Programmierbarkeit
- + Modifizierbarkeit auch nach Inbetriebnahme durch einfachen Austausch der Programmspeicher
- + Identische Hardware für verschiedene Aufgabenstellungen, dadurch vereinfachter Service und keine Notwendigkeit zur jeweils neuen Schaltungsentwicklung
- + Vereinfachung von Programmierung und Inbetriebnahme. Teilaufgaben können beim heutigen Stand der Technik leichter durch Programmierung des Mikroprozessors gelöst werden als durch Modifikation des komplexen Betriebssystems eines zentralen Rechners
- + Der geringe Preis von Mikrocomputersystemen, der bereits den Einsatz bei kleineren Problemen erlaubt

5. Anforderungen an den Krankenhausbetriebstechniker

Der Einsatz dieser neuen Technik erfordert allerdings von dem Krankenhausbetriebstechniker auch ein gewisses Umdenken. Die Problematik bei der Arbeit mit derartigen Systemen, sei es Neuplanung bzw. Modifikation eines bestehenden Rechners, liegt dabei nicht mehr im Aufbau der eigentlichen Schaltung, sondern vielmehr in der Programmierung der Mikrocomputer. Künftige Modifikationen an den Außenstationen mit dem Ziel der Parameteränderung bzw. der Erweiterung für neu anzuschließende Einheiten verlangen keine aufwendige Hardware-änderung, sondern vielmehr das Verfassen neuer oder abgeänderter Steuerprogramme.

Die Erfahrung gerade an der Abtlg. für Biomed. Technik, spez. Krankenhaustechnik an der MHH, hat allerdings gezeigt, daß diese Umstellung vom herkömmlichen Schaltungsaufbau zu dieser

neuen Technik zwar anfängliches Unbehagen auslöst, aber dann doch nach relativ kurzer Einarbeitungszeit vollzogen ist. Erleichternd wirkt sich dabei auch die in letzter Zeit immer komfortabler werdende Software aus.

Die vorangegangene Darstellung kann aufgrund ihrer Kürze selbstverständlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sie sollte vielmehr gerade wegen der Aktualität der Thematik "Mikroprozessoren" auch dem Krankenhausbetriebs-techniker zeigen, welche Entwicklung auch auf ihn durch den Fortschritt gerade auf dem Gebiet der Elektronik zukommt.

Literatur:

- 1) Projekt Prozeßlenkung mit DV-Anlagen
Entwicklungsnotizen
Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe
- 2) MDS-800 Intellec MDS
Microcomputer Development System
Hardware Reference Manual der Fa. Intel Corporation
- 3) Einsatz computergesteuerter Leitsysteme im Krankenhaus
1. Fachsymposium Krankenhaustechnik
Medizinische Hochschule Hannover
Abt. Biomedizinische Technik spez. Krankenhaustechnik

Helmut Klie
Nobelring 25
3000 Hannover 61

Anlageninspektion in Krankenhäusern mit Leitsystemen
von S. Treichl, München

Im modernen Krankenhausbau dringen die Automation und die technische Vervollkommnung in den nichtmedizinischen Betriebsbereich besonders stark vor.

Komplizierte und empfindlich reagierende Einrichtungen der Energie- und Medienversorgung, der Lüftung und Klimatisierung, der Transportmittel, der Befund- und Nachrichtenübertragung liefern die mit dem Umgang dieser Einrichtungen beschäftigten Personen erbarmungslos dem einwandfreien Funktionieren der Technik aus.

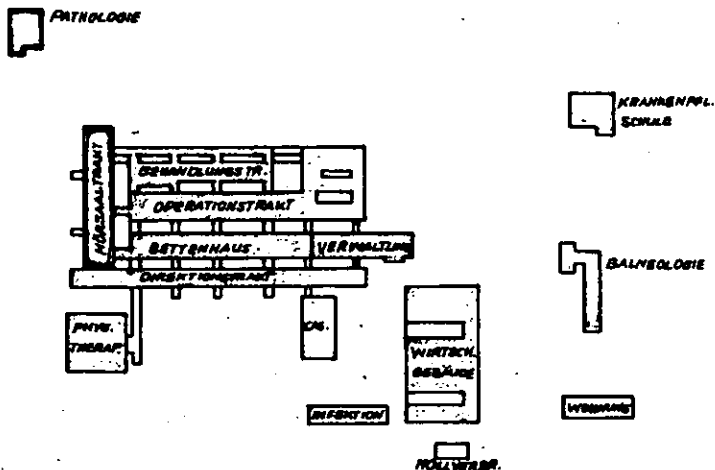
In der Regel muß mit vorhandenen und nicht mehr zu steigernden personellen und finanziellen Mitteln ein Optimum an Betriebssicherheit erzielt werden.

Die besonderen Sicherheitsbedürfnisse in Krankenhäusern erfordern deshalb die ständige Inspektion der betriebstechnischen Anlagen. Die ZLT^{*)} ist wegen ihrer Flexibilität und Anpassungsmöglichkeit eine nahezu optimale Führungshilfe, um diese Aufgaben wirtschaftlich zu lösen. Hierbei haben prozeßrechnergesteuerte Systeme eine besondere Bedeutung erlangt.

Am Beispiel des Klinikums der Ludwig-Maximilian's-Universität München Großhadern wird gezeigt, welche Möglichkeiten durch die konsequente Nutzung der ZLT zur Anlageninspektion gegeben werden und wie sich dies auf die personelle Organisation des Betriebes auswirkt.

^{*)} ZLT = Zentrale Leittechnik

1. Das Bauvorhaben



Umbauter Raum 1.200.000 m³ - Nutzfläche 125.000 m²

Bettenzahl 1.500

Zahl der Hörsaalplätze 1.500

OP-Einheiten 27

Müllverbrennungsanlage für 1.500 kg/Stunde

Wäscherei 14 t/Tag (ausbauf. auf 21 t/Tag)

Küche für 4.500 Essenportionen
(ausbauf. auf 7.500 Port.)

Baukosten ca. 800 Mill.,
davon ca. 320 Mill. Betriebstechnik u. 3,2 Mill.ZLT=(1%)

Betriebskosten: derzeit ca. 17 Mill./Jahr

davon Elektro/Heiz./Beleuchtung/
Wasser/Vers./Ents. 8,1 Mill. = 47 %

Geb. Reinigung 4,6 Mill. = 27 %

Personalkosten 4,2 Mill. = 25 %

ZLT
Personalkosten + Wartung 0,3 Mill. = 1,7 %

2. Detaillierte Aufstellung des Erfassungsbereiches durch die ZLT in %-Angaben nach Informationspunkten, Fachsparten und Bauteilen

2.1 Informationspunkte

Meldungen	5.300 = 59 %
Befehle	1.850 = 20 %
Meßwerte	1.600 = 17 %
Stellbefehle	170 = 2 %
Zählwerte	165 = 2 %

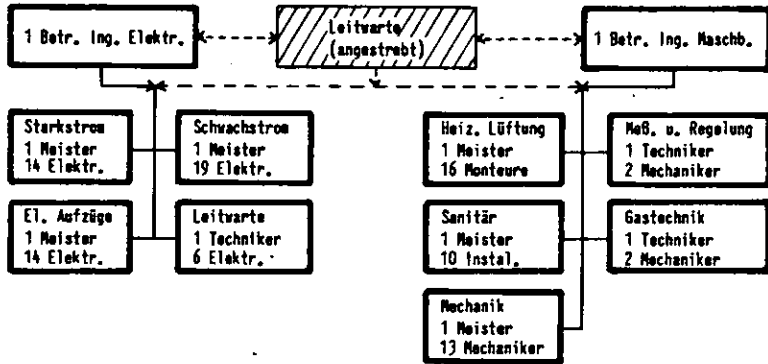
2.2 Fachsparten

Lüftung/Klima/Heizung	62 %
Elektro	14 %
Aufz./Förderanlagen	8 %
Sanitär Ver-/Entsorgung	4 %
Kälteanlagen	2 %
Gase	2 %
Fernmeldetechnik	1 %

2.3 Bauteil

Behandlungstrakt	36 %
Bettenhaus	20 %
Wirtschaftsgebäude	11 %
Pathologie	10 %
Hörsaal	9 %
Phys. Therapie	8 %
Verwaltung	3 %
Kasino	2 %

3. Gliederung der Betriebstechnik

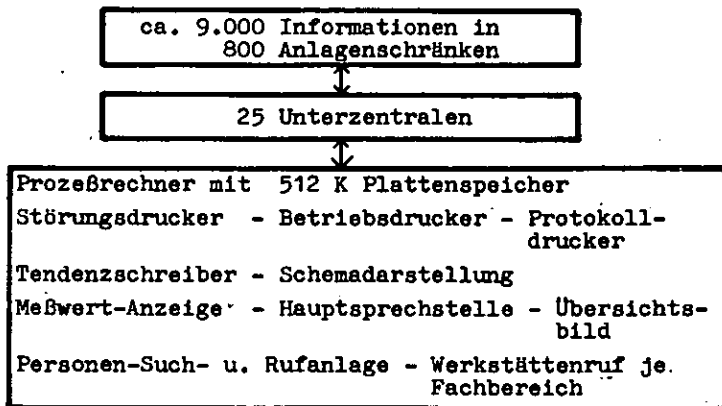


Aus der Übersicht ist zu ersehen, daß derzeit die einzelnen Fachbereiche einschließlich Leitwarte gleichberechtigt der Fachbereichsleitung unterstellt sind. Eingriffe der Fachbereichsmeister nach eigenem Ermessen in den Betriebsablauf sind möglich. Dadurch besteht die Gefahr, daß die Leitwarte zur reinen Störungsübermittlungsstelle abgestempelt wird.

Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, daß sich das Leitwartenpersonal mit durchschnittlichen Grundkenntnissen der Elektrotechnik in einer Zeit von ca. 2 Jahren fundierte Kenntnisse der Regelungs- und Steuerungstechnik aneignet.

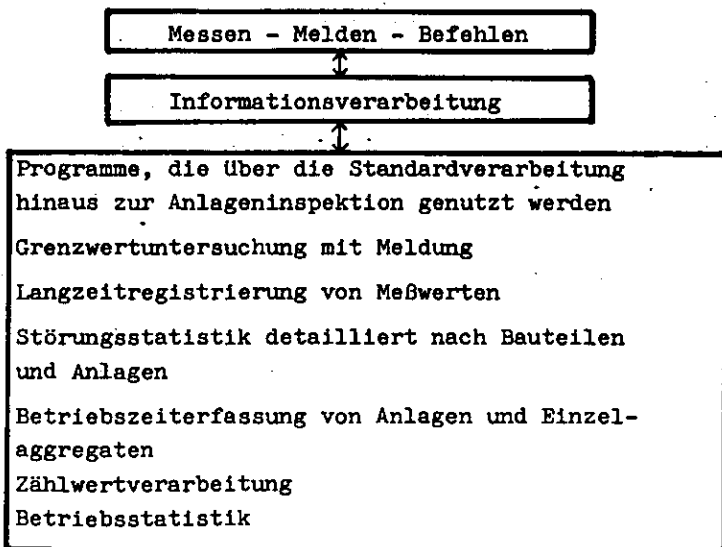
In Großhadern strebt man deshalb nach 2-jähr. Betriebszeit an, die Leitwarte mit den nötigen Kompetenzen auszustatten, damit sie mit den ihr zur Verfügung stehenden Mitteln die Organisation des Betriebsablaufes wesentlich mitbestimmen kann. Dadurch erst wird der optimale Einsatz der ZLT möglich.

4. Gliederung der Leitwarte nach Funktionsebenen
(Hardware)



Die Leitwarte befindet sich im Wirtschaftsgebäude.
Die Fachbereichswerkstätten sind in unmittelbarer
Nähe.

5. ZLT-Betriebsführungshilfe zur Anlageninspektion
(Software)



Durch gezielten Aufbau wird von der ZLT ein Höchstmaß von Informationen verschiedenster Fachsparten erfaßt (siehe auch Abschn. 2). Unter Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten konnte eine allgemein verständliche Adressierung realisiert werden, die durch einen Klartextzusatz besonders aussagekräftig ist.

(z.B. BET1 - ELH1 - Ø1 - Ø2 - Ø1 60 V Gleichsp. fehlt
Aussage der Adresse:

Bettenhaus 1 - Elektro-Hochspannung 1 - Zelle 1 -
Gefahrmeldung 60 V Gleichsp. fehlt)

Die Bezeichnungen sind durch diesen systematischen Aufbau auch den Fachbereichen schnell geläufig. Während der Anlagenausführung werden weitere anlagenspezifische Daten wie Betriebszeiten, Grenzwerte von Meßungen und Grenzwerte von Zählern anhand von Erfahrungswerten vorgegeben. Sie müssen den Erfordernissen des Betriebes erst angepaßt werden. Alle Informationen werden automatisch bearbeitet oder können durch Handabfrage überprüft werden. Registrierungen enthalten Datum und Uhrzeit. Mit Hilfe der ZLT ist es also möglich:

- Informationen schnell und exakt zu lokalisieren, dadurch gezielter Personaleinsatz
- Bei Erreichen von vorgegebenen Betriebszeiten eine Anlageninspektion zu veranlassen und gegebenenfalls den eingegebenen Wert nach den echten Erfordernissen hin zu korrigieren
- Meldungen, die eine Inspektion erforderlich machen, entsprechend zu kennzeichnen
- Durch Störungsstatistik anfällige Anlagen und Einzelaggregate zu ermitteln und eine gezielte Inspektion anzuordnen

- Durch Grenzwertuntersuchung rechtzeitig ein abwandern von Sollwerten (vorwiegend Temperaturen) zu erkennen (sie kündigen oft kommende Störungen frühzeitig an) und eine Anlageninspektion durchzuführen
- Langzeitregistrierung bei schwankenden Meßwerten
- Anlagenspezifische Daten jederzeit zu korrigieren und anzupassen
- Betriebsstatistiken zu erstellen und dadurch einen günstigen Personaleinsatz zu gewährleisten

Abschließend ist festzustellen:

Durch die ZLT wird nur eine indirekte Anlageninspektion vorgenommen, sie veranlaßt aber ca. 50 % der direkten Inspektion. Der technische Zustand einer Anlage sowie z.B. undichte Stopfbuchsen oder pfeifender Keilriemen kann nur durch direkte Inspektion bei Begehung der Anlagen festgestellt werden. Bei sinnvoller Integrierung der ZLT in die Betriebsorganisation ist es aber möglich, die direkte Inspektion auf ein Mindestmaß herabzusetzen und damit den kostenintensiven Personalaufwand zu begrenzen sowie die betriebstechnischen Anlagen schonendst zu betreiben.

Siegfried Treichl

Siemens AG
Bereich Prozeßtechnik
Richard-Strauß-Str. 76

8000 München 80

Computergestützte Instandhaltung von Laboratoriumsgeräten
von K. Brandstädter, Stuttgart, H. Michel, Giessen

1. Einleitung

Das klinisch-chemische Labor als Teil eines mittleren Krankenhauses, besonders aber das eines Klinikums, bietet sich zur Einführung der geplanten Instandhaltung an. Das Labor ist darin einer der am stärksten technisierten und automatisierten Bereiche. Seine Dienstleistungen werden von vielen Anforderungsstellen genutzt und müssen prompt und mit hoher Zuverlässigkeit und Qualität zur Verfügung stehen. Die großen Mengen anfallender Sera und die Zahl der Untersuchungsmethoden erfordern und ermöglichen es immer kapitalintensivere Geräte zu nutzen. Die stark durch die "Produktion" in Anspruch genommenen Med.-technischen Assistentinnen arbeiten vielfach im Schichtdienst, so daß die Geräte eine hohe Auslastung erfahren.

Dieser Aufsatz befaßt sich mit der Erarbeitung und Aufstellung einer Instandhaltungsorganisation eines klinisch-chemischen Labors einer Universitätsklinik. Die im Folgenden beschriebene Arbeit basiert auf einer Untersuchung die vor nicht ganz 3 Jahren stattfand. Die aus dieser Untersuchung hervorgegangenen Vorschläge sind zum Teil realisiert und weiterentwickelt worden.

Um Fakten zu bekommen, mußten Erhebungen angestellt werden, Diese Erhebungen bestanden aus dem Auslegen von Formblättern, Fragebogen und dem persönlichen Gespräch mit Mitarbeitern, sowie Erfahrungen die bei der Beobachtung der Mitarbeiter bei ihrer täglichen Arbeit gewonnen wurden. Wie bei allen Vorhaben dieser Art, bei denen Mitarbeiter evtl. Änderungen ihrer "langjährigen" Routine sehen, standen sie der Sache sehr zurückhaltend gegenüber. Von Seiten eines Untersuchers erfordern derartige Untersuchungen deshalb Geschick und Fingerspitzengefühl mit dem Versuch ehrlicher und überzeugender Darstellung der Zielsetzung.

2. Ziele

Als Ziele wurden formuliert:

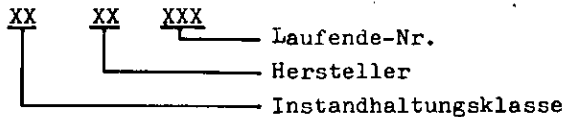
- o Festlegung der Instandhaltungszyklen
- o Vermeidung von Störungsursachen
- o Ausarbeitung der Wartungsarbeiten
- o Aufstellen einer Aufbau- und Ablauforganisation

3. Auswahl der Geräte

Da nicht alle Geräte erfaßt werden konnten, mußte eine Auswahl getroffen werden. Die Auswahl erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten:

- o Geräte mit hohem Wartungs- und Reparaturaufwand zu erfassen.
- o Zu Vergleichszwecken Geräte mit gleicher Bauart und möglichst gleichem Baujahr und gleicher Auslastung zu erfassen.
- o Geräte des gleichen Typs von verschiedenen Herstellern zu erfassen.

Nach der Auswahl wurden alle Geräte inventarisiert. Die Inventarnummer hat folgenden Aufbau:



Zur Erfassung aller für diese Untersuchung relevanten Daten wurden Formblätter ausgelegt und ausgefüllt. Es fanden folgende Blätter Verwendung:

- o Eigenreparatur
- o Fremdreparatur
- o Eigenwartung
- o Fremdwartung
- o Geräteprotokoll

4. Ergebnisse

Auf die zahlenmäßigen Ergebnisse der Untersuchung soll hier nicht eingegangen werden, da sie nicht von allgemeinem Interesse sind.

Es ist anzuführen, daß das Personal der geplanten Instandhaltung skeptisch gegenüberstand. Es sah nur die kurzfristig anfallenden Mehrarbeiten und versuchte diese Arbeiten zu umgehen. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist deshalb zu vermuten, daß die in die Auswertung eingegangenen Daten durch die Mitarbeiter manipuliert wurden, und zwar in der Art, daß Aufschriebe, die eigentlich getätigt werden sollten, vor allem in Zeiträumen mit erhöhtem Leistungsdruck, nicht erfolgten. Als hinderlich erwies sich, daß die einzelnen Geräte ständig von verschiedenen Personen bedient wurden. Dadurch entstand die Situation, daß sich niemand verantwortlich für das einzelne Gerät fühlte. Der Betriebszustand des Geräteparks stand dadurch auf einer sehr niedrigen Stufe. Jeder Bediener führte nur noch die Instandhaltungsarbeiten durch, die für die Erledigung seiner augenblicklich anstehenden Arbeiten notwendig waren.

5. Organisation zur Instandhaltung der Laborgeräte

Im Hinblick auf die begrenzt zur Verfügung stehende Zeit, ca. ein halbes Jahr, und praktisch nicht vorhandene Mittel, wurde versucht eine grundlegende Organisation zu entwickeln, die alle Möglichkeiten einer späteren Weiterentwicklung offenläßt.

Die Untersuchung führte zum Vorschlag der im Folgenden erläuterten Organisation.

5.1 Der Gerätewart

Die Untersuchung zeigte, daß die Einführung eines für den gesamten Gerätepark Verantwortlichen notwendig ist. Er sollte vor allem Kenntnisse auf folgenden Gebieten besitzen:

- o Technische Kenntnisse und Kenntnisse der klinischen Chemie um komplizierte Reparaturen durchzuführen und selbstständig konstruktive Verbesserungen vorzunehmen.
- o Organisatorische- und EDV-Kenntnisse, um sich den Computer für seine Arbeiten nutzbar machen zu können.
- o Führungsqualitäten, da er in einem größeren Labor Sach- und Personalverantwortung zu tragen hat.

Der Gerätewart sollte direkt dem Abteilungsdirektor unterstehen, da er sich nur dann objektiv gegenüber allen überwachten Labors verhalten kann. Erfordert die Größe des Geräteparks mehrere Fachkräfte zur Instandhaltung, so sind diese dem Gerätewart zu unterstellen. Als Fachkräfte für Positionen dieser Art bieten sich graduierte Ingenieure der Fachrichtung Biomedizinische Technik an, die auf Grund ihrer Ausbildung allen Anforderungen entsprechen dürften. Eine Alternative zu den graduierten Ingenieuren wären die in jüngster Zeit ausgebildeten Medizin-Techniker. Die ersten Absolventen der Med.techn.Akademie Esslingen werden im Herbst 1977 zur Verfügung stehen.

5.1.1 Dieser Gerätewart hätte folgendes Aufgabengebiet:

- o Wartung, Inspektion
- o Instandsetzung
- o Instandhaltungsplanung
- o Kontakte
- o Arbeitssicherheit
- o Schadensermittlung
- o Neuanschaffungen

5.2 Zentralwerkstatt

Da es sich im untersuchten Fall um ein Klinikum mit einer großen Zahl von Geräten handelte, wurde in Erwägung gezogen, eine Zentralwerkstatt zu schaffen, die über die notwendige Ausrüstung verfügt um auch komplizierte Reparaturen ausführen zu können. Einem oder mehreren Labors wird ein Techniker zugeteilt. Er ist für die ihm unterstehenden Geräte gegenüber dem Gerätewart verantwortlich. Seine tägliche Arbeit besteht vor allem in der Durchführung der Instandhaltungsaktionen wie Wartung, Inspektion und Reparatur. Dem Gerätewart direkt unterstellt ist der Verwalter des Ersatzteillagers. Das Lager enthält alle ständig benötigten Ersatzteile sowie Baugruppen und evtl. vollständige Geräte.

Die Frage, ab welchem Punkt die Einrichtung einer Zentralwerkstatt rentabel ist, erfordert in jedem Fall ins Detail gehende Untersuchungen.

5.3 Die Inventarisierung der Geräte

Es wird vorgeschlagen ein Formblatt Stammdaten generell für die Erfassung aller Geräte anzuwenden. Es erwies sich als schwierig ältere Geräte (schon länger im Betrieb befindliche) zu erfassen, deshalb sollten nur Neuanschaffungen aufgenommen werden. Das Formblatt Stammdaten wird zur weitestgehenden Erfassung aller festen Daten benutzt. Dazu gehören vor allem Daten, die für die kfm. Verwaltung des Gerätes notwendig sind.

5.4 Die laufende Überwachung der Geräte

5.4.1 Geräteprotokoll

Am Ende eines Monats wird das Geräteprotokoll auf Lochkarten übertragen und von einer DVA ausgewertet. Die Eintragungen erfolgen an den meisten Geräten nur täglich, bei ständig wechselnden Bedienern jedoch nach jedem Wechsel. Durch die Einführung der Marksensing-Karte im Rahmen der Weiterentwicklung ist die aufwendige Erfassung auf Lochkarten weggefallen. Die Benutzer eines Gerätes streichen mit einem speziellen Bleistift die entsprechenden Ziffern an. Diese Karte kann über ein Lesegerät in den Computer eingegeben werden.

5.4.2 Inspektion

Es wird die Einführung von Inspektionen vorgeschlagen. Die Inspektion dient der Feststellung des technischen Zustandes des Gerätes. Durch diese Maßnahme soll vor allem erreicht werden:

- o Planung des Reparaturzeitpunktes, Vermeiden von plötzlichen Ausfällen.
- o Wirtschaftliche Ausnutzung der Verschleißteile.
- o Überwachung der Eigen- und evtl. Fremdwartungsarbeiten.

5.5 Wartung

Die Durchführung der Wartungsarbeiten der Bediener und evtl. Fremdwartung sind zu überwachen. Dabei sollten evtl. Erfahrungen in die Wartungsanweisungen eingearbeitet werden.

Durch ständige Beobachtung ist die Länge der Wartungszyklen zu korrigieren.

5.5.1 Die tägliche Wartung

Die Anweisungen für die tägliche Wartung werden an den Geräten ausgelegt. Der Bediener oder Labortechniker der diese Arbeit ausführt, hat in einem Formblatt die Ausführung zu bescheinigen. Alle anderen Wartungsarbeiten werden durch die DVA gesteuert.

5.5.2 Wartungsplan

Der Wartungsplan ist ein großformatiges Blatt auf dem auf der linken Seite untereinander die Geräte und waagrecht die Monate eines Jahres unterteilt in Wochen aufgetragen sind. An den durch Zuordnung von Gerät und Woche gedachten Kreuzungspunkt steht die Bezeichnung der durchzuführenden Wartungsarbeit.

5.5.3 Das Programm zur Ausgabe der Wartungsanweisungen

Das Programm speichert die zusammengestellten Wartungsdaten.

5.5.4 Dateneingabe-Wartungsdaten

Als Grundlage für die Erstellung des Textes dienen die Unterlagen der Hersteller und die mündlichen Mitteilungen des Personals. Die Hersteller wurden angeschrieben und um Angaben über die Wartungsarbeiten und die dazugehörigen Zyklen gebeten. Angaben darüber wie die von den Herstellern vorgeschlagenen Wartungszyklen berechnet wurden konnten schwer in Erfahrung gebracht werden. Es wurden Intervalle kaum oder so angegeben, daß diese keinen konkreten Bezug auf den Verschleißzustand zuließen. Eine gewisse Genauigkeit bietet die Angabe von Zyklen in Betriebsstunden, falls am Laborgerät ein Betriebsstundenzähler vorhanden ist. Diese Möglichkeit wird jedoch von den Herstellern wenig benutzt.

5.5.5 Datenausgabe-Wartungsanweisungen

Ist das Ausgabedatum eines Wartungstextes erreicht, so wird er auf einen Schnelldrucker ausgegeben. Die Ausgabe erfolgt wegen des handlichen Formates auf DIN A 5 Papier.

Diese Texte werden nun an die einzelnen Bediener verteilt. Die Texte werden als Wartungsanweisungen bezeichnet, da sie jede Arbeit im Einzelnen vorschreiben.

6. Das Feststellen der Schwachstellen

Dazu muß die Erfassung mit dem Formblatt Eigenreparatur und Fremdreparatur durchgeführt werden. Ergänzt werden sollten die bisherigen Auswertungen durch die Einführung eines Strukturkataloges. Dieser erfaßt alle Geräte, ist nach Herstellern geordnet und identifiziert die Geräte nach Bauteilen, Baugruppen und Einheiten. Beim Auftreten eines Schadens sieht der Bediener oder Techniker im Strukturkatalog nach und gibt die Kennzahl auf dem Formblatt an. Dies erleichtert die statistische Auswertung (Schadensstatistik) durch den Computer. Die Schwachstellen ergeben sich dann durch die Häufung der Schäden auf einzelnen Kennzahlen.

7. Möglichkeiten der Weiterentwicklung

Das hiermit beschriebene Modell zur Instandhaltung im Laborbereich ist als eine 1. Stufe der Entwicklung anzusehen. Es wurden darin keine mathematischen Modelle zur Prognose des Verschleißes und Ausfalls von Anlagen berücksichtigt. Geplante Instandsetzungen sind deshalb damit nicht möglich. Die dazu notwendigen Prognosen und Entscheidungsmodelle befanden und befinden sich noch um Stadium der Entwicklung und lassen sich für die Praxis z.Zt. nur schwer anwenden. Einerseits wegen der großen Kosten der Softwareerstellung und andererseits wegen der durch diese Modelle geforderten großen Datenmengen und des erheblichen Rechenaufwandes.

Anschrift des Verfassers:

Ing.grad. K.Brandstädter
Olgahospital
Bismarckstr. 8
7000 Stuttgart 1

H.-A. Michel
Institut f. Med. Statistik
und Dokumentalton
Klinikstr. 25
6300 Giessen

Instandhaltung in englischen Krankenhäusern - ein Überblick J. Knipe. London, U.K.

1. EINLEITUNG

Der staatliche Gesundheitsdienst in England wurde im Jahre 1948 gegründet und die meisten der 2000 Krankenhäuser des Landes, die vorher von den Ortsbehörden, Wohltätigkeitsstiftungen und ähnlichen Körperschaften verwaltet wurden, wurden der staatlichen Aufsicht unterstellt und die Zuständigkeit für die Verwaltung wurde dem Gesundheitsministerium übertragen. Der grosse Bestand an Gebäuden war überwiegend veraltet, unzureichend ausgerüstet und litt noch an den Folgen der Entbehrungen der dreissiger Jahre und der sechs Jahre des zweiten Weltkriegs. Die Verwaltungsstruktur des staatlichen Gesundheitsdienstes wurde zur Verwaltung der neu erworbenen Krankenhäuser aufgebaut, aber in der folgenden Härtezeit war es nicht möglich viel mehr als Flickarbeiten zu leisten und es ergab sich keine Gelegenheit einen ernstlichen Versuch zur Organisation der Arbeitsvorgänge und zur Entwicklung der Technik zu unternehmen, oder um nur das erforderliche ausgebildete Personal zur Verbesserung der Qualität der Verwaltungsdienste zu erwerben.

Es war erst am Anfang der sechziger Jahre, als mehr Geld für den staatlichen Gesundheitsdienst zur Verfügung stand und man mit einem Bauprogramm von neuen Krankenhäusern beginnen konnte. Etwa zu dieser Zeit begann das Gesundheitsministerium, einiger Mängel auf dem Gebiet der Verwaltungsfachkenntnisse in den Krankenhäusern gewahr, sich mehr an Fragen der Verbesserung der Verwaltungswirtschaftlichkeit und des Kostenleistungsverhältnisses zu interessieren. Neue Methoden wurden entwickelt, technische und Verwaltungsrichtlinien wurden verfasst und verteilt, das Einvernehmen zwischen dem Gesundheitsministerium und den örtlichen Behörden wurde verbessert und alle diese Massnahmen führten zu einem merklichen Fortschritt auf allen Gebieten der Verwaltungswirtschaftlichkeit und der Leistungsfähigkeit der Betriebsdienste. Einige der wichtigsten Verwaltungsarbeitsweisen werden in dieser Abhandlung kurz erwähnt.

Die Grösse der Krankenhäuser in England ist sehr verschieden und reicht von den kleinen ländlichen Gebäuden bis zu den grossen städtischen Universitätsinstitutionen. Die Instandhaltungskosten der Gebäude und der technischen Einrichtungen betragen z.Zt. £ 115 Millionen pro Jahr;

weitere £ 120 Millionen werden für Betriebsdienstkosten, einschliesslich Heizungskosten ausgegeben. Die Gesamtanzahl der Wartungs- und Betriebsarbeiter beträgt 24000; von diesen sind etwa 45 % im technischen Instandhaltungswesen beschäftigt, 15 % im Betriebsdienst und der Restbestand arbeitet im Bauwesen. Bild 1 zeigt die Altersverteilung der Krankenhäuser im staatlichen Gesundheitsdienst.

Die folgenden Verwaltungsvorgänge sind die wichtigsten Grundzüge dieser Struktur.

Gesundheitsministerium

Das Gesundheitsministerium stellt die finanziellen Mittel zur Verfügung, erlässt Orientierungsgrundsätze für die Handhabung der Wartung und der betrieblichen Vorgänge, beaufsichtigt die Leistungen und erstellt die professionelle und technische Führung.

Regionale Gesundheitsbehörden

Es gibt 14 Regionale Gesundheitsbehörden, welche sich zusammen über ganz England erstrecken. Sie sind für die Koordinierung der Kreise und die Erstellung des regionalen Wartungsplans verantwortlich. Sie erstellen ebenfalls die professionelle und technische Führung, geben den Kreisen Ratschläge und Richtlinien, beaufsichtigen die Wartungsleistungen und in einigen Fällen stellen sie hochqualifiziertes Personal und Werkstätte zur Verfügung, zum Beispiel im Bereich der medizinischen Verfahrenstechnik. Sie verteilen auch die finanziellen Mittel für die Instandhaltung und die Betriebsdienste aus den Blockzuweisungen des Gesundheitsministeriums unter den Kreisen.

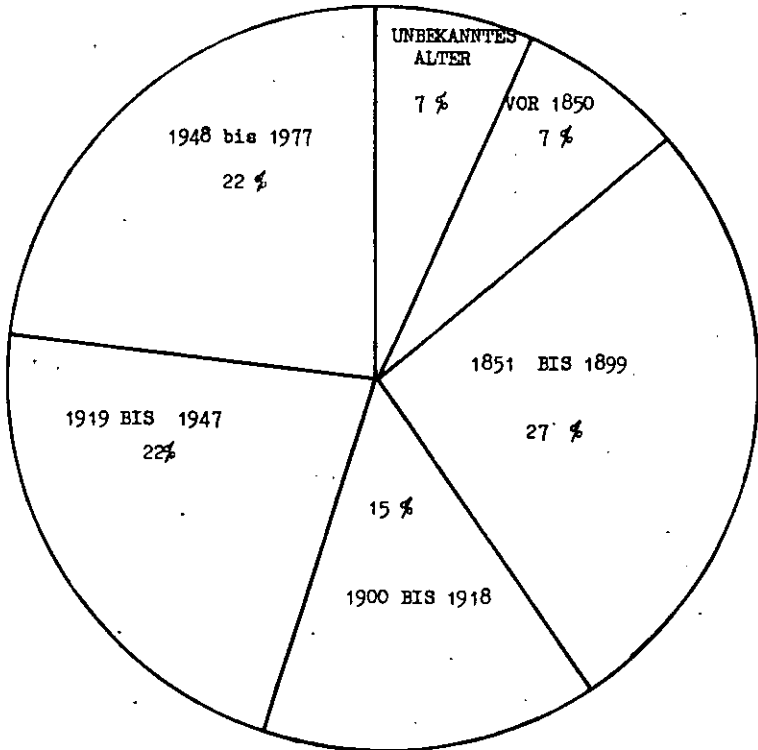
Kreisgesundheitsbehörden

Insgesamt gibt es 90 Kreisgesundheitsbehörden, die die Gesamtverantwortung für die technische Wartung und die Instandhaltung der Gebäude, Grundstücke und der Betriebsdienste tragen. Sie formulieren das Kreiswartungsprogramm nach den Richtlinien des Gesundheitsministeriums und dem Plan der Regionalen Gesundheitsbehörde. Der Kreis hat ein sehr weites Machtbefugnis und ist effektiv die für die Instandhaltung der Gesundheitsdienstgebäude des Kreises direkt zuständige Verwaltungsbehörde.

Bezirksverwaltungsbehörden

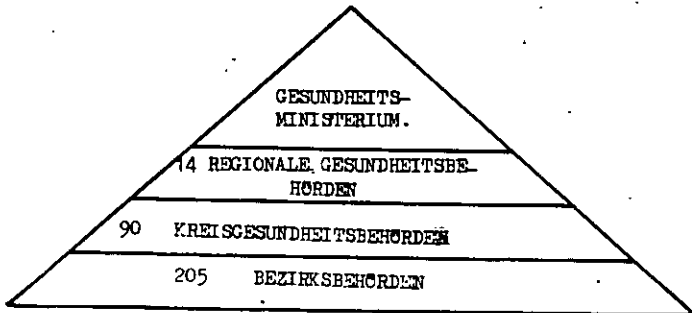
Im Land gibt es 200 Bezirke und die Anzahl der Bezirke pro Kreis liegt

PROZENTUALE VERTEILUNG DER KRANKENHAUSER NACH IHREM ALTER



Die Verwaltungsstruktur der Organisation besteht aus vier Teilen und umfasst das Gesundheitsministerium, die Regionalen Gesundheitsbehörden, die Kreisgesundheitsbehörden und die Bezirksbehörden.

VERWALTUNGSSTRUKTUR



zwischen 1 und 6. Sie werden von Bezirksverwaltungsgruppen verwaltet, die für die Formulierung des Bezirksprogramms im Rahmen der Kreis- und Bezirkswartungs- und Betriebspläne und Politik zuständig sind. Sie befassen sich mit der Instandhaltung der Gebäude, maschinellen Einrichtungen Ausrüstungen u.s.w. und sichern den normalen technischen Betriebsgang im Bezirk durch den Bezirkswerkbeauftragten, der der technische Leiter ist. Der Bezirk ist im direktesten Kontakt mit den Patienten und ihrem Betreuungspersonal und hat der Öffentlichkeit gegenüber gewisse Verpflichtungen, welche die Krankenhäuser aus verschiedenen Gründen besucht. Auf dieser Stufe befindet sich der Grossteil des Wartungs- und Betriebspersonals; hier wird auch der überwiegende Teil der Finanzen ausgegeben.

Tabelle Nr. 1 gibt eine Übersicht des technischen und Gebäudepersonals das von den Kreis- und Bezirksbehörden angestellt ist.

Von den Kreis- und Bezirksgesundheitsbehörden angestelltes Dienstpersonal

Tabelle Nr. 1

TECHNISCHER BEREICH			BAUWESEN		
PERSONAL	ANZAHL	PROZENTSATZ	PERSONAL	ANZAHL	PROZENTSATZ
Verwaltungspersonal	2070	14.5%	Verwaltungspersonal	730	7.5%
Handwerker	7100	49.5%	Handwerker	7400	77%
Angelernte Arbeitskräfte	1900	13%	Angelernte Arbeitskräfte	1500	15.5%
Betriebspersonal	3300	23%			
Insgesamt	14370	100%	Insgesamt	9630	100%

2. ESTIMACODE

Die Kosten der technischen Wartung und der Instandhaltung der Gebäude sind im Verlauf der Jahre ständig gestiegen und dies hauptsächlich infolge der Einführung von immer komplizierteren technischen Leistungen und der zu ihrer Durchführung notwendigen Arbeitskosten. Die Wirtschaftlichkeit und das Kosten-Leistungsverhältnis liegt weitgehend in den Händen der Be-

zirksverwaltungen. Ihre Verwaltungskennnisse und technischen Fähigkeiten haben sich verbessert, um der Herausforderung der schnell wechselnden Zustände gerecht zu werden, aber diese Kennnisse hatten häufig einen individualistischen Charakter und wurden nicht einheitlich im Gesundheitsdienst angewandt.

Das Gesundheitsministerium war sich der Notwendigkeit eines ordnungsgemässen Besitzverwaltungssystems bewusst und kam zu dem Schluss, dass ein Code für die Praxis erforderlich war, welcher in einem Dokument die Anweisungen und Richtlinien für die für Gesundheitsdienstbesitzum zuständigen Verwaltungsbeauftragten beinhalten sollte. Dieses Besitzverwaltungssystemdokument (für Gebäude, maschinelle Einrichtungen und Grundstücke) für den staatlichen Gesundheitsdienst ist nun vorhanden und von besonderer Bedeutung für die Leiter der technischen Wartung und der Gebäudeinstandhaltung; im allgemeinen wird er abgekürzt als "Estmancode" zitiert. Er enthält Informationen über die verschiedenen Arten von Wartungsverträgen, Systemhinweise für Wartungslagerbestände und Vorgänge, Planungssysteme für künftige Wartungsleistungen und vielfältige andere Hinweise und Richtlinien. Sein Umfang wird mit der Vorbereitung und Herausgabe weiterer Dokumentationen noch weiterhin zunehmen. Zwei sehr wichtige Abschnitte, die bereits herausgegeben wurden, befassen sich eingehend mit den vom Gesundheitsministerium geplanten präventiven Wartungssystemen für technische Einrichtungen und die Instandhaltung von Gebäuden. Eine Kurzbeschreibung des technischen Systems folgt:

Präventives Technisches Wartungssystem

Einer der ersten grösseren vom Gesundheitsministerium zusammengestellten und verbreiteten Bestandteile der technischen Dokumentation beschreibt ein geplantes präventives Wartungssystem für maschinelle Einrichtungen und technische Leistungen. Das vom Gesundheitsministerium empfohlene System wird jetzt weitgehend für maschinelle Einrichtungen in Krankenhäusern verwendet und obzwar gewisse Abänderungen infolge praktischer Erfahrungen eingeführt wurden, besteht das System praktisch weiterhin in seiner ursprünglichen Form und besitzt nach wie vor seine Vorteile; es ist :

- umfassend
- anpassungsfähig
- leicht einzuführen
- einfach im Betrieb.

Der für die Vorbereitung des Systems notwendige Arbeitsaufwand kann in die

folgenden fünf Hauptbestandteile gegliedert werden :

Das Krankenhaus wird in verschiedene Einheiten unterteilt, um die Wartungskontrolle zu erleichtern; so könnte zum Beispiel eine Einheit aus der zentralen Küchenanlage, oder aus einer Station von 20 bis 30 Betten bestehen;

das Krankenhaus wird einheitsweise besichtigt, um den technischen Inhalt festzustellen;

das Inventar der technischen Einrichtungen, Anlagen und Ausrüstungen wird aufgrund der Besichtigung zusammengestellt;

der zur Ausführung der präventiven Aufgaben benötigte Zeitaufwand wird für jede Einheit abgeschätzt.

nach dem Zeitvoranschlag wird der Arbeitsaufwand, der für die präventive Wartungsvorgänge notwendig ist, berechnet; ein Jahresplan wird formuliert, um den Arbeitsaufwand gleichmässig über das Jahr zu verteilen.

Anwendung des Systems

Die Anwendung des Systems beruht auf dem Gebrauch von Informationskarten im Zusammenhang mit einem Kalender. Die Informationskarten enthalten die für die Erstellung der Arbeitsliste erforderlichen Informationen, welche dem Wartungstechniker ausgehändigt wird. Der Kalender führt die Informationskarten an, die wöchentlich herauszunehmen sind, damit die für die jeweilige Woche geplante Arbeit unternommen werden kann. Nach den Angaben auf der Informationskarte wird die Arbeitsliste markiert, welche den Wartungstechniker zu der Krankenhauseinheit führt, wo die Wartungsarbeit zu verrichten ist und die auf die bedienungsdürftigen besonderen Einrichtungen, Anlageteile, oder Ausrüstungen hinweist. Die Arbeitsliste enthält auch kodierte Anweisungen, die den Wartungstechniker auf die entsprechenden Arbeitsangaben in seinem Wartungshandbuch hinweisen. Es gibt zwei Wartungshandbücher, eins für die elektrischen und eins für maschinellen Leistungen. In diesen beiden Handbüchern sind die präventiven Wartungsangaben für jeden Bestandteil der maschinellen Einrichtungen, Anlagen oder Ausrüstungen im Krankenhaus enthalten.

Die Vorteile des präventiven Wartungssystems

Die wichtigsten Vorteile dieses Systems sind die folgenden :

Die Einrichtungen, Anlagen und Ausrüstungen werden in regelmässigen vorbestimmten Zeitabschnitten instandgehalten und werden so in einem gesicherten leistungsfähigen Zustand erhalten.

Die Anzahl der unerwarteten Pannen und Nothilfesituationen wird

verringert.

Der Einsatz des Wartungspersonals erfolgt nach einer geplanten Grundlage und so werden unproduktive Zeitabschnitte weitgehend beschränkt.

Die Anzahl der grösseren Reparaturen nimmt ab und das wirtschaftliche Alter der Anlagen und Ausrüstungen wird verlängert.

Das System stellt ein Inventar der sich im Krankenhaus befindlichen Anlagen und Einrichtungen zur Verfügung und enthält Informationen, die geeignet sind, die jeweiligen Beschlüsse der Verwaltung zu erleichtern.

Ein ähnliches System wurde für die präventiven Gebäudeinstandhaltungsleistungen zusammengestellt.

3. TECHNISCHE ANWEISUNGEN

Das Gesundheitsministerium erfüllt seine Verpflichtung Orientierungsgrundsätze und die professionelle und technische Führung in Wartungsfragen zu erstellen; es verfasst Druckschriften aller Art, die den Leitern auf allen Stationen des Gesundheitsdienstes zugestellt werden. Dieses Material kann nur ein einfacher Brief sein, der auf einen Gefahrenkomplex irgendeines Bestandteils der Einrichtung hinweist, oder ein hochkomplizierter technischer Handhabungscode.

Ein Grossteil der vom Gesundheitsministerium verfassten technischen Angaben ist in den technischen Mitteilungen für die Krankenhäuser enthalten; hier handelt es sich um einen weiten Bereich von technischen Fragen, wie zum Beispiel Sicherheits- und Schutzfragen, Rufverbindungen zwischen den Patienten und Pflegerinnen, Brandschutzmassnahmen, Auftragserrstattungen von technischen Anlagen u.s.w. Handelt es sich um besondere Gefahren, wie z.B. in der Instandhaltung von Hochspannungsgeräten und Schaltungen, oder in der Handhabung von medizinischen Gasen, so enthält die entsprechende technische Mitteilung Hinweise für die Arbeitsvorgänge eines "Arbeitsbefugnissystems" mit Beispielen der erforderlichen Formulare.

Andere Informationen werden in der Form von technischen Informationsblättern herausgegeben; sie enthalten Spezifikationsnormen für Kontrakte, Konstruktionsrichtlinien, Kosteninformationen, Bau- und Einrichtungsnormen u.s.w.

Ein Kostencodesystem wurde eingeführt, in welchem die einzelnen Wartungs-

ausgaben verfolgt werden, um zu ermitteln welche Krankenhäuser unter-, oder überdotiert waren. Das Ziel ist eine gleichmässige Verteilung der finanziellen Mittel und die Sammlung von zweckdienlichen Angaben, um die Dotation der zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel zu verbessern. Die Wartungskosten erweisen einen ständigen Aufstieg, sowohl auf der pekuniären, als auch der reellen Grundlage, im Laufe der Jahre. Die letzten Zahlen erweisen Ausgaben von £ 115 Millionen im Finanzjahr von 1975/76 (£ 56 mio Gebäude, £ 59 mio technische Leistungen). Interessehalber sollte hinzugefügt werden, dass diese Zahl einen durchschnittlichen Prozentsatz von 2 % des geschätzten Gesamtwertes der Gebäude und Anlagen des Gesundheitsdienstes darstellt.

Der Hauptzweck aller dieser Veröffentlichungen des Gesundheitsministeriums ist, den Wartungsleitern übersichtliche Informationsquellen zur Verfügung zu stellen, welche sie im Bedarfsfall heranziehen können, um ihnen den Zeitaufwand und die Umständlichkeit einer Suche nach Fachkenntnissen in verschiedenen und etwa von einander sehr entfernten Quellen zu ersparen.

Abgesehen von den offiziellen Veröffentlichungen des Gesundheitsministeriums, besteht ein allseitiger andauernder Informationsverlauf zwischen allen Berufen und Stationen im Gesundheitsdienst, welcher überwiegend einen zwanglosen Charakter hat. Dieser Meinungsaustausch ermöglicht es dem Gesundheitsministerium die örtlichen Schwierigkeiten, Probleme und Erfordernisse zu erkennen und die entscheidliche Handlungspolitik entsprechend zu beeinflussen.

4. BESATZUNG DER BETRIEBSVERWALTUNGSABTEILUNG

Es gibt Berufsspezifikationen formeller Art für das Betriebsverwaltungspersonal, das in der Betriebsverwaltungsabteilung angestellt ist. Die Struktur in den Kreisen und Bezirken wird nach einem System gestaltet, das die zu beschäftigenden Arbeitsgrade und die Anzahl des Personals zusammenstellt. Das bestehende Verfahren führt zu Anomalien und kürzlich wurde ein neues System zusammengestellt. Dieses legt den Rauminhalt der Gebäude zugrunde und ist genauer auf die Arbeitsbelastung jeder Arbeitsstufe bezogen. Es gibt jedoch starke Unterschiede im Umfang, in der Kompliziertheit und in der Art des technischen Inhaltes in verschiedenen Krankenhäusern. An einem Ende des Spektrums sind die Krankenhäuser für Geisteskranken, Alters- und chronische Krankheiten, welche den Patienten

nicht viel mehr als "Hotel"dienste bieten; am anderen Ende sind die Universitätskliniken und die modernen allgemeinen Bezirkskrankenhäuser, die umfassende medizinische und chirurgische Leistungen bieten, unterstützt von Forschungs- und Förderungsarbeiten und Mitteln, die hochkomplizierte technische Einrichtungen und Anlagen in Anspruch nehmen.

So zeigte sich die Notwendigkeit, eine Gewichtung zu der Rauminhaltseinheit einzuführen, um dem Mass der Kompliziertheit der verschiedenen Krankenhäuser Rechnung zu tragen und so in der Endrechnung eine gute Bewertung der Arbeits- und Verantwortlichkeitsbelastung zu erreichen. Es wurde beschlossen, ein alle Krankenhäuser in drei Gruppen gliederndes System einzuführen, aufgrund des Umfangs, der Intensität und Kompliziertheit des technischen Inhaltes.

So umfasst Kategorie "A" die Krankenhäuser für Geisteskranke und ähnliche Krankenhäuser mit wenigen komplizierten Anlagen und Einrichtungen. Kategorie "B" würde die akuten Erkrankungen, Entbindungsanstalten und ähnliche Krankenhäuser umfassen, welche zu den entsprechenden Leistungen auf der medizinischen und chirurgischen Seite ausgestattet sind und die über die notwendigen Laboratorien und ähnliche Unterstützungsmittel verfügen. Kategorie "C" käme für die Universitätskliniken und die modernen allgemeinen Bezirkskrankenhäuser in Frage, die mit den den Erfordernissen dieser Institutionen entsprechenden umfangreichen Anlagen, Ausrüstungen und Einrichtungen versehen sind.

Nach der Entwicklung dieser Bewertungsmethode für die Berechnung der Arbeitsbelastung des Verwaltungspersonals aufgrund der berechneten Erfordernisse, zeigte es sich, dass das gleiche Grundsystem den Erfordernissen zur Berechnung der Anzahl der erforderlichen ausgebildeten Wartungstechniker und angelernten Kräfte angepasst werden konnte.

Das folgende Bild zeigt die Gesamtbesetzung und die Struktur der Kreis/Bezirksorganisationen in England.

Kreisbetriebsleiter - 90

Kreisingenieur	- 90	Kreisbeamter für Bauwesen	- 90
Stellvertretender Kreisingenieur	- 40	Stellvertretender Kreisbeamter für Bauwesen	- 10
*Techniker	- 300		

Bezirksbetriebsleiter - 170

Bezirksingenieur	- 130	Bezirksbeamter für Bauwesen	- 100
Sektor Ingenieur	- 80	Sektorbeamter für Bauwesen	- 40
Krankenhausesingenieur	- 700	Gebäudeinspektor	- 120
Hilfsingenieur	- 900	Stellvertretender Gebäudeinspektor	- 240
Wartungstechniker	- 9000	Wartungstechniker	- 8900
Bedienungstechniker	- 3300		

* NOCH NICHT BESATZT

Die Gebäude der Krankenhäuser wurden nach der Intensität und Kompliziertheit ihres technisch/maschinellen Inhaltes in drei Kategorien eingeteilt. Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der Krankenhäuser in jeder Kategorie nach der Anzahl der Betten.

Tabelle Nr.2

KRANKENHAUS KATEGORIE (GEBÄUDE)	Verteilung der Krankenhäuser nach Bettenanzahl.							
	BETTEN 0 - 50	BETTEN 51 - 100	BETTEN 101 - 200	BETTEN 201 - 400	BETTEN 401 - 600	BETTEN 601 - 800	BETTEN 801 - 1000	BETTEN 1001 - 1500
A	417	194	190	94	49	36	23	44
B	255	165	178	150	84	28	11	7
C	3	7	17	17	15	11	4	1
INSGESAMT	675	366	385	261	148	75	38	52

Verhältnismässig wenig Angestellte der Betriebsverwaltung verbringen ihre gesamte Laufbahn im Gesundheitsdienst, und diese Tatsache, in Verbindung mit der raschen Einführung von komplizierten technischen Leistungen und Einrichtungen in den Krankenhäusern, erfordert ein ständiges Ausbildungsprogramm.

5. PERSONALAUSBILDUNG

Die Ausbildung ist ein wichtiges Erfordernis für alle Ingenieure, Techniker und Handwerker im Gesundheitsdienst. Die Ausbildung ist wichtig, denn sie erzielt ein hohes Sicherheitsniveau und einen wirtschaftlichen Einsatz der Mittel, des Personals, des Geldes und der Materialien; es ist fernerhin notwendig, es den Technikern zu ermöglichen sich auch mit den anderen Berufskreisen, z.B. den Ärzten und Pflegerinnen, so zu verständigen, dass ihnen auch medizinische und ähnliche Ausdrücke verständlich werden. Somit wird es dem technischen Personal leichter gemacht Fehler zu erkennen und die Eichung der Einrichtungen zu verstehen.

Die Ausbildung führt zu :

Steigerungen des Sicherheitsfaktors der Einrichtungen.
Leistungsfähigen Einrichtungen.

Einem zweckdienlichen Einsatz des ausgebildeten Personals.

Zu einem verbesserten Alters/Kostenverhältnis der Einrichtung.

In England wird das technische Personal vom Gesundheitsdienst entweder mit den dem Posten entsprechenden Qualifikationen erworben, oder mit einer guten allgemeinen technischen Ausbildung. Angestellte mit entsprechenden Eignungen erhalten Freizeit zum Besuch von höheren Fachschulen zur Erwerbung von höheren technischen Fachqualifikationen, um ihre Laufbahn zu fördern.

Die Ausbildung ist eine Notwendigkeit für das gesamte Wartungspersonal; abgesehen von ihren professionellen, technischen, oder Handwerksqualifikationen brauchen sie noch eine weitere Ausbildung, um den Erfordernissen der modernen technischen Anlagen und Einrichtungen der Krankenhäuser gerecht zu werden. Im Interesse der Sicherheit der Patienten, des Personals und jeweiliger Besucher ist ihre Ausbildung eine unerlässliche Notwendigkeit.

Eine gewisse Ausbildung kann im Dienst vom Aufsichtspersonal erteilt werden, aber es ist am besten den Grossteil der Ausbildung Fachlehrern in

einer entsprechend ausgestatteten Umgebung zu überlassen. In England leitet das Gesundheitsministerium eine Ausbildungsstelle für technische und maschinelle Leistungen in Krankenhäusern mit Werkstätten, Laboratorien, Ausbildungssälen und zentraler Unterkunft für die Studenten. Ausbildungskurse haben in diesem Zentrum schon seit dem Jahre 1970 stattgefunden und bisher wurden diese von etwa 10,000 Studenten in einem weiten Bereich des technischen und Verwaltungsunterrichtes besucht. Das Ziel der Kurse ist die Lücken in den Erkenntnissen und Erfahrungen des technischen Personals zu füllen. Jeder Kurs dauert im allgemeinen nicht länger als 2 Wochen und wird durchschnittlich von 12 Studenten besucht, denn man nimmt an, dass nicht mehr als 12 Studenten von einem Fachlehrer entsprechend unterrichtet werden können. Weitere Erwägungen kommen auch in Frage :

Das Personal sollte nicht zu lange vom Posten abwesend sein. Zwei Wochen stellt etwa das Maximum dar, dem ein Personal das nicht mehr an den Unterricht gewöhnt ist, ausgesetzt werden kann, um den intensiven Unterricht aufzunehmen.

Die erworbenen Kenntnisse können von dem Studenten an das restliche Personal am Arbeitsplatz weitergegeben werden.

Man veranstaltet separate Kurse für die Handwerker und Techniker, um ihren verschiedenen Bildungsgraden Rechnung zu tragen. Das Zentrum wurde auch mit besonderen Laboratorien ausgestattet. Es gibt zum Beispiel ein Ventilationslaboratorium, welches ein drei viertel grosses Modell eines Operationssaales mit Klimaanlage umfasst, damit der Student das automatische Kontrollsystem studieren kann, und um Gelegenheit zu Messungen und zum Ausgleich von Luftströmungen und zum Studium von Luftströmungsbildern in Räumen zu bieten. Ein anderes Laboratorium ist mit einer Kühlanlage ausgestattet wie man sie in Krankenhäusern findet, und andere Gebäude beinhalten :

- a) Grosse Sterilisationseinheiten,
- b) medizinische Gase in Rohrleitungen, Vakuum- und Respirationengeräte,
- c) Dampfanlagen und Einrichtungen,
- d) elektronische ärztliche Geräte und Kontrollsysteme, Fernmelde- und Alarmsysteme.

Es wäre nutzlos sich nur der hochkomplizierten technischen Anlagen und Geräte der Krankenhäuser, ohne Rücksicht auf die ebenso teuren Gebäude, anzunehmen. Da aber die zur Instandhaltung der Gebäude im Gesundheitsdienst notwendigen Fachkenntnisse nicht merklich verschieden sind von

denen die man beispielsweise in Schulen, Hotels, Fabriken und Bürogebäuden braucht, hat man es nicht für notwendig befunden, besondere Gelegenheiten zur Ausbildung des Personals im Bauwesen zu schaffen. Da jedoch die Verwaltungstechnik im Bauwesen der auf dem rein technischen Gebiete gleichkommt, wurden die vielen Verwaltungskurse von beiden Interessentengruppen besucht.

Die Ausbildung für das Wartungspersonal ist jetzt in England fest auf praktischen Grundsätzen, einschliesslich der Kosten/Leistungskontrolle etabliert und die entwickelten technischen Erkenntnisse können leicht von anderen Ländern aufgenommen werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Im Laufe der letzten Jahre wurde viel geleistet, um die Qualität der Wartungsleistungen in unseren Krankenhäusern zu verbessern. Das Verwaltungs- und das technische Personal, sowie die Handwerker haben sich die Ausbildung eindeutig zu Nutzen gemacht und in Verbindung mit dem nun zur Verfügung stehenden Orientierungsmaterial hat dies zu weitgehend besseren Wartungsleistungen geführt. Zu den wichtigeren Bestandteilen der Orientierungsdokumentation, die gegenwärtig zur Verfügung stehen, gehören u.a. das vorher erwähnte geplante präventive Wartungssystem und das Kostenkodierungssystem. Diese Systeme stellen die unerlässliche Grundlage einer geplanten Wartung dar und in Verbindung mit dem anderen Material in der "Estmancode" Dokumentation haben sie eine wichtige Rolle in der Steigerung der Wartungsleistungen gespielt.

Wir haben noch viel zu unternehmen. Wir können, und werden, unsere gegenwärtigen Arbeitsweisen und Methoden aufgrund unserer praktischen Erfahrungen noch verbessern, aber wir bereiten uns auch auf die Zukunft vor. Wir stehen vor der Aufgabe, ein Mittel zu erstellen mit welchem man normierte Wartungsleistungen messen könnte, um auf diese Weise schwache Punkte ausfindig zu machen. Ein System ist bereits bereitgestellt, mit dessen Hilfe man den Wartungszustand einer Anlage, Einrichtung, oder Ausrüstung bewerten kann, und wir hoffen dass wir nach seiner vollen Entwicklung imstande sein werden, Wartungsnormen im Verhältnis zu ihren Kosten zu formulieren.

Der Wartungsleiter wird auch auf einem anderen Gebiet eine wichtige Rolle zu spielen haben, und zwar auf dem der Energieerhaltung. Die Zeit der

billigen primären Rohstoffe ist vorbei und die für die technische Wartung und Gebäudeinstandhaltung zuständigen Berufskreise werden sich von den Umständen gezwungen sehen, ihre Fachkenntnisse der wirtschaftlicheren Energieproduktion, ihrer Verwendung und Erhaltung zuzuwenden. Sie werden sich auch der Erziehung der "Verbraucher" widmen müssen, die besonders im Gesundheitsdienst keine Vorstellung von den hohen Kosten einer Energieverschwendung haben und sich auch nicht der betreffenden Ursachen bewusst sind. Das Gesundheitsministerium hat sich mit der Förderung von Energieerhaltungsmassnahmen befasst und wird seine Arbeit in diesem wichtigen Tätigkeitsbereich auch fortsetzen. Das Gesundheitsministerium erwägt auch die Einführung von technischen Revisionen zur Einführung von Normen, die es dem Wartungsleiter ermöglichen würden, seine Leistung mit denjenigen seiner unter gleichen Umständen arbeitenden Kollegen zu vergleichen.

Alle die gegenwärtigen Arbeitsweisen und Systeme, sowie diejenigen, welche noch in der Zukunft entwickelt werden sollen, werden die Gesamtleistungsfähigkeit steigern, unter der Voraussetzung, dass sie richtig gehandhabt werden. Unsere erste Priorität muss daher dem Ziel gelten zu erreichen, dass die Leiter draussen im Dienstbereich die notwendigen Fähigkeiten, Erfahrungen, Ausbildung und Qualifikationen haben, damit sie allen ihren schwierigen Aufgaben gerecht werden. Man wird von ihnen verlangen müssen, neue Fachkenntnisse und technologische Gebiete zu erlernen, um mit der Kompliziertheit der technischen Entwicklung Schritt zu halten, und um die ihnen zur Verfügung stehenden Mittel wirtschaftlich auszunützen. Letztlich hängt der Erfolg des Wartungsdienstes, oder sein Mangel, von den Eigenschaften der Leiter, Techniker und Handwerker ab, und nicht von den Methoden oder Systemen, und ich bin davon überzeugt, dass sie mit der richtigen Ausbildung und Leitung weiterhin verlässliche und zweckdienliche Dienste erweisen werden. Sie sind jedoch auf die Zusammenarbeit mit den Ärztlichen, administrativen, finanziellen und anderen Berufskreisen im Krankenhaus angewiesen, wenn sie ihrer sich lohnenden Aufgabe, den Patienten im Krankenhaus lebenswichtige Dienste und Annehmlichkeiten zu erweisen, vollauf gerecht werden sollen.

J. Knipe C. Eng. M.I. Mech E. M. Inst. F.
Department of Health,
Euston Tower,
286 Euston Road,
London
NW1 3 DN - United Kingdom

Betreuung gebäudetechnischer Anlagen durch System Technowart
J.A. Schütte, Köln

Es wurde schon oft die Frage gestellt, ob unsere heutige Gesellschaft eine Wegwerfgesellschaft ist.

Spätestens anlässlich der Ölkrise 1973 muß diese Frage eindeutig mit nein beantwortet werden.

Manche Leute glauben zwar immer noch, aus dem vollen schöpfen zu können, was aber zweifellos auch mit dem inzwischen leider erheblich verschobenen Eigentumsbegriff zu tun hat.

Nun ist Besitz nicht Eigentum, sondern in erster Linie Nutzen. - Nutzen setzt aber Funktion voraus.

Wie sieht es nun beispielsweise im Bereich der technischen Gebäudeausstattung aus? (Der Wertanteil des technischen Ausbaus im Klinikgebäude liegt heute im Einzelfall bei bis zu 60 %).

Anders als bei industriellen Produktionsanlagen, wo maximale Anlagenverfügbarkeit meßbare Kapazitätsauslastung als Ergebnis hat, kann man z.B. in Krankenhäusern oder auch in Verwaltungsgebäuden die Folgen von Verschlechterung der Raumkonditionen nicht immer exakt messen, obwohl gerade im OP-Bereich ganz besondere Forderungen an die Klimatechnik gestellt sind.

Leider erlebt man für den Bereich der Gebäudetechnik häufig eine unglaubliche Behäbigkeit und eine teilweise nicht zu verantwortende Gleichgültigkeit.

Wurden nicht im Klinikbereich in vielen Fällen die Verantwortlichen erst durch Schlagzeilen in der Presse auf die Ernsthaftigkeit der Instandhaltungsproblematik aufmerksam?

Nicht nur im Zusammenhang mit der öffentlichen Kritik an der Kostenexplosion im Gesundheitswesen ist es nötig, auch in diesem Teilbereich für Transparenz und eine Eingrenzung der Kosten entsprechende Hilfsmittel einzusetzen.

Es wird leider oft schon bei der Besetzung des haustechnischen Personals gesündigt.

Sind nicht die Positionen in der Haustechnik durch den engen Rahmen der Stellenpläne zwangsläufig in vielen Fällen Auffangstellen für soziale Fälle?

Die unflexible Personalpolitik der öffentlich rechtlichen Anstalten verstärkt diesen Trend nur noch. Auch schlechte Mitarbeiter müssen mit durchgefüttert werden, was die Arbeitsmoral der guten Leute sicher nicht erhöht.

Es erscheint uns in diesem Zusammenhang fraglich, ob sich die Nutzer von technischer Gebäudeausstattung über die Bedeutung der Instandhaltung überhaupt im klaren sind.

Die technische Betreuung verlangt außerordentliche Initiative und Einsatzbereitschaft und ist nur durch ein in vielen Gewerken leistungsstarkes Team zu bewältigen.

Diese Mannschaft muß mit Hilfe einer praxiserprobten Instandhaltungsplanung geführt werden.

Wenn man bedenkt, welcher Umfang an internen Betriebsunterlagen für Küchenmaschinen oder ein Auto bereitgestellt wird, ist das, was heute auf dem Sektor der Gebäudetechnik bei Objekten im Wert von Millionen geschieht, geradezu unverantwortlich.

Es stellt sich hier die Frage: Was kann oder sollte bereits der Planer dieser Anlagen tun? -

Es kann doch keinesfalls egal sein, was mit den Anlagen später passiert. Also sollte das Interesse daran auch nicht mit der Abnahme enden. -

Technowart versteht seine Arbeit als die logische Weiterführung der Arbeit des Planers.

Im Rahmen unserer Tätigkeit fanden wir Wertverluste, die die Abschreibungen weit übersteigen! Häufig funktionieren die Anlagen schlecht und unwirtschaftlich.

In den letzten Jahren wurden eine Reihe von Richtlinien und Hilfen angeboten. Die VDMA-Richtlinie Nr. 24186 z.B. ist sicherlich inzwischen zu einer solchen wichtigen Hilfe für Nutzer und Instandhalter geworden. Sie ist jedoch nur als allgemeine Richtlinie zu verstehen und enthält deshalb auch keinen Wartungsturnus.

Im speziellen Fall kann jedoch nur eine auf das betreffende Objekt abgestimmte Instandhaltungsorganisation eine praktisch wirksame Arbeitshilfe für die Verantwortlichen sein.

Technowart konnte inzwischen auf diesem Gebiet einen reichhaltigen Erfahrungsschatz sammeln und erarbeitet solche Arbeitshilfen.

Das Arbeitsgebiet umfaßt, beginnend mit der Unterstützung des Bauherrn oder Nutzers bei der Übernahme, die Organisation der Instandhaltung bis zur kompletten technischen Betriebsführung, darüberhinaus auch Wartung, Reparatur und Inspektion. - Also das gesamte Spektrum der späteren Betreuung.

Ich möchte Ihnen nun eine Tonbild-Schau zeigen, in dem unser Vorgehen im einzelnen beschrieben wird und bitte dafür um Ihre Aufmerksamkeit.

Tonbild-Schau; "Planung statt Zufall" (12 Min.)

Geplante Instandhaltung - Planung statt Zufall, das ist unsere Antwort auf die Kostenexplosion im Gesundheitswesen.

J.A. Schütte
Technowart
Gesellschaft für technischen
Wartungsdienst mbH
Bonner Str. 484

5000 Köln 51

Instandhaltung im Kreiskrankenhaus Herford

W. Knicker , Herford

1. Grundinformationen

Das Kreiskrankenhaus Herford ist ein Allgemeinkrankenhaus mit 11 Fachdisziplinen und hat 685 Betten. Es wurde am 1. Oktober 1973 in Betrieb genommen. Entscheidungen werden von einer kooperativ arbeitenden Betriebsleitung wahrgenommen. Sie setzt sich zusammen aus dem Ärztlichen Direktor, der Oberin und dem Verwaltungsdirektor. Instandhaltung, Instandsetzung und Reparatur gehören zu den Aufgaben der Technischen Abteilung, die dem Verwaltungsdirektor unterstellt ist.

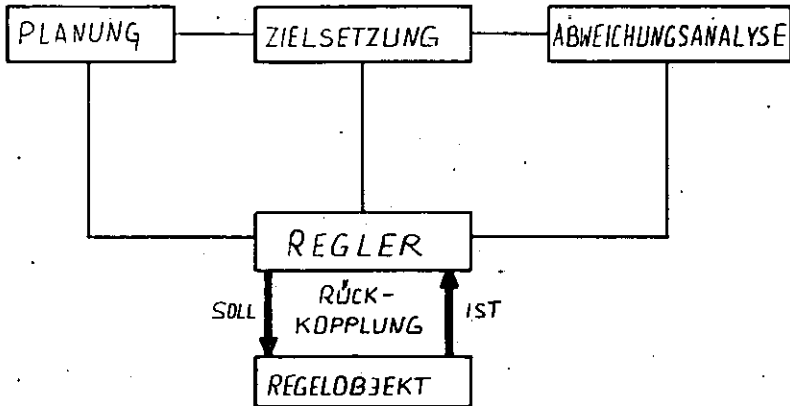
2. Organisation der Technischen Abteilung

Zum Verständnis der Ausführungen über die Instandhaltung ist es erforderlich, einige Aussagen über Organisation und Zusammenarbeit der Technischen Abteilung zu machen.

2.1 Das Regelkreismodell

Es war vom Augenblick der Inbetriebnahme an das Ziel, einen kooperativen Führungsstil nach dem Regelkreis-Modell zu realisieren mit einem hohen Grad an Eigenverantwortung auf jeder Ebene.

Die folgende Skizze zeigt ein solches Modell in vereinfachter Darstellung:

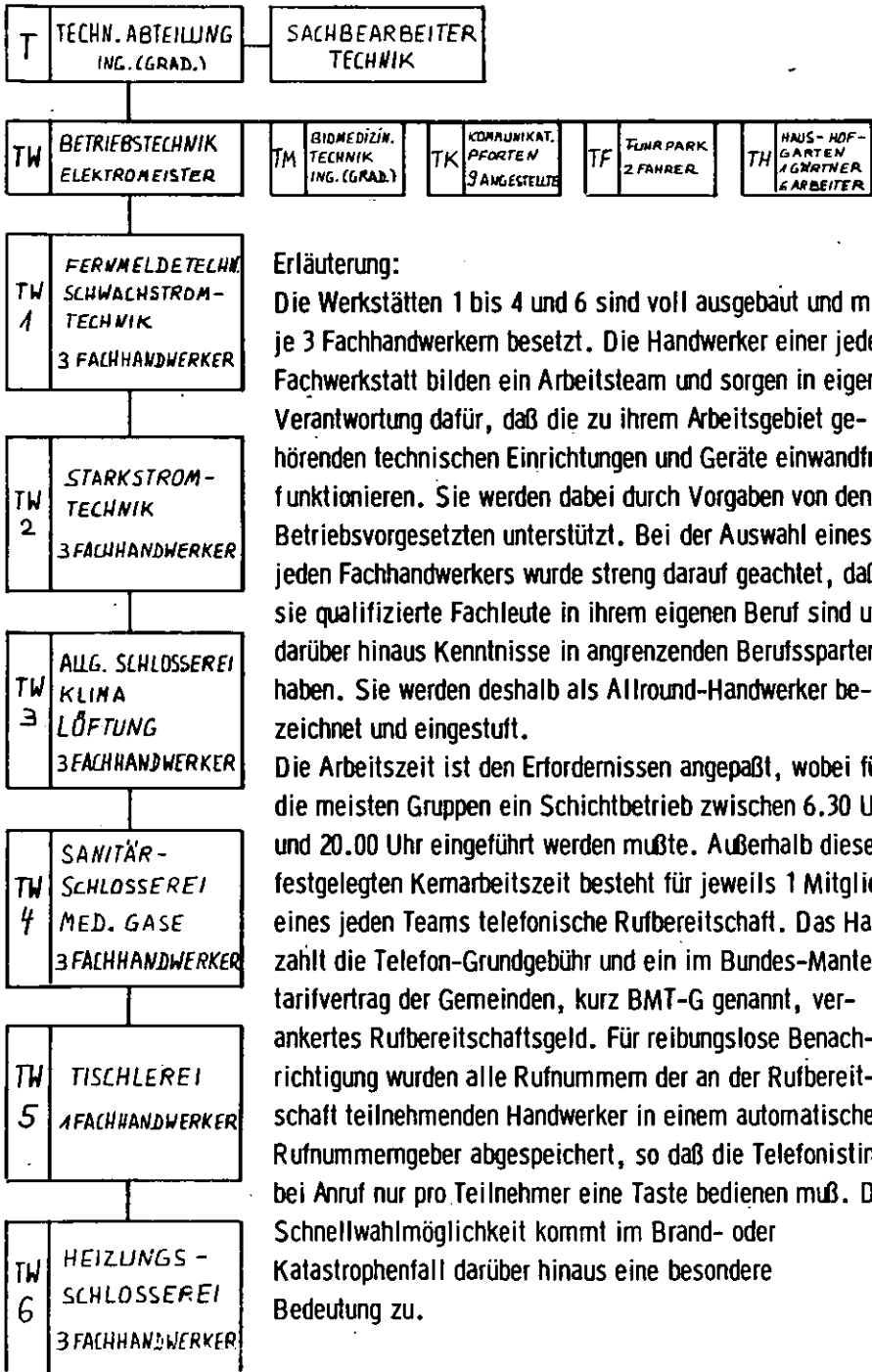


Das anzustrebende Ziel wird vorgegeben und terminlich fixiert. Regler und Regelobjekt bilden einen geschlossenen Regelkreis. Die Aufgabe wird gelöst, auch wenn der für die Zielsetzung verantwortliche Vorgesetzte eine zeitlang nicht anwesend ist.

Notwendige Entscheidungen werden von verantwortlichen Mitarbeitern auf allen Ebenen getroffen. Die Verantwortung ist damit nicht ausschließlich auf die Spitze konzentriert, sondern erwächst aus den Aufgaben einer jeden Ebene.

Der Regelkreis mit der ihn kennzeichnenden Rückkopplung bildet sich dabei genauso aus zwischen dem Technischen Leiter und dem Leiter der Gruppe Betriebstechnik oder Biomedizinische Technik, wie zwischen diesen und den Fachhandwerkern oder letzteren und der Instandhaltungsaufgabe selbst.

2.2 Das Organigramm der Technischen Abteilung



Erläuterung:

Die Werkstätten 1 bis 4 und 6 sind voll ausgebaut und mit je 3 Fachhandwerkern besetzt. Die Handwerker einer jeden Fachwerkstatt bilden ein Arbeitsteam und sorgen in eigener Verantwortung dafür, daß die zu ihrem Arbeitsgebiet gehörenden technischen Einrichtungen und Geräte einwandfrei funktionieren. Sie werden dabei durch Vorgaben von den Betriebsvorgesetzten unterstützt. Bei der Auswahl eines jeden Fachhandwerkers wurde streng darauf geachtet, daß sie qualifizierte Fachleute in ihrem eigenen Beruf sind und darüber hinaus Kenntnisse in angrenzenden Berufssparten haben. Sie werden deshalb als Allround-Handwerker bezeichnet und eingestuft.

Die Arbeitszeit ist den Erfordernissen angepaßt, wobei für die meisten Gruppen ein Schichtbetrieb zwischen 6.30 Uhr und 20.00 Uhr eingeführt werden mußte. Außerhalb dieser festgelegten Kernarbeitszeit besteht für jeweils 1 Mitglied eines jeden Teams telefonische Rufbereitschaft. Das Haus zahlt die Telefon-Grundgebühr und ein im Bundes-Mantel-tarifvertrag der Gemeinden, kurz BMT-G genannt, verankertes Rufbereitschaftsgeld. Für reibungslose Benachrichtigung wurden alle Rufnummern der an der Rufbereitschaft teilnehmenden Handwerker in einem automatischen Rufnummerngeber abgespeichert, so daß die Telefonistin bei Anruf nur pro Teilnehmer eine Taste bedienen muß. Der Schnellwahlmöglichkeit kommt im Brand- oder Katastrophenfall darüber hinaus eine besondere Bedeutung zu.

Durch diese Organisation des Technischen Dienstes und der Rufbereitschaft wird sichergestellt, daß Handwerker der Fachbereiche Fernmelde- und Elektrotechnik, Heizung, Lüftung und Sanitärtechnik jederzeit binnen weniger Minuten im Krankenhaus verfügbar sind.

3. Der Begriff der Instandhaltung und Möglichkeiten für eine periodische Wartung.

Unter Instandhaltung sollen Maßnahmen verstanden werden, die die Leistungsfähigkeit und Betriebsbereitschaft der technischen Einrichtungen während der vorgesehenen Nutzungsdauer sicherstellen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine periodische Wartung aller technischen Einrichtungen in vorher festgelegten Zeitabständen Voraussetzung.

Die erforderlichen Wartungszyklen können dabei variabel gestaltet werden. In diesem Fall muß der aktuelle technische Zustand der Einrichtung durch eine zusätzlich erforderliche Inspektion festgestellt und mit in die Entscheidungsfindung einbezogen werden.

Eine andere Möglichkeit ergibt sich durch feste Wartungszyklen, die wahlweise durch ein vorher festgelegtes Programm gleitend gestaltet werden können.

Wählt man diese Form, so bietet es sich an, alle erforderlichen Daten in einen Echtzeitrechner (real-time-computer) einzugeben, der dann durch besondere Ausdrücke an die fällige Wartung erinnert.

Ein solcher Rechner steht dem Kreiskrankenhaus Herford zur Verfügung. Es ist deshalb naheliegend, diese Form der Wartung für das Kreiskrankenhaus Herford anzustreben. Das dafür erforderliche Computer-Programm erhält den Namen

TEDCAS = Technical Department, Computer Aided Service und bedeutet "Technische Abteilung, rechnerunterstützte Instandhaltung".

Es wird weitgehend durch die eigene Abteilung entwickelt, die im Endausbau mit 2 Datenterminals direkt mit dem Rechner verbunden ist.

Zur Zeit ist als On-Line-Datenterminal ein Fernschreiber vorhanden.

4. Instandhaltung im Kreiskrankenhaus Herford
- 4.1 Beispiele zu wartender Geräte und Einrichtungen
 - 15 Personenaufzüge
 - 17 Lastenaufzüge (auch für die Behälter-Förderanlage)
 - 1 Datenbank-Rechner PDP 11/45, 64 k-Worte
 - 1 Rechner für den Betriebsbereich PDP 10/40, 96 k-Worte
 - 1 Laborrechner PDP 12/30, 16 k-Worte
 - 1 Strahlentherapie-Rechner
 - 1 Kobalt-60-Bestrahlungseinheit
 - 1 Rechner PDP 11/20, 16 k-Worte für die Nuklearmedizin
 - 1 Behälterförderanlage mit 37 Stationen, ca. 130 m vertikaler Förderstrecke, ca. 500 m horizontaler Förderstrecke und etwa 110 Antrieben.
 - 3 Vakuum Desinfektionsapparate
 - 2 Sterilisationsanlagen
 - 3 Substerilisationsanlagen
 - 3 Transformatoren mit je 400 kVA Leistung
 - 1 Transformator mit 630 kVA Leistung
 - 1 Ersatzstromaggregat 400 kW Leistung (VDE 0108)
 - 7 Notlichtgeräte (VDE 0107)
 - 3 Rotierende Spannungs-Großkonstanthalter für die Computer
 - 1 Automatische Jalousettenanlage mit 500 Antriebsmotoren
 - 4 Kälteaggregate mit je 80 kW Leistung
 - 50 Niederspannungs-Unterverteilungen

ca. 1000 Elektromotoren in allen Bereichen des Hauses

ca. 7000 Leuchtstofflampen

2 Hochdruck/Niederdruck Dampfkessel 10/0,5 bar, je 1 Mio kcal/h

2 Niederdruck Dampfkessel je 3 Mio kcal/h

1 Müllverbrennungsanlage mit ca. 1,2 Mio kcal/h Wärmerückgewinnung

55 Klima- oder Lüftungsanlagen für zus. etwa 280000 m³/h Luft

1 Kaltvergaseranlage für Sauerstoff

1 Telefonanlage mit 500 Teilnehmern / 23 Amtsleitungen

1 Rohrpostanlage mit 40 Stationen

1 Zentrale Gegensprechanlage mit 140 Teilnehmern

1 Uhrenanlage mit 55 Nebenuhren

1 Zentrale Patientenrufanlage mit Anschlüssen an allen Betten

1 Verstärkeranlage mit 4 x 120 Watt Leistung

1 UKW-Personenrufanlage mit etwa 80 Rufempfängern

4.2 Anlagen- und Gerätedatei

Kurz vor der Inbetriebnahme unseres Hauses am 1. Oktober 1973 wurden die einzelnen Gebäudeteile, Maschinen und Einrichtungen im Zuge einer technischen Abnahme übernommen. Zwangsläufig mußte die Technische Abteilung zu diesem Zeitpunkt eine große Anzahl von Daten, Schriftstücken und Technischen Unterlagen entgegennehmen und sinnvoll archivieren, wobei erschwerend hinzukam, daß das Stammpersonal noch nicht verfügbar war, da das alte Kreiskrankenhaus bis zum Tag der Inbetriebnahme des neuen Hauses weiterbetrieben werden mußte.

Wir entschlossen uns schließlich, die zu jeder Einzelanlage gehörenden Unterlagen in besonderen Ordnern abzuheften, denen drei- bzw. vierstellige Registriernummern zugeordnet wurden. Diese Registriernummern oder Ordernummern haben eine übergeordnete Bedeutung bekommen. Sie sind Teil einer Instandhaltungsnummer geworden, mit der die zu wartenden Geräte und Anlagen dauerhaft gekennzeichnet werden.

Darüber hinaus gibt es einen Ordnerplan, in dem alle Ordner und ihr jeweiliger Aufbewahrungsort verzeichnet sind.

Der einzelne Ordner erfüllt die Aufgabe einer Anlagen- und Gerätedatei. Außer den bereits erwähnten Geräteunterlagen findet man darin beispielsweise Schriftverkehr mit der Herstellerfirma, TÜV-Unterlagen, Verweise auf größere Zeichnungen, die in zentralen Zeichnungsschränken aufbewahrt werden und Berichte über durchgeführte Wartungen und Reparaturen.

In dem Ordner ist sozusagen der Lebenslauf einer jeden Anlage oder eines jeden Gerätes archiviert.

4.3 Instandhaltungs-Stammdatei und Erfassungsprogramm

Um den Vorteil von TEDCAS ausnutzen zu können ist es zunächst erforderlich, die benötigten Stammdaten in eine besondere Instandhaltungs-Datei einzutragen, die in dem zugehörigen Anlagenordner abgeheftet wird.

KREISKRANKENHAUS HERFORD · TECHNISCHE ABTEILUNG

Instandhaltungs-Stammbogen

000042-8661-02
 ADV Ordner Teil

Instandhaltungs-

Nummer

Name des Bauteils NETZERSATZBATTERIE
 Standort BATTERIERAUM NR: 0040
 Hersteller WILHELM HAGEN AG Tel (02921) 1021
 Lieferer S.I.E.MENS AG Tel (0521) 2911
 Anlage U.H.RENANLAGE
 Baujahr 1973 Inbetriebnahmedatum 01.10.1973
 Stamm-Werkstatt TW1 Materialbeschaffung: Ja/Nein Kostenstelle 942210
 Wartungsvertrag: X/Nein Einzelanforderung X/Nein Abschlußdatum _____
 Vertragsfirma _____ Tel (_____) _____
 Anwender vor Beginn der Wartung benachrichtigen: X/NEIN Tel. _____ Tel. _____

Instandhaltungs-terminmatrix	Typ	Zeit-Aufw. (min.)	erforderliche Personen	Abstand der Wartungen (Monate)																					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
Eigenwartung																									
Werkstatt	TW1	12	60	1	X																				
Fremdwartung durch Vertragsfirma																									

Anmerkung: Jede Werkstatt kann 10 unterschiedliche Wartungen als Standardwartungen definieren, die dann vom Rechner ausgedruckt werden.
 Die Wartungen 10, 20, 30 usw. fauten: Wartung nach Sondervorschrift, wobei 10 für TW 1, 20 für TW 2 usw. gilt. Zur Unterscheidung werden die Ziffern 1bis 9 angehängt.

aufgestellt		geprüft, freigegeben		Rechenzentrum (Eingabe)	
Datum	TW - WERKSTÄTTEN 19. OKT. 1976	Datum	TECHNISCHE ABTEILUNG 22. OKT. 1976	Datum	TW - WERKSTÄTTEN 27. OKT. 1976
Notiz	<input type="checkbox"/> <i>Sf</i>	Notiz	<input type="checkbox"/> <i>Lh</i>	Notiz	<input type="checkbox"/> <i>flw</i>

Zuvor jedoch wird ein Teil der verfügbaren Daten in den Rechner eingegeben. Damit diese Eingabe fehlerlos und unproblematisch auch von ungeschultem Personal erfolgen kann, wurde vom Rechenzentrum ein sogenanntes "Intelligentes Programm" bereitgestellt, das von sich aus alle erforderlichen Daten erfragt und dem eigentlichen Programm in geeigneter Weise zuordnet.

Der Bediener braucht nur noch die Antworten einzutippen.

ERFASSUNGSPROGRAMM STAMMDATEN TECHNISCHE WARTUNG

EDV-NR. :
ORDNER-NR. :
TEILE-NR. :
BEGINNDAUM :
NAME DES BAUTEILES :
WERKSTATT :
WARTUNGSTYP :
ARBEITSZEITAUFWAND :
ERFORDERL. PERSONEN :
WARTUNGSABSTAND (MONATE) :
WEITERE EINGABEN ZUR INSTANHALTUNGSMATRIX J/N ?

Diese Karten sind nach Fachwerkstätten geordnet und werden am Freitag einer jeden Woche durch den Sachbearbeiter Technik in sogenannte Schuppentaschen gesteckt, die im Bereich einer jeden Werkstatt angebracht wurden.

Außer der Instandhaltungsnummer wird die volle Bezeichnung der Anlage oder des Gerätes ausgedruckt. Die Karteikarte gibt außerdem Hinweise über die anzuwendende Wartungsvorschrift. Für allgemein gültige Wartungen liegen Vordrucke in jeder Fachwerkstatt bereit. Vordrucke für Spezialwartungen befinden sich in den einzelnen Geräteordnern.

Die zu verwendenden Vordrucke sind vorzugsweise in Form einer Checkliste aufgebaut, so daß der mit der Durchführung der Wartung beauftragte Handwerker die Erledigung der einzelnen Wartungsstufen nur durch ein Kreuz zu bestätigen braucht.

Danach gibt er Karteikarte und Checkliste zum Sachbearbeiter Technik zurück. In einer besonderen Bemerkungsspalte kann er zusätzliche Hinweise über eine erforderliche Großreparatur o.ä. geben, die dann zwischen dem Leiter der Betriebstechnik und dem Technischen Leiter besprochen und eingeplant wird.

Die erfolgreich durchgeführte Wartung wird dem Rechner abschließend durch den Sachbearbeiter Technik bestätigt (Rückkopplung !). Bei fehlender Rückkopplung nimmt der Rechner korrekterweise an, daß die Wartung nicht durchgeführt wurde. Er druckt dann in der Folgewoche eine 2. Aufforderung aus. Alle mit 2. oder noch höherer Aufforderung gekennzeichneten Instandhaltungs-Terminkarten werden dem Technischen Leiter vorgelegt.

Ist alles in Ordnung, werden die Unterlagen in dem Geräteordner (Anlagendatei) abgeheftet als Teil des Gerätelebenslaufs.

5. Kosten

5.1 Aufstellung der hochgerechneten Kosten für die zu wartenden Anlagen. (Ohne die Bauwerke)

Gebäudeeinrichtung, Außenanlagen, Gartenanlagen	3 700 000,-
Technische Einrichtungen	25 700 000,-
Med. Technische Einrichtungen	18 800 000,-
Automatisierte Datenverarbeitung ADV	<u>7 600 000,-</u>
	55 800 000,-
	=====

5.2 Jährliche Kosten für Instandhaltung und Reparatur

Personalkosten	240 000,-
Instandhaltungskosten	600 000,-
Wartungskosten	<u>660 000,-</u>
	1 500 000,-
	=====

Die jährlichen Kosten für Instandhaltung und Reparatur machen etwa
2,7 % der hochgerechneten Anlagenkosten aus.

Instandhaltung in einer freigemeinnützigen Anstalt in Bad Kreuznach.
E. Brede, Bad Kreuznach

Wenn auch das erheblich erweiterte Wissen um die betrieblichen, baulichen und technischen Belange im Krankenhaus nur mit großen Anstrengungen noch in einem Krankenhausprojekt optimal koordiniert und verarbeitet werden können, so ermöglicht ein Neubau doch - zwar in Grenzen - die Zentralisierung und möglichst kurzwegige Zuordnung der nach dem Betriebsablauf und der technischen Versorgung zusammengehörenden wesentlichen Betriebsstellen.

Wenn diese Gesichtspunkte von der Hand eines erfahrenen, guten Krankenhausarchitekten und in ständig bemühter Fühlungnahme mit dem Bauherrn und dem an Erfahrung und Wissen reichen leitenden Techniker des Krankenhauses bei der Planung in die richtige Funktionsbeziehung zueinander gebracht werden, so sind auch für die absehbare Zukunft wesentliche Voraussetzungen für eine leichtere und wirtschaftlichere Wartung bei gleichzeitig erhöhter Sicherheit geschaffen.

Das heißt also, daß schon bei der Planung eines Neubaus und der damit verbundenen Wirtschaftlichkeitsberechnung die Möglichkeit rationellen technischen Betriebes, unter Beachtung des Wartungsaufwandes, überprüft werden sollte.

Der bei der Planung möglichst frühzeitig zu beauftragende Fachingenieur für die technischen Gewerke sollte baldmöglichst schon - in Zusammenarbeit mit dem Techniker des Hauses - ein geeignetes Wartungssystem erarbeiten und planungsbegleitend einen Wartungsplan erstellen.

An diesen Gedanken ist schon der wesentliche Unterschied in den Möglichkeiten der Erarbeitung eines Wartungsplanes bei einem Neubau und einem Altbau zu erkennen.

Ich wage den vorsichtigen Verdacht zu äußern, daß in dieser Hinsicht viele Neubauten den Altbauten gleich sind, d. h. sie werden ohne Wartungsplan in Betrieb genommen, weil man sich bei Baubeginn über

den Umfang der neuen Technik im Unklaren war und man außerdem nicht erkannt hatte, daß zu der wertvollen Technik des neuen Hauses auch neue Mittel und das entsprechende Personal in Anzahl und Qualifikation gehören.

Nun zur Praxis in unserem Hause. Es handelt sich dabei um eine konfessionelle, gemeinnützige Anstalt mit ca. 2 000 Betten, davon ca. 1 200 Betten in der Hauptanstalt inmitten einer mittleren Kleinstadt gelegen und davon wiederum das Krankenhaus mit 400 Betten im Umbruch zur Planung eines neuen Hauses mit ca. 500 Betten.

Das Krankenhaus ist jetzt in 4 getrennt liegenden Baukörpern, die weiteste Entfernung zueinander beträgt ca. 400 mtr., untergebracht. Zwei Gebäude aus der Zeit um die Jahrhundertwende waren im Krieg ausgebrannt und wurden Anfang der 50er Jahre den damaligen Umständen entsprechend wiederhergestellt. Ein Gebäude steht noch seit 1914 und das weitere wurde - als Pflegehaus gebaut - durch Kriegszufall Lazarett und blieb nach dem Krieg Krankenhaus.

Durch wesentliche Um-, Aus- und Erweiterungsbauten und technische Modernisierung war man ständig bemüht, trotz der erschwerten Umstände, dem Zeitstand entsprechende Leistungen für die Patienten zu erbringen.

Während sich der Gesamtgebäudebestand der Hauptanstalt etwa verdoppelt hat, ließ sich das Neubauvorhaben Krankenhaus aus geländemäßigen und finanziellen Schwierigkeiten bisher noch nicht verwirklichen.

Nachdem durch das immer weitere Hinausschieben des Krankenhausneubauprojektes keine absehbare Aussicht auf eine bauliche Neuordnung und die damit verbundene koordinierte Zentralisierung mit der notwendigen Verbesserung der technischen Versorgung und des Betriebsablaufes bestand, sah ich die akute Gefahr, den Gesamtüberblick über alle sich ständig differenzierter ausdehnenden Anlagen und Einrichtungen sowie den laufenden Betrieb zu verlieren.

In der Erkenntnis, daß die Gesamtinstandhaltungsplanung nicht mehr auf den Krankenhausneubau warten konnte, gingen wir im technischen Bereich an den Aufbau einer Wartungsplanung. Über Jahre hin wurden neben den vom technischen Bereich zu erbringenden umfangreichen Planungen und der Errichtung von vielen Neubauvorhaben der anderen Arbeitsbereiche sowie dem technischen Ausbau und dem laufenden Betrieb Aufzeichnungen über alle vorhandenen und entstehenden technischen Anlagen zusammengetragen und geordnet registriert.

Ein neues Schema für die Aktenordnung und in Anlehnung hieran für die Einordnung aller zeichnerischen und sonstigen technischen Unterlagen wurde erarbeitet. Mit der Durcharbeitung aller Akten und wichtigen Unterlagen wurde begonnen.

Verteilungs- und Schaltpläne für die Stromversorgung mit Hochspannungs-, Niederspannungs-, Notstrom- und Schwachstromnetz, Unterverteilungen sowie Kabelpläne usw., Pläne für das Wärmeversorgungsnetz, angefangen mit den Kesselanlagen im Fernheizwerk über die Unterstationen und -verteilungen bis zu den Häusern usw., Pläne für das Wasserversorgungsnetz einschl. der verschiedenen Tiefbrunnen usw., das Gasnetz und das Abwassernetz mußten zum großen Teil neu erstellt werden. Alle zeichnerischen Unterlagen von Gebäuden und Anlagen müssen überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht und in das dem Aktenschema möglichst entsprechende Register eingeordnet werden.

Ineinandergreifend mit diesen Arbeiten erfolgte als erste, grundlegende Maßnahme die Erstellung einer einfachen Wartungskartei unter Berücksichtigung des leider immer noch bestehenden Übergangsstadiums im Gebäudebestand. Diese bedeutet ein das Gedächtnis ersetzendes, automatisch ablaufendes Schema, durch welches alle regelmäßig wiederkehrenden, zur Sicherung des laufenden Betriebes erforderlichen, meist gleichen Arbeiten fixiert und veranlaßt werden können. Sie enthält von jeder im Betrieb befindlichen und

zu wartenden Anlage bzw. Einrichtung eine Karteikarte. Auf dieser ist das zu wartende Teil oder die Anlage mit allen technischen Daten, dem Standort usw. beschrieben. Außerdem sind alle bei der jeweiligen Wartung auszuführenden Arbeiten genau, möglichst verständlich für den ausführenden Handwerker beschrieben, aufgeführt. Beigefügt ist eine Karte, auf welcher der jeweils mit der Arbeit Beauftragte mit Datum und Namenszug die Ausführung der Wartung bestätigt. Vorgefundene besondere Mängel oder Reparaturen, besonders der Austausch von Teilen, müssen ebenfalls vermerkt werden. Die Karten sollten aus möglichst haltbarem, schmutzunempfindlichen Material bestehen. Die Einordnung der Karten nach dem jeweiligen Wartungsdienst sollte nicht unüberlegt erfolgen. Am besten wird sie von einer Person vorgenommen, die genügenden Überblick über die Gesamtinstandhaltung hat. An dieser Stelle sind nämlich u. a. relativ einfach einzuschalten die Erfassung der Schäden nach Häufigkeit und Bedeutung, die Schadenanalyse, die Schwachstellenermittlung. Hier können Listen oder Schadenskarten angelegt und gesammelt werden als Vorbereitungsstufe zur Schwachstellenbekämpfung und zu sonstigen Verbesserungsmöglichkeiten. Beim Einordnen der Karte, nach Ausführung des jeweiligen Wartungsdienstes, setzt der Betriebsleiter oder dessen Beauftragter den Reiter auf der Karte in die Spalte des nächsten festgesetzten Wartungstermins. Die Reiter der in einer Woche anstehenden Arbeiten sind dann jeweils in einer Reihe hintereinander sichtbar. Eine über alle Karteikarten gespannte Gummischnur markiert die jeweils zu einem Zeitpunkt zu wartenden Anlagen und Einrichtungen. Die verschiedenen Anlagenbereiche sind durch Schieber mit unterschiedlichen Farben gekennzeichnet. Auch durch Fremdfirmen auszuführende Wartungen müssen in der Kartei enthalten sein und terminlich überwacht werden.

Die Aufstellung einer solchen Wartungskartei erfordert konsequente Zielsetzungen und einen langzeitlichen Arbeitsaufwand, verbunden mit nicht nachlassendem Eifer und Interesse aller Beteiligten.

Da die Erfolge dieser langwierigen und umfangreichen Arbeit kaum kurzfristig meßbar noch augenfällig erkennbar sind, bedarf es intensiver Bemühungen zur Motivation der Mitarbeiter.

Es muß sorgfältig abgewogen werden, welche Anlagen und Einrichtungen aus dem Bereich der Gebäude- und Medizintechnik in die laufende d. h. vorbeugende Wartung einbezogen werden. Hierbei sind an erster Stelle die Belange der Sicherheit und unmittelbar danach die der Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen. Erst dann können die Belange des Komforts oder der Bequemlichkeit erwogen werden.

Wir haben in unserem Betrieb zunächst einmal besonders wichtig erscheinende Teilbereiche in die Wartungskartei aufgenommen, um das Sicherheitsrisiko zu vermindern. Inwieweit es uns bei der ständigen Auslastetheit des Personals möglich sein wird, nicht offen sichtbaren Erfolgen unserer Maßnahmen nachzuspüren, bleibt abzuwarten. Die Erhöhung der Betriebssicherheit besteht jedoch zweifellos schon jetzt. Als nächstes Ziel, neben der Erfassung weiterer Bereiche, streben wir die Ermittlung der Schadenshäufigkeit an. Von dieser ausgehend hoffen wir dann, an die Schwachstellenverminderung heranzugehen zu können. Die Feststellung der Schäden erfolgt zunächst durch die im Wartungsdienst eingesetzten Handwerker. Dies läßt erkennen, wie wichtig der Einsatz jedes einzelnen Handwerkers und dessen Engagiertheit und gleichzeitig auch die straffe Organisation des gesamten Vorhabens ist.

Zur Registrierung und Analyse der einzelnen Schäden sind genauere Angaben über Art, Umfang, Stelle, betroffene Teile, erkennbare oder vermutete Ursache wichtig. Hierfür vorgedruckte nicht zu große Karten sollten die entsprechend eingesetzten Handwerker immer bei sich haben. Zu prüfen bleibt jedoch auch, ob nicht zunächst auf einfachste Art nur die Registrierung von Schadensfällen überhaupt und die Ermittlung der Häufigkeit schon zu einem ausreichenden Teilerfolg führt.

Wegen der ungewissen Zukunftsentwicklung in unserem Gebäude- und Anlagenbestand müssen wir in besonderem Maße die weiteren Maßnahmen der Zusammenfassung der technischen Versorgung und Überwachung prüfen und abwägen. Auf die gegebenen Möglichkeiten der zentralen Leittechnik im gesamten werden wir vorläufig - trotz des Zeitstandes der Entwicklung - noch verzichten müssen.

Allerdings haben wir den Einbau einer einfachen elektronischen Störmeldeanlage als flankierende Maßnahme zu der mit der Wartungskartei eingeführten teilweisen vorbeugenden Instandhaltung vorgenommen. Von den Endüberwachungspunkten werden Störmeldungen über Terminals an die Zentrale im Fernheizwerk, die Werkstatt und den Nachtbereitschaftsdienst gegeben. Dort wird ein optisches und akustisches Signal ausgelöst und gleichzeitig nach einem Codesystem die Störstelle angezeigt. Die Zentrale fragt in Sekundenbruchteilen alle Terminals ab und speichert weitere Störungen. Die Erweiterung der Anlage wie auch der Einbau eines Druckers zum Ausdrucken aller Störmeldungen mit Zeitangaben usw. ist jederzeit möglich.

Man sieht, wie schon bei Durchführung jeder Teilmaßnahme Aufwand, Kosten und Erfolg (sichtbarer und unsichtbarer) erwogen werden müssen. Jedes Krankenhaus muß hier die ihm gemäße Entscheidung treffen. Nach meiner Auffassung steht jedoch fest, daß wir bei der ständig zunehmenden Kompliziertheit der Technik im Krankenhaus, sowohl von der sicherheitlichen als auch von der wirtschaftlichen Seite her, nicht mehr auf eine gezielte und geordnete Instandhaltung verzichten können. Die hierfür notwendigen qualifizierten personellen und wirtschaftlichen Voraussetzungen im Technischen Bereich müssen, trotz allem Verständnis für notwendige und mögliche Sparsamkeit, sowohl von den Krankenhausträgern als auch besonders vom Gesetzgeber her schnellstmöglich geschaffen werden.

Dipl.-Ing. Eberhardt Brede
Baudirektor
Waldemarstr. 22a
6550 Bad Kreuznach

Verzeichnis der Autoren und Vorsitzenden

- Anna, Otto, Prof.Dr.-Ing., Abt. für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Börner, Hans, Dr.-Ing., Baudirektor, Wirtschaftsministerium, Friedrichswall 1, 3000 Hannover 1
- Brandstädter, Klaus, Ing.grad., Technischer Leiter, Olga-Hospital, Bismarckstr. 8, 7000 Stuttgart 1
- Brede, Eberhardt, Baudirektor, Waldemarstr. 22 a, 6550 Bad Kreuznach
- Danner, Alois P., Lic.rer.pol., Ing.grad., Alte Stockstr.85, CH-5022 Rombach/Schweiz
- Edwards, P.L.F., British Vice Consul, British Consulate-General, Uhlemeyer Straße 9-11, 3000 Hannover 1
- Grothus, Horst, Dipl.-Ing., Wetrting 4, 4270 Dorsten 21
- Haidekker, Alexander, Dr.rer.pol., Poppenbütteler Landstraße 8, 2000 Hamburg 65
- Hartung, Christoph, Prof.Dr.-Ing., Abt. für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Kerl, Rainer, Dipl.-Ing., Abt. für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Klie, Helmut, Dipl.-Ing., Abt. für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Knicker, Wilhelm, Technischer Leiter, Kreiskrankenhaus Herford, Schwarzenmoorstraße 70, 4900 Herford
- Knipe, J., C.Eng., M.I.Mech.E., M.Inst.F.
Dept. of Health, Euston Tower, 286 Euston Road,
London, NW 1 3 DN, UK

- Kreinberg, Wolfgang, Dipl.-Ing., Abt. für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaus-technik, Postfach 610 180, 3000 Hannover 61
- Kroll, Manfred, Technischer Leiter, Rudolf-Virchow-Krankenhaus-Kinderklinik, Reinickendorferstr. 61, 1000 Berlin 65
- Lange, E., Dipl.-Ing., Oberbaurat, Gemeinde-Unfallversicherungsverband, Am Mittelfelde 169, 3000 Hannover 81
- Männel, Wolfgang, Prof.Dr., Universität Dortmund, Lehrstuhl für Fertigungswirtschaft, Vogelpothsweg, Hauptbaufläche C1-02-426, 4600 Dortmund
- Marx, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing., Brown, Boveri & Cie AG, Kallstädter Straße 1, 6800 Mannheim 1
- Morghen, D., Dr.-Ing., Leiter des Bereiches Werksanlagen, Volkswagenwerk AG, Postfach, 3180 Wolfsburg
- Pfeiff, Hans, Prof.Dr., Eichendorffring 137, 6300 Gießen
- Renkes, Dieter, Dipl.-Ing., Direktor, Mannesmannröhren-Werke A.G., Wiesenstraße 35, 4330 Mühlheim-Ruhr
- Schütte, J.A., Technowart Gesellschaft für technischen Wartungsdienst mbH, Bonner Straße 484, 5000 Köln 51
- Schuy, Stefan, Prof.Dr.techn., Inst. für Elektro- und biomedizinische Technik, Technische Universität Graz, Inffeldgasse 18, A-8010 Graz/Oesterreich
- Seelig, Manfred, Rechtsanwalt, Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e.V., Postfach 700969, 6000 Frankfurt/M. 70
- Smidt, Harm, Dipl.-Ing., OBERINGENIEUR, Lauenauer Straße 52, 3252 Bad Münster 13
- Süllentrop, P., Dipl.-Ing., Deutsches Krankenhausinstitut, Tersteegenstraße 9, 4000 Düsseldorf

Treichl, Siegfried, Ing.grad., Siemens A.G., Zweignieder-
lassung München, VE 6P, Postfach 202109,
8000 München 1

Tryzna, Manfred, Dipl.-Ing., Obergewerberat, Staatl.
Gewerbeaufsicht Hannover, Deisterstraße 17 A,
3000 Hannover 91

Nachmeldung:

Glörfeld, K., Dr.-Ing., Volkswagenwerk A.G., Postfach,
3180 Wolfsburg 1

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.

medico LEASING

Der Vorteile wegen

EIN BEITRAG
ZUR WIRTSCHAFTLICHKEIT
IM KRANKENHAUS

WIR UNTERBREITEN IHNEN GERN EIN ANGEBOT NACH IHREN ANGABEN AUF DEM
UMSEITIGEN COUPON.

medico LEASING

medico finanzleasing GmbH & Co. KG.
Bonn / Berlin

1000 Berlin 12, Bismarckstraße 28
vis à vis vom Ärztehaus
Sa.-Nr. (030) 3 41 30 08 • Telex 01 84165

Betr.: Information zum maßgeschneiderten Leasingangebot

Bitte senden Sie mir/uns ein maßgeschneidertes Leasingangebot unter Berücksichtigung der günstigsten Leasingdauer und der nachfolgenden Information:

Ich/wir planen folgende Investitionen:

<u>Geräte/Gerätearten</u> <u>bzw. PKW</u>	<u>Hersteller</u>	<u>ca. Kaufpreis</u> <u>o. MWSt.</u>
.....
.....
.....

voraussichtlicher Termin der Anschaffung:.....

Bitte zutreffendes ankreuzen und ergänzen:

- Privatklinik städt. Krankenhaus konf. Krankenhaus Universitätsklinik

Die Lieferung soll erfolgen durch die Firma:.....

Sonstige Bemerkungen:.....
.....

Absender:

TN-Technik im Krankenhaus

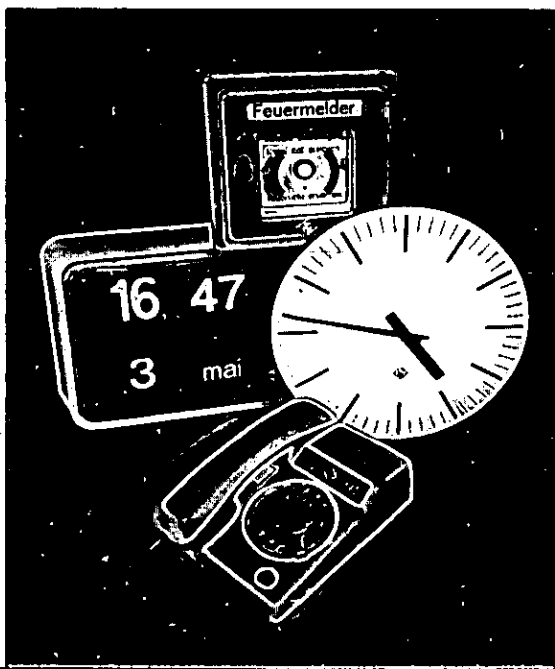
Systeme für Kommunikation und Information

Welche Vorteile Ihnen TN-Systeme bieten und wie Sie damit am wirtschaftlichsten arbeiten, darüber informieren wir Sie gerne ausführlich.

Senden Sie uns dazu die umseitige Antwortkarte oder wenden Sie sich direkt an eine unserer Geschäftsstellen in 290 Orten der Bundesrepublik.



Telefonbau und
Normalzeit



TN-Technik im Krankenhaus



Systeme für Kommunikation und Information

Bitte senden Sie mit kostenlos-
Informationen über:

- Fernsprech-Nebenstellenanlagen
- Zeitdienst- und Zeiterfassungs-
anlagen
- Datenverkehr
- Feuer-
meldeanlagen
- Einbruch- und
Überfallmeldeanlagen
- Sprech-
anlagen
- Schwesternrufanlagen
- Elektroakustische Anlagen
- Antennenanlagen
- Hausinterne
Fernsehanlagen
- Fernschreiber-
Fernkopierer
- Personen-Such-
anlagen

Absender:

Antwort

Bitte mit
40 Pf
freimachen

Telefonbau und Normalzeit
Abteilung 2185/4383

Postfach 4432

6000 Frankfurt am Main