

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 102 (1984)
Heft: 24

Artikel: Instandhaltung von technischen Anlagen, Teil II
Autor: Schärer, Frank
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75479>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

messer auf (Bild 13 unten). Die Leitung wird in die Übergangszeit von der hellenistischen zur römischen Periode datiert, ebenso wie die viel kürzere bei Patara, 290 km südöstlich von Izmir [29]. Alle anderen Druckleitungen Kleinasiens entstanden zur Zeit der Römer [30, 31]. Deren älteste war übrigens die gegen Ende des 2. Jahrhunderts vor Chr. bei Alatri, 65 km östlich von Rom, von Betilenius gebaute Bleileitung, welche 3 km lang war und deren Rohre von 10 cm Innendurchmesser und 3,5 cm Wandstärke bis zu 10 bar Druck aushalten mussten [32].

Praxis und Wissenschaft

Es mag erstaunen, dass in dieser kurzen Übersicht über altgriechische Wasser-

bauten – der Hafenbau ist mangels genügender Unterlagen nicht berücksichtigt – keiner der zahlreichen Wissenschaftler genannt ist, die sich seit Thales (624–546 vor Chr.), der das Wasser zum Ursprung aller Dinge erklärte, mit dessen Herkunft, Eigenschaften und Verhalten beschäftigten [33].

Selbst die hydrologischen Erkenntnisse des berühmten Aristoteles (385–322 vor Chr.) und die geniale Hydrostatik des Archimedes (287–212 vor Chr.) fanden wohl kaum Eingang in die damalige wasserbauliche Praxis, zumal letzterer «jeden mechanischen Geschäftsbetrieb, überhaupt jede Kunst, die sich mit dem Bedürfnisse berührte, nur für eine niedrige Handwerkssache ansah» [34]. Die fruchtbare Symbiose zwischen Technik und Wissenschaft ist erst viel

jüngeren Datums und eines der typischen Merkmale unserer Zeit. Sie ist selbst heute nicht immer so eng wie Aussenstehende oft annehmen. Dies gilt auch für den Wasserbau, der noch heute wesentlich geprägt wird von Erfahrung und Intuition, d.h. Kunst. Dies ist aber auch die Bedeutung des griechischen Wortes «techné», und in diesem Sinne sollten die Wasserbauten der alten Griechen wohl gewürdigt werden.

Adresse des Verfassers: N. Schnitter, Dipl. Bauing. ETH/SIA, Dir. Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG, 5401 Baden

Nach einem Vortrag vom 25. Januar 1984 im Wirtschaftshistorischen Kolloquium der Universität Zürich.

Instandhaltung von Technischen Anlagen – Teil II

Von Frank Schärer, Winterthur

Nachdem im Teil I (H. 23/84) der Aufgabenbereich und die Methoden der Anlagen-Instandhaltung dargestellt und im Beispiel gezeigt wurden, kommt im Teil II die Organisation der Instandhaltung zur Sprache.

Der Ausblick auf die künftige Entwicklung basiert auf der zunehmenden Bedeutung der Instandhaltung.

Organisation der Instandhaltung

Für die Optimierung von Erhaltungsmaßnahmen sind vorerst zwei Gesichtspunkte massgebend, nämlich:

1. die Optimierung über den ganzen Lebenslauf der Anlage hinweg, der sich vom Hersteller bis zum Betreiber erstreckt, und
2. die Optimierung während des Einsatzes beim Betreiber.

Optimierung im Lebenslauf der Anlage

Zuerst zum Lebenslauf der Anlage, wiederum erläutert am Zweikreismodell (vgl. Bild 8, Teil I), das die weitgreifenden, über den Hersteller und den Betreiber sich erstreckenden Einflüsse der Instandhaltung darstellt. Die Integration der Erhaltungsfunktion in das übergeordnete Fachgebiet des Anlagewesens zeigt sich deutlich.

In der Praxis konkretisiert sich das Problem der Optimierung auf zwei Unternehmungen, nämlich

- auf den *Hersteller*, der produktionsgerechte, instandhaltfreundliche und servicearme Anlagen zu marktkonformen Preisen anbieten soll, und

- auf den *Betreiber*, der solche Anlagen zur Erfüllung seiner Produktionsziele kauft, betreibt und instandhält.

Unser Augenmerk konzentriert sich im folgenden auf die Unternehmung des *Betreibers*.

Regelkreis «Organisation und Durchführung»

Gehen wir davon aus, dass auf einer grünen Wiese ein neues Werk entstehen und auch eine entsprechende Instandhaltungsorganisation aufgebaut werden soll. Hier sind zwei Phasen zu unterscheiden:

- die Organisationsphase und, nach ihrem Abschluss und nach Inbetriebsetzung der Anlage,
- die Durchführungsphase.

Verfolgen wir die wichtigsten Schritte anhand des Regelkreises (Bild 14).

Ziele, Methoden

Am Anfang jeder Organisation stehen Ziele. Hat die Produktionsabteilung ihre eigenen Fertigungs-Absichten fixiert und die entsprechenden Anlagen geplant, so können die Zielsetzungen, die Ersatz- und Erhaltungspolitik sowie die Anforderungen an die Instandhaltung festgelegt werden.

Die Ziele, die sich der Betreiber für die Erhaltung seiner Anlagen setzen soll,

sind in der entsprechenden Schweizer Norm festgelegt, so u.a. für den Leiter Instandhaltung: «Die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit der Anlage ist auf wirtschaftliche Weise zu gewährleisten.»

Konkret ist folgende Zieloptimierung zu erreichen: Ein Abstimmen

- der Einsatzdauer der Produktionsmittel auf die Fertigungsdauer der hergestellten Produkte sowie
- der Instandhalte-Massnahmen auf die Lebensdauer der Produktionsmittel.

Ferner ist für jedes einzelne Objekt die anzuwendende Instandhalte-Methode festzulegen. Zuerst ist zu beurteilen, wie hoch die Zuverlässigkeit der einzelnen Anlagen für die Erreichung des Produktionsziels angesetzt werden muss. Daraus ergeben sich die entsprechenden Arten der Anlagenüberwachung und der Instandsetzungs-Massnahmen. Ohne Zweifel werden wir die Wartung als festen Bestandteil unserer Massnahmen vorsehen.

Anlagenbewirtschaftung

Ferner ist die Anlagenbewirtschaftung zu organisieren; die Erfassung, Bewertung und kostenmässige Überwachung der Anlagen sind vorzubereiten.

Damit die Instandhaltungs-Vorgänge geplant und objektbezogen ausgewertet werden können, sind zuerst alle Anlagen systematisch zu erfassen. Grundlage hierfür ist die *Objektnummerierung*; am Beispiel unserer Drehbank war es die Nummer 13023.

Nach heutigen Erkenntnissen wäre es vorteilhafter, zwei Nummern zu verwenden:

- Eine *Identifikations-Nummer*, das heisst eine laufende Nummer, dem

Objekt auf Lebzeiten fest zugeteilt, als Referenzbegriff für die objektweise Aufwandauffassung, ferner

- eine *Code-Nummer* für die Objektart, die mit der technischen Entwicklung und ohne Verlust der Identifikation mutiert werden kann. Diese Code-Nummer ist die Grundlage für die Bildung von Aufwand-Kennzahlen für Familien ähnlicher Objekte.

Der gesamte Anlagenbestand ist mit Hilfe dieser Nummern in einer *Datenbank* zu erfassen und u.a. mit Anschaffungs- und Wiederbeschaffungswert, mit Abschreibungsdauer und anzuwendendem Zinssatz zu kennzeichnen.

Ein weiteres, wichtiges Element der Anlagenbewirtschaftung sind aussagefähige *Kostenarten*. Für die Kostenerfassung wird pro Kostenstelle ein sogenannter Soll-Ist-Vergleich erstellt und nach den Kostenarten gegliedert.

Für die Gliederung der *Instandhaltungskostenarten* ist zu fordern, dass sie auch Auskunft über die Verursachung der Kosten geben können. Daher sind in den Kostenarten Anschaffung und Instandhaltung eindeutig zu trennen. Ferner ist vorteilhaft, für die Kosten planmässig angeordneter Arbeiten einerseits und ausfallbedingter Massnahmen andererseits getrennte Kostenarten zu führen. Aufgrund dieser Trennung werden zahlenmässige Überlegungen zur Optimierung der Strategien möglich.

Recht komplexe Regelungen sind für die Ausscheidung von wertvermehrenden Anteilen an Instandsetzungen und für deren Behandlung in der Betriebsabrechnung erforderlich.

Organisation, Planung, Auswertung

Als weitere Schritte zeigt der Regelkreis die Vorbereitung der Organisation, der Auftrags-Planung und -Auswertung. Auch die Instandhaltungsbereiche selbst sind zu planen und die erforderlichen Anlagen, die Werkzeuge und das Personal bereitzustellen.

Damit ist die neue Fabrik auf der grünen Wiese seitens der Instandhaltung betriebsbereit. Auch die Produktion hat ihre Vorbereitungen getroffen und ist produktionsbereit. Die Anlagen können nun in Betrieb genommen werden.

Durchführungsphase

Die Durchführungsphase ist aufgrund des praktischen Beispiels bereits eingehend erläutert worden. Im vorliegenden Regelkreis folgen sich dementsprechend

- das Betreiben
- das Instandhalten
- die Schadenauswertung sowie
- die Datenerfassung und -auswertung

mit dem Datenfluss zu den zukünftigen Entscheidungsgrundlagen.

Ablauf-Organisation

Flussdiagramme (Bild 15) zeigen die Einzelheiten der Ablauf-Organisation. Die auf dem Regelkreisblatt (Bild 14) in den Feldern aufgeführten Zahlen weisen auf die Flussdiagramme der Schweizer Norm hin, wo die zahlreichen Einzelfragen und Einzelentscheidungen der Ablauf-Organisation behandelt werden. Diese 15 Flussdiagramme können auch als Checklisten eingesetzt werden.

Auftragsplanung

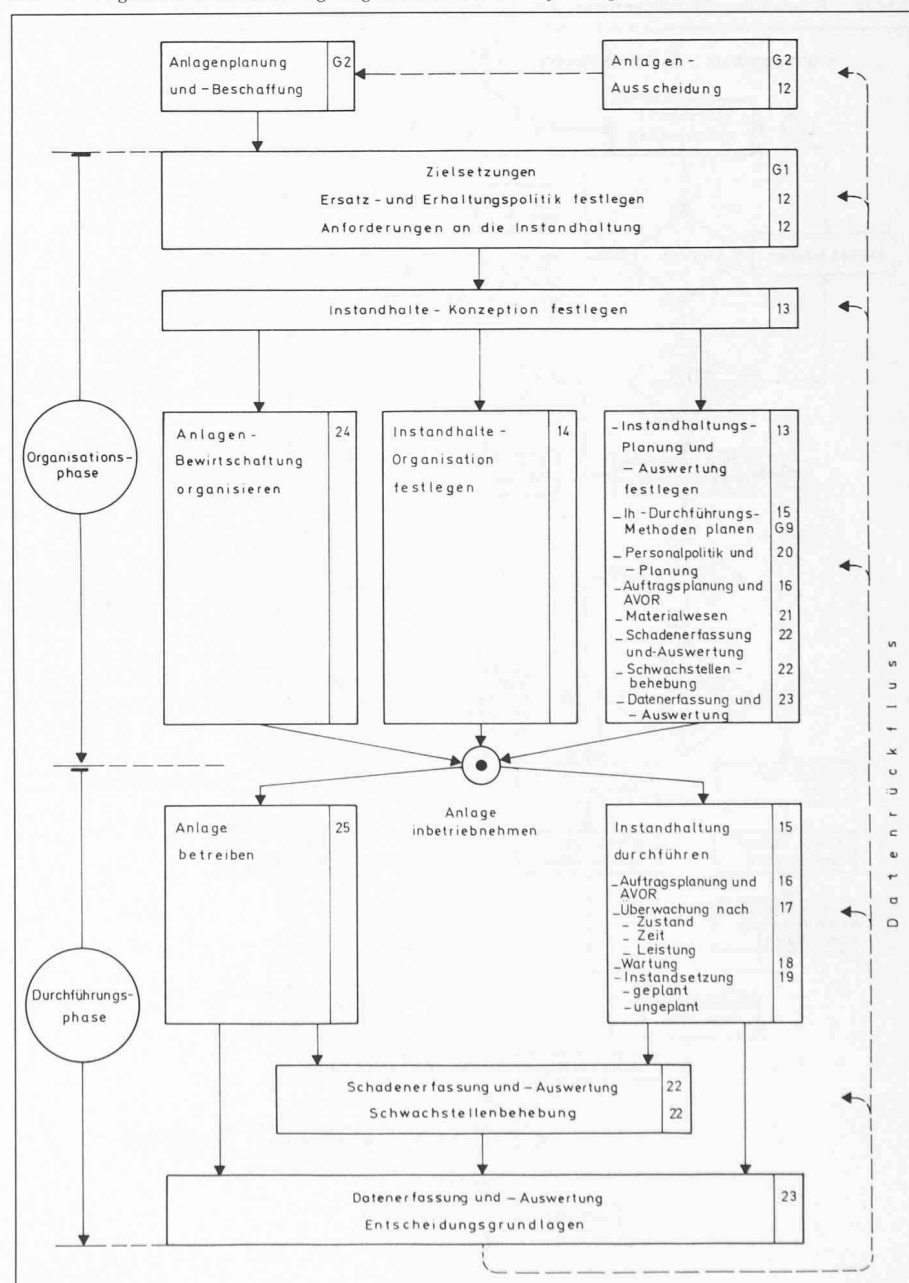
Ein wesentliches Element der Ablauforganisation ist die Auftragsplanung.

Der *Auftragsformularsatz* für die Auftragserteilung muss die nötigen Rubri-

ken für die Eintragung der Objekt Nummer sowie für die Beobachtungen des Instandhalters aufweisen, dies als Grundlage für die spätere Schwachstellenauswertung. In der Regel sind die Werkstattpapiere der Fertigungsbetriebe nicht auf diese Bedürfnisse ausgerichtet. Von einer gewissen Betriebsgrösse an ist somit ein besonderer Auftragsformularsatz von Vorteil. Er ist nach dem Prinzip des Ur-Beleges gestaltet, so dass nach dessen Erstellung kein erneutes Abschreiben mehr notwendig ist.

In Seriefertigungen mit zahlreichen Maschinen des gleichen Typs sowie in verketteten Prozessen mit hohen Zuverlässigkeitsanforderungen wird auch die Auftragsplanung mehr und mehr mit Hilfe der *Datenverarbeitung* gelöst. Dabei können zum Beispiel folgende Fragen wegweisend sein:

Bild 14. Regelkreis «Instandhaltungs-Organisation und -Durchführung»



- Welche Maschinen sollen
- wann
- mit welchem Personal
- mit welchem Stundenaufwand
- mit welchen Ersatzteilen
- gewartet und/oder instandgesetzt werden?

Entsprechende Systeme erscheinen zur Zeit auf dem Markt.

Instandhaltungs-Objektkartei

Wir haben den Vorteil aussagefähiger Unterhaltsaufträge am praktischen Beispiel vorhin sehen können. Auf einfache Art und Weise hat der Meister die Übersicht über die an jedem Objekt vorgenommenen Arbeiten, aber auch über das Schadenverhalten, in seiner Objektkartei zur Verfügung.

Ersatzteilorganisation

Ein weiteres, bedeutendes Element der Instandhalte-Organisation ist das Er-

satzteilwesen. Ein entsprechend dotiertes Ersatzteile-Lager ist eine der Massnahmen zur Minimalisierung der Stillstandszeit bei Anlagen-Ausfall. Die Investitionen in diese Lager können bedeutend sein. Sie liegen in zwei Werken von Sulzer in der Grössenordnung von 1 bis 2 Prozent des korrigierten Anschaffungswertes der betreffenden Maschinen. Bei der Beurteilung von Lagerbeständen solcher Lager ist neben dem Gesichtspunkt des Lagerumschlages auch die Verkürzung der Stillstandszeit ausfallender Anlagen zu berücksichtigen.

Auswertungssystem

Ein weiteres, wichtiges organisatorisches Element ist ein den Bedürfnissen des Betriebes angepasstes Datenerfassungs- und -auswertungssystem. Hier sei nur auf die instandhaltungsspezifischen Systeme eingegangen.

Ausser den beim Personal vorhandenen Erfahrungen sind auch die aus der Vergangenheit gewonnenen Daten Grundlage jeder Planung. Im praktischen Beispiel sind solche durch die Datenverarbeitung erstellte Unterlagen geschildert worden.

Bei Sulzer können aus der monatlichen Datenverarbeitung für fünf Werke und etwa 15 000 Objekte diejenigen Betriebsmittel, für die bestimmte Grenzwerte überschritten werden, als Kostenliste abgerufen werden. Ferner werden monatlich für die Objektgruppen, d.h. für Familien ähnlicher Maschinen, die Anzahl, das Durchschnittsalter und der Wert der Objektgruppe sowie der Stunden- und Frankenaufwand erfasst. Auch die häufig verwendete Instandhaltungs-Rate (Bild 16) kann als Kennzahl ermittelt werden.

Jeder Logikfehler in den Elementen dieser Auswertungen bringt in der Praxis einen beträchtlichen Aufwand für Systemkorrekturen. Es lohnt sich somit, vor Einführung solcher Systeme, die Bereichsgliederung des Unternehmens, die Erfassung und Bewertung der Anlagen und vieles andere mehr gründlich zu planen und zu erfassen. Korrekturen kosten das Mehrfache eines eventuell zusätzlichen Planungsaufwandes in der Vorbereitungsphase.

Diese, und selbstverständlich zahlreiche andere organisatorische Elemente, sind nun sinnvoll in die Organisation der Unternehmung einzufügen.

Aufbauorganisation

Für die Aufbauorganisation sind die üblichen Prinzipien für Organisationsstrukturen massgebend. Darüber hinaus ist die Hierarchie den spezifischen Anforderungen der Instandhaltung entsprechend zu gliedern. Dabei ist eine Anzahl von Kriterien zu berücksichtigen.

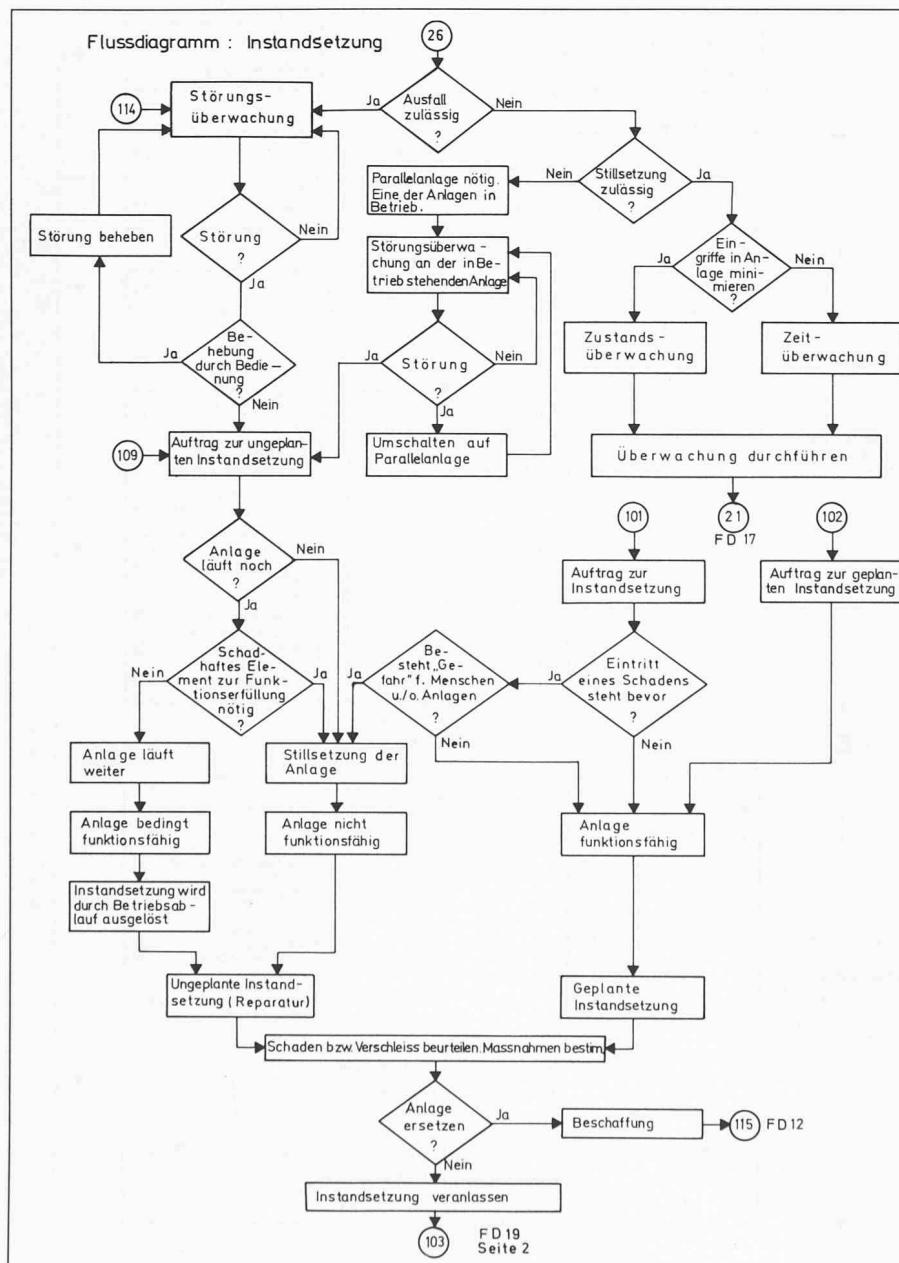
Dezentrale Formen

Ein wesentliches Kriterium auf der unteren Führungsebene ist die Frage, ob die Dienste für elektrische und mechanische Instandhaltung zusammengelegt oder dezentral geführt werden sollen, da berufliche Voraussetzungen und gesetzliche Vorschriften gewisse Randbedingungen dafür ergeben. Eine häufige Lösung ist die Trennung auf Meisterebene.

Oft ist die Instandhaltung von *Bauten* und *Betriebsmitteln* in getrennten Strukturen untergebracht und auf relativ hoher Hierarchiestufe miteinander verknüpft.

Eine weitere Form ist die nach *Art der Betriebsmittel* zusammengefasste Anlagenbearbeitung. So kann zum Beispiel

Bild 15. Beispiel eines Flussdiagramms: Instandsetzung



die Beschaffung, Konstruktion und Instandhaltung der Krane eines Werkes in einer selbständigen Gruppe zusammengefasst sein, was Gewähr für einen bestmöglichen Informationsaustausch auf dem Fachgebiet der Krane ermöglicht. Dabei ist denkbar, dass etwa der Kranelektriker aus dem Bereich der elektrischen Anlagen in die Krangruppe delegiert wird.

Von grösster Bedeutung bei dezentral organisierten Instandhaltungsdiensten ist ein *einheitliches Planungs- und Abrechnungssystem* für sämtliche Instandhaltungs-Massnahmen an allen Anlagen jeglicher Art in einer Unternehmung. Nur auf diese Weise ist es möglich, eine einheitliche Erhaltungspolitik durchzusetzen und auf ihre kostenmässigen Auswirkungen zu überprüfen.

Zentrale Formen

Der konsequent zentral aufgebaute Instandhaltungsdienst, in dem alle Handwerker-Fachrichtungen vertreten und für sämtliche Instandhaltungs-Massnahmen an sämtlichen Anlagen zuständig sind, ist insbesondere bei Anlagen mit hohem Ausfall-Risiko anzutreffen.

Bedeutung der Instandhaltung

Technische Bedeutung

Die Bedeutung des Fachgebietes ist bisher noch wenig in das Bewusstsein breiter Kreise eingedrungen. Wer jedoch eine Flugreise ohne Zwischenfall beendet, realisiert vielleicht doch, dass ein ganzes System von Massnahmen für seine Sicherheit als Fluggast gesorgt hat. Auch der Hausherr wird durch die Servicerechnungen für das Auto und für die zahlreichen Haushaltgeräte daran erinnert, dass wir in der Masse, in der wir uns heute mit technischen Hilfsmitteln umgeben, mehr und mehr von kostspieligen Instandhaltungsleistungen abhängig werden.

Diese Feststellung gilt auch für die Unternehmung, weil die Aufrechterhaltung der für unsere Wirtschaft so wichtigen Produktion mit ihren vielgestaltigen Fertigungs- und Materialflussvorgängen in entscheidendem Masse von planmässiger Instandhaltung abhängt. Dabei steigen die Anforderungen an die Zuverlässigkeit bzw. Ausfallsicherheit dieser Anlagen mit deren Verkettungsgrad und mit dem Produktwert.

Instandhaltung schafft Werte

Wir haben gesehen, dass

□ durch Wartung der Anlagen-Zustand während längerer Zeit in der Nutzungszone gehalten werden kann als ohne Wartung, und dass

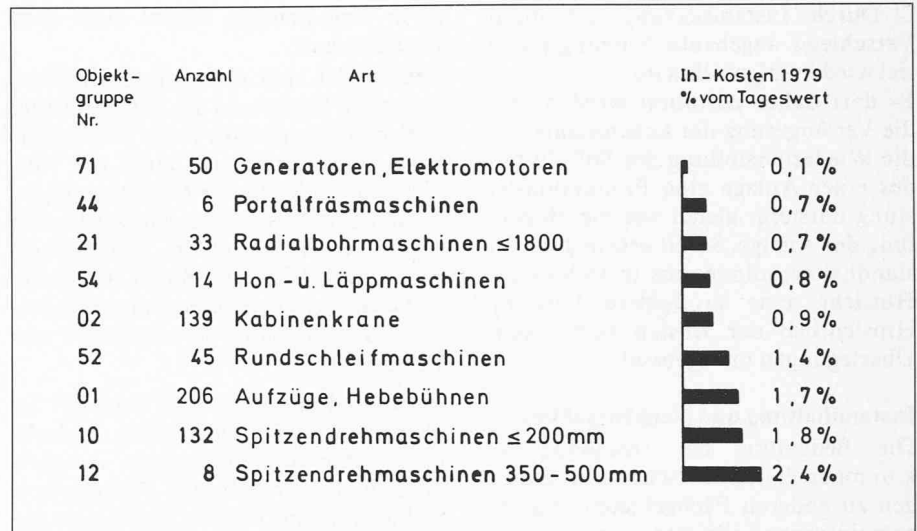


Bild 16. Instandhalte-Raten für einige Objektgruppen (Maschinenfabrik)

Literatur zum Thema Instandhaltung

- Schärer, F.: «Instandhaltungsorganisation im Grossbetrieb». Management-Zeitschrift io (Industrielle Organisation) 43 (1974) H. 5 S. 235-242.
- Schärer, F.: «Schweizer-Normen zur Anlageninstandhaltung und Tribologie. Was sie bezwecken - was sie sind». 50 (1981) H. 11 S. 558-591.
- Grothus, H.: «Kostengünstige Instandhaltungsorganisation. Ein Informationssystem auf Micro-Computer bringt neue Möglichkeiten». H. 51 (1982) H. 7/8 S. 299-306.
- Kusters, J.: «Gehört ins Organisationskonzept jedes Betriebes: Auch der Produkt-Rückruf muss geplant sein, denn ... er ist der letzte Schutzwall der Produkthaftung». io 51 (1982) H. 10 S. 368-372.
- Aeppli, A. P.: «Was steckt hinter dem <Mythos> Qualitätszirkel?». io 51 (1982) H. 10 S. 374-377.
- Warnecke, H. J.; Kraus, Th.: Ersatzteile zur Instandhaltung lassen sich besser bewirtschaften. BBC testet ein neues EDV-gestütztes System». io 52 (1983) H. 2 S. 87-90.
- Kaminsky, R.: «Marktlücke <Produktrecycling>. Eine Chance auch für Mittel- und Kleinbetriebe». io 52 (1983) H. 4 S. 150-151.
- Gnehm, A.: «Die Forderungen der Entwicklungsländer nach Know-how-Transfer ... und mögliche Antworten westlicher Lieferfirmen». io 52 (1983) H. 5 S. 193-195.
- Stalder, E.: «Mängelrügen werden im Marketing-Mix zu wenig beachtet, daher: Kundenreklamationen systematisch auswerten». io 52 (1983) H. 5 S. 214-216.
- Kinias, C.: «Vielschichtige Flexibilität im Exportmarketing: Der Arbeitsschutz hat in Entwicklungsländern andere Dimensionen». io 52 (1983) H. 6 S. 253-256.
- Brühwiler, B.: «Das Management braucht zur Bewältigung moderner Risiken mehr als nur Intuition. Methoden der Risiko-Analyse». io 52 (1983) H. 6 S. 257-261.
- Honegger, W.: «Wirtschaftlichkeitsvergleich der Gebäudereinigung». io 52 (1983) H. 12 S. 488-490.
- Dreger, W.: «Wie verbessern wir die Sicherheit von Systemen?». io 46 (1977) H. 5 S. 213-218.
- Cuendet, G.: «La maintenance: mieux qu'une technique». io 46 (1977) H. 5 S. 223-225.
- Süssstrunk, A.: «Die Instandhaltungsorganisation». io 46 (1977) H. 7/8 S. 324-326.

- Grothus, H.: «Wie senken wir die Kosten für Kundenservice, Ersatzteildienst, Instandhaltungsorganisation?». io 46 (1977) H. 7/8 S. 333-337.
- Strebel, W.: «Kostenfaktor Schmutz. Ein Praxisbericht über Organisation und Planung der wirtschaftlichen Gebäudereinigung». io 46 (1977) H. 9 S. 397-400.
- Meier, J. W.: «Die Instandhaltungsorganisation sichert eine höhere Bereitschaft der Anlagen. Leserurteil». io 46 (1977) H. 10 S. 457.
- Albers, H.; Kim, Ch.: «Ausgewogenes Sicherheitsdenken». io 47 (1978) H. 11 S. 489-491.
- Schaltegger, P.: «Zuverlässigkeit und System-sicherheit». io 47 (1978) H. 12 S. 563-565.
- Heuer, G.: «Anlageunterhalt und Service-Management». io 48 (1979) H. 4 S. 207-211.
- Lewandowski, K.: «Wann endlich <Maintainability> auch im Maschinen- und Anlagenbau?». io 49 (1980) H. 1 S. 48-51.
- Marx, H.: «Instandhaltung - wichtiges Verkaufsargument beim Export in Entwicklungsländer». io 49 (1980) H. 5 S. 282-285.
- Schumacher, O.: «Ein Exportproblem ganz besonderer Art: Instandhaltung in Entwicklungsländern». io 50 (1981) H. 1 S. 30-33.
- Brühwiler, B.: «Sicherheitsplanung vermindert Investitionsrisiken». io 50 (1981) H. 3 S. 126-128.
- Brun, Th.: «Die Maintenance der Anwenderprogramme: ein Sorgenkind? Zur Planung und Führung in der EDV». io 50 (1981) H. 3 S. 135-138.
- Rüb, F.: «Instandhaltung gestern, heute, morgen». Tagungsbericht Instandhaltung '80 (Deutsches Komitee Instandhaltung DKIN). TR (Technische Rundschau, Bern) 73 (1981) Nr. 7 v. 10.2.
- Rüb, F.: «Wartung und Kundendienst». DKIN-Tagung 1981. TR 73 (1981) Nr. 47 v. 17.11.
- Kipfer, F.: «Gezielte Anlageninstandhaltung». TR 73 (1981) Nr. 47 v. 17.11.
- Rüb, F.: «EDV in der Instandhaltung». Tagungsbericht Instandhaltung '82 (DKIN). TR 75 (1983) Nr. 8 v. 22.2.
- Gerber, U.: «Zehn Jahre SVI (Schweiz. Verein für Instandhaltung)». Interview. TR 75 (1983) Nr. 16 v. 19.4.
- Nakajima, S.: «Total productive maintenance TPM; challenge to the improvement of productivity by small group activities». 7th EFNMS Congress Mai 84, Venice.

□ Durch Instandsetzung das durch Verschleiss abgebaute Nutzungspotential wieder aufgefüllt wird.

Es darf daher postuliert werden, dass die Verlängerung der Lebensdauer und die Wiederherstellung des Soll-Zustandes einer Anlage eine Produktionsleistung darstellt, gleich wie die Herstellung der Anlage. Somit erbringt der Instandhalter, mindestens in technischer Hinsicht, eine produktive Leistung. Hinsichtlich der Kosten sind andere Überlegungen massgebend.

Instandhaltung und Nachbarggebiete

Die Bedeutung der Instandhaltung kommt auch in zahlreichen Verbindungen zu anderen Fachgebieten und mit gemeinsamen Teilzielen zum Ausdruck (Bild 17).

Die *Anlagen-Verfügbarkeit* ist wohl das wichtigste gemeinsame Teilziel von Instandhaltung und *Produktion*. Ohne funktionierende Anlagen ist keine Produktion möglich. Eine enge Zusammenarbeit ist auch dadurch vorgezeichnet, dass sich beide Seiten über den Zeitpunkt für die Stilllegung der Anlage zur Durchführung geplanter Massnahmen einig sein müssen.

Mit der heutigen Gesetzgebung fällt der Zustand einer an sich massgerecht produzierenden Maschine bereits in die Schadenzone, wenn sie unzulässige Emissionen ausstösst. So hat der Instandhalter die Anlage auch in dieser Hinsicht zu überwachen und gegebenenfalls instandzusetzen. Damit dient

er in bedeutendem Masse auch dem *Umweltschutz*.

Entscheidet sich ein Anlagen-Besitzer gegen den Ersatz und die Verschrottung seiner Anlage und für deren Instandsetzung, so verlängert er damit die Nutzungsdauer der in der Maschine eingebauten Rohstoffe. Und, wie wir bereits wissen, verlängert er die Lebensdauer auch durch Wartung. Somit leistet die Instandhaltung einen bedeutenden Beitrag zur *Schonung der Rohstoff- und Energievorräte*.

Instandhaltung dient aber auch der *Sicherheit des Menschen*, denn schlecht überwachte und gewartete Anlagen können schwere Unfälle verursachen. So haben heute Theorie und Praxis der Systemsicherheit in der Instandhaltung und in der Unfallverhütung eine ausserordentliche Bedeutung erlangt. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass der Instandhalter auch auf *seine eigene Arbeitssicherheit* zu achten hat, da er häufig als erste Handlung Verdecke entfernt, Maschinenabdeckungen abschraubt oder die Türen zu spannungsführenden Anlagen öffnet. Instandhaltung und Arbeitssicherheit sind darum unzertrennliche Begriffe.

Besonders enge Beziehungen bestehen zum *Qualitätswesen*, das die Qualität der gefertigten Produkte sicherstellen soll und in diesem Bestreben von der Instandhaltung, die den erforderlichen Maschinenzustand gewährleistet, unterstützt wird. Die *Zuverlässigkeitstheorie*

ist das gemeinsame und vor allem von den Mathematikern bearbeitete Fachgebiet. Für komplexe Anlagen wie Raketen, Atomreaktoren und grosse verkettete Prozesse wird die Zuverlässigkeit heute quantifiziert. Solche Angaben können auch in Verträgen eine bedeutende Rolle spielen.

Ein weiteres, wichtiges Fachgebiet ist die *Tribologie* [2], das heisst die Lehre von den aufeinander einwirkenden Oberflächen und Stoffen. Sie vermittelt dem Konstrukteur bei der *Produktgestaltung* die richtigen Werkstoffpaarungen, liefert aber auch die Grundlagen für die Wartungstätigkeiten der Instandhalter, das heisst für die zweckmässige Schmierung. Verminderte Reibung reduziert zudem den Energieverbrauch und leistet damit auch von dieser Seite her einen sehr notwendigen Beitrag.

Diese unvollständige Aufzählung von Beziehungen zu Nachbargebieten zeigt, dass die Instandhaltung Risiken vermindert und damit einen wesentlichen Faktor in der Risikopolitik der Volkswirtschaft darstellt. Zusammengefasst handelt es sich um Massnahmen zum Schutze vor folgenden Risiken:

1. Anlagenausfall
2. Emissionen
3. Rohstoffverknappung
4. Unfälle
5. Qualitätsverluste
6. Reibungs- und damit Energieverluste

Instandhaltung – Partner der Produktion

Der bedeutende Beitrag der Instandhaltung zur Beherrschung solcher Risiken macht verständlich, dass die Instandhaltung heute oft als der Partner der Produktion bezeichnet wird. Und wenn dieser Partner in der Unternehmensrechnung auch auf der Aufwandseite erscheint, so muss er für sich beanspruchen, dass er das Produzieren von verkäuflichen und gewinnbringenden Gütern massgebend ermöglicht.

Wirtschaftliche Bedeutung für die Unternehmung

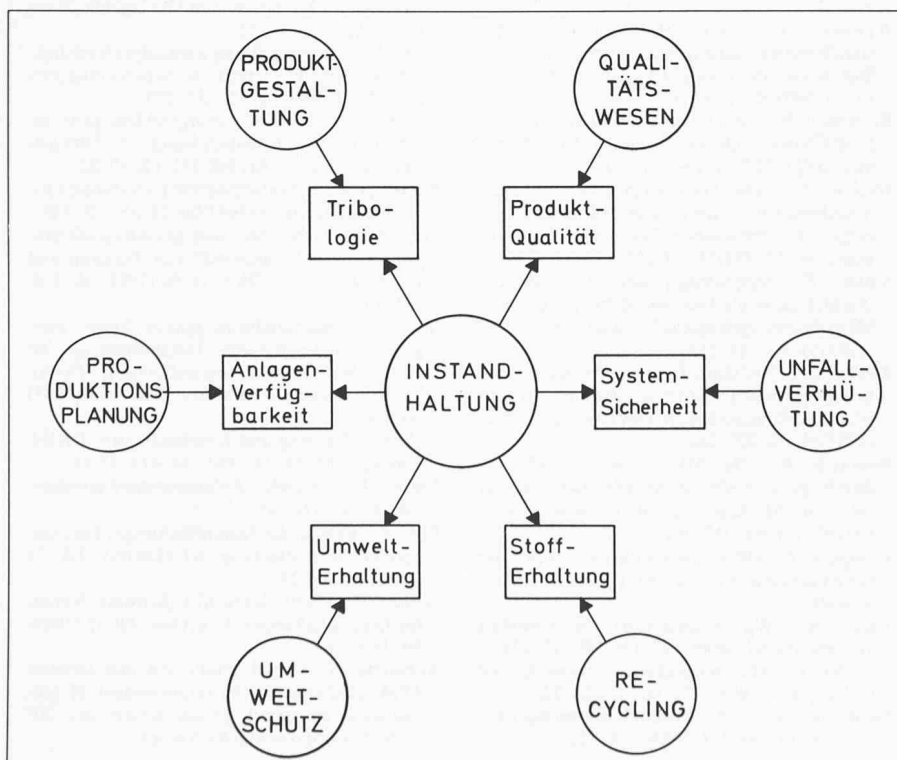
Die Instandhaltungs-Kosten sind ein bedeutender Kostenfaktor. So wendet zum Beispiel Sulzer Schweiz jedes Jahr zweistellige Millionenbeträge für die Instandhaltung ihrer eigenen Werke auf. Genauer gesagt beträgt die durchschnittliche Instandhaltungs-Rate

- für Betriebsmittel etwa 3 Prozent
- für Bauten 1,3 Prozent

des korrigierten Anschaffungswertes.

Hinter dem Satz von 3 Prozent für die Betriebsmittel verbirgt sich eine breite

Bild 17. Nachbargebiete der Instandhaltung. ○ Fachgebiet – Nachbarn; □ Gemeinsames Ziel resp. gemeinsame Grundlagen



Streuung von ungefähr 1 Prozent für leicht beanspruchte Maschinen bis etwa 15 Prozent für stark beanspruchte Fördermittel. Entscheidungen in der Erhaltungspolitik müssen durch entsprechende *Wirtschaftlichkeits-Überlegungen und -Rechnungen* unterstützt werden.

Solange es um die Beherrschung rein materieller Risiken geht, ist Wirtschaftlichkeit dann gegeben, wenn die Kosten eines möglichen Ausfalles und der Instandhaltungs-Aufwand gegeneinander optimiert werden. Die Erfassung der Instandhalte-Kosten ist für eine moderne Firma eine Selbstverständlichkeit. Hingegen ist die Ermittlung realistischer Ausfallkosten selten möglich. So muss sich diese Optimierung oft auf Erfahrungen und subjektive Faktoren stützen.

Wenn jedoch zusätzlich zu den materiellen Risiken auch Gesundheit und Leben auf dem Spiele stehen, so tritt an die Stelle von Wirtschaftlichkeitsrechnungen der Schutz des Menschen mit entsprechend aufwendigen technischen und organisatorischen Massnahmen.

Volkswirtschaftliche Bedeutung

Was für die Unternehmungen grosse Bedeutung hat, findet auch volkswirtschaftlich seinen Niederschlag. Aufgrund von Untersuchungen wird in der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1981 mit Gesamtaufwendungen für Instandhaltung von insgesamt etwa 150 Mia DM gerechnet. Es wird geschätzt, dass die Wirtschaft ungefähr 70 Prozent, der private Bereich etwa 20 Prozent und der Staat mit etwa 10 Prozent an dieser Summe beteiligt sind.

Die 150 Mia DM Gesamtaufwendungen entsprechen annähernd 10 Prozent des Bruttoinland-Produktes der Bundesrepublik, also einer beeindruckenden Grössenordnung.

Auf unser Land übertragen, führen diese Verhältnisse zu einem gesamten Instandhaltungs-Aufwand in der Schweiz in der Grössenordnung von weit über 10 Mia Fr. pro Jahr und damit auf Beträge, deren sorgfältige Bewirtschaftung sich ohne Zweifel aufdrängt.

Entwicklungslinien der Instandhaltung

Methoden

Die historische und zukünftige Entwicklung der Instandhalte-Methoden könnte vereinfacht wie folgt dargestellt werden:

- Zuerst dominierte die *Reparatur*, die Flick-Strategie (ausfallabhängig),

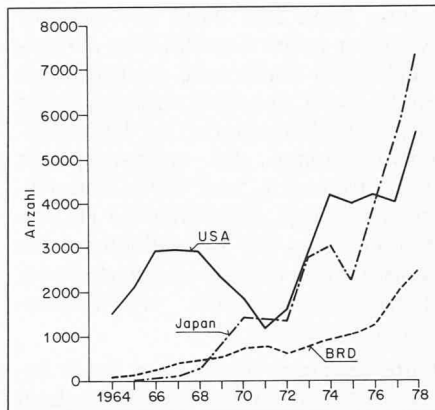


Bild 18. NC Werkzeugmaschinen-Produktion

- dann ging man zur *zeitabhängigen* Auslösung der Massnahmen über, d.h. man plante Inspektionen und Instandsetzungen kalenderabhängig.
- eine weitere Verbesserung war die *leistungsabhängige* Auslösung, zum Beispiel bei den Arbeitsmaschinen mittels der sukzessive eingeführten Betriebsstundenzähler.
- Heute geht die Entwicklung, wo dies technisch mit wirtschaftlichen Mitteln möglich ist, in Richtung der *zustandsabhängigen* Auslösung der Massnahmen. Ein Beispiel dafür sind die Endoskope zur Überwachung des Zustandes der Brennkammern in Düsentriebwerken. Der Markt für Überwachungs-Geräte weitet sich heute deutlich aus.

In dieser Entwicklung war die *Wartung*, vor allem der Schmierdienst, von Anfang an ein wichtiger und konstanter Faktor und ist es auch heute noch. Bei der Festlegung der Schwerpunkte eines Instandhaltekonzeptes ist zu beachten, dass 10 bis 20 Prozent aller Maschinen 70 bis 90 Prozent aller Instandhalte- und Ausfallkosten verursachen.

Erhaltungspolitik

Auch in der Erhaltungspolitik hat der Instandhalter seinen Beitrag zu leisten. Der Trend von der althergebrachten Flick- und Reparatur-Mentalität zur Strategie planmässigen Handelns stellt an den Instandhalter auch von dieser Seite zunehmende Anforderungen. Ausgerichtet auf die Verfügbarkeitsforderungen und das Fertigungsprogramm der Produktion hat er für jedes Objekt die wirtschaftlichste Methode zu planen und zu realisieren. Dabei hat er kostenträchtige Entscheide zu fällen, so auch auf dem Gebiet der Ersatzteilhaltung. Ein weiterer, durch Wirtschaftlichkeits-Überlegungen zu unterstützen-der Entscheid ist die Frage der Eigenausführung oder der Fremdvergabe. Der Instandhalter hat auch die Kostenentwicklung in der Vergangenheit und Kennzahlen für die Zukunft bereitzuhalten als Entscheidungsgrundlagen für Neu-Investitionen.

Instandhaltung als Wirtschaftsfaktor

Mit dem Fortschreiten der technischen Entwicklung verlangt der Markt (sprich Konsument und Investor) immer komplexere Anlagen und stellt steigende Anforderungen an deren Verfügbarkeit. Die starke Zunahme der jährlich produzierten, band- bzw. computergesteuerten Werkzeugmaschinen (NC-Maschinen) ist ein treffendes Beispiel für die steigende Komplexität (Bild 18). Japan und die USA waren im Jahr 1978 die Hauptproduzenten.

Anlagen können zwar mit immer weniger Produktionspersonal erzeugt werden, doch sind für die Instandhaltung der Konsumgüter und Anlagen immer mehr Instandhalter mit immer breiterer Ausbildung notwendig.

Diese Tendenz wird sich, über alles gesehen, in der Richtung einer Abnahme des Produktions- und in einer Zunahme des Instandhalte-Personals entwickeln. Das Berufsbild des Instandhalters wird durch gute Aus- und Fortbildung stark aufgewertet.

Dies macht übrigens verständlich, weshalb sich für die Instandhaltung von Anlagen mit hoher Technologie in Entwicklungsländern ernsthafte Personalprobleme stellen.

Instandhaltung als Unternehmensfunktion

Die Instandhaltung wurde während Jahrzehnten als notwendiges und kostenverursachendes Übel betrachtet; die Reparaturgruppe war organisatorisch irgendwo als Hilfsbetrieb angehängt. Mit den allseitig steigenden Anforderungen nahm der planmässige Anteil der Arbeiten ständig zu. Der Instandhalter muss sich heute mehr und mehr auch mit Kosten- und Wirtschaftlichkeitsfragen befassen.

Aus dieser Entwicklung heraus ist es zwingend, dass das Fachgebiet Instandhaltung in die übergeordnete Unternehmensfunktion Anlagenwesen eingeordnet wird. Dem Anlagenwesen fällt die Aufgabe zu, die zur Erfüllung eines Produktionszieles erforderlichen Anlagen zu planen, zu beschaffen und instandzuhalten. Dazu zählen die folgenden Funktionen:

- Anlagenplanung inkl. Layout-Studien
- Anlagen-Beschaffung
- Installation und Abnahme
- Anlagen-Bewirtschaftung
- dann die Instandhaltung und
- schliesslich die Anlagen-Ausscheidung, in der Regel eine Aufgabe der Beschaffungsstelle.

Das Wahrnehmen all dieser Funktionen unterstellt die Anlagen einer Unternehmung, von der ersten Idee an bis

zu ihrem Abbruch und zur Verschrottung, einer einheitlichen Politik. Diese Funktionen müssen organisatorisch gut miteinander verknüpft werden.

Aus diesen Überlegungen heraus ergibt sich eine Vierteilung der Unternehmensfunktionen:

1. Alle Funktionen in direktem Zusammenhang mit dem Produkt,
2. die Personal- und Sozialfunktionen,
3. die Finanzen und die Betriebsabrechnung und schliesslich
4. alle Funktionen im Zusammenhang mit den Anlagen, das *Anlagenwesen*.

Leider sind in der Praxis die Teilfunktionen des Anlagenwesens oft ungenügend miteinander verknüpft. Spätestens mit Anwendung der Datenverar-

beitung kann sich dann ein äusserer Zwang zur vollen Koordination der entsprechenden Daten und Dienste ergeben. Es bleibt zu hoffen, dass das in der Norm enthaltene Modell der Unternehmensfunktionen der Ausgangspunkt einer Diskussion und Weiterentwicklung sein kann. Abschliessend ist festzuhalten, dass die Instandhaltung als *eigenständiges Fachgebiet* innerhalb der Unternehmensfunktion «Anlagenwesen» zu betrachten ist.

Heute bestehen, soweit dem Autor bekannt ist, nur in Schweden, England und Holland *Lehrstühle* auf diesem Fachgebiet. In der Bundesrepublik werden derzeit bedeutende Anstrengungen in dieser Richtung unternommen. Auch in der Schweiz sollten entspre-

chende Ausbildungsmöglichkeiten auf Hoch- und Mittelschulstufe geboten werden; erste Ansätze hierzu sind erfreulicherweise festzustellen. Allerdings müsste das Lehrprogramm das Anlagenwesen als Ganzes umfassen und sich nicht auf die Instandhaltung allein beschränken.

Auszug aus der Gastvorlesung des Verfassers über «Anlagen-Instandhaltung» an der Hochschule St. Gallen.

Adresse des Verfassers: Frank Schärer, Betriebs-Ingenieur, c/o Gebrüder Sulzer AG, 8401 Winterthur; Vize-Präsident und Geschäftsführer des Schweizerischen Vereins für Instandhaltung SVI; Leiter der schweizerischen Normengruppe SN 138, Anlagen-Instandhaltung und Tribologie.

USSI - Firmen vor einem Umschwung?

An einem Pressegespräch hat die *Vereinigung Schweizerischer Beratender Ingenieur- und Architektur-Gesellschaften (USSI)* ihren Jahresbericht 1983 erläutert. Die Gruppe besteht seit 1967. Gemäss Präsident *Hans Fankhauser* (AG Ingenieurbüro Maggia, Locarno) hat sie zum Zweck, die Stellung der Mitglieder im In- und Ausland zu stärken und die wirtschaftlichen Bedingungen der Einzelfirmen zu verbessern. Heute umfasst sie 12 Büros, die eine ähnliche Struktur aufweisen und in der Lage sind, globale interdisziplinäre Planungs- und Beratungsaufträge anzunehmen. Dazu gehören Wirtschaftlichkeits- und Machbarkeitsstudien sowie herkömmliche Projektierung und Bauleitung mit modernem Projektmanagement.

Die USSI ist Mitglied folgender *Wirtschaftsorganisationen*: Vorort des Schweiz. Handels- und Industrievereins, der Schweiz. Bauwirtschaftskonferenz und der Schweiz. Zentrale für Handelsförderung. Mit ihren periodischen Umfragen leistet sie einen wesentlichen Beitrag zur Lagebeurteilung des schweizerischen Planungsmarktes, was Spitzenverbänden und Bundesbehörden zur Beurteilung der Wirtschaftslage dient.

Nebst üblicher Erfa-Tätigkeit behandelte die USSI im Jahre 1983 das Thema Weiterbildung und verfasste hiezu den «Leitfaden für die Gestaltung der ersten 3 bis 5 Jahre nach dem Studium». Unterstützt wurde auch der SIA bei der Gesamtrevision seiner Honorarordnungen.

Schwierige Wirtschaftslage für Planer-gesellschaften

Nach den Ausführungen von Dr. *Max Bruggmann* (Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich) konnten die USSI-Firmen im Jahre 1983 ihren Umsatz knapp halten. Er betrug 441 Mio Fr. gegenüber 455 Mio Fr. im Vorjahr. Rückläufig hingegen war der Cash-flow, der von 6,9% auf 4% des Umsatzes gesunken ist. Rechnet man bei Planungsbüros mit 3-4% für Abschreibungen und Rückstellungen, so bleibt für 1983 nur ein magerer Gewinn.

Im 1. Quartal 1983 verleitete der Arbeitsvorrat von 8,4 Monaten anfänglich zu gewissem Optimismus, doch seither ist er auf 6,8 Monate gesunken, und dieser Trend wird 1984 anhalten. Noch blieb die Zahl der Mitarbeiter bei nahezu 3000 konstant, doch die Personalbestände werden sinken, obwohl sich die Geschäftsleitungen um die Sicherung der Auftragslage bemühen. Ausschlaggebend dafür sind zwei Gründe: Im Inland werden die grossen und langfristigen Aufträge der 70er Jahre erfüllt sein, ohne dass ihnen ähnliche Mandate folgen werden; die sukzessiv aufgebaute Auslandstätigkeit ist seit 1982 markant rückläufig, weil sich Konkurrenz aus den Schwellenländern bemerkbar macht.

Projekte zur Energieerzeugung werden in den meisten Firmen bearbeitet. Allerdings werden sich die fachlichen Probleme verschoben, da die Tätigkeitsgebiete den Marktbedürfnissen anzupassen sind. Stärkeren Anteil erhält die Fernwärmeversorgung.

Langsam verändern wird sich auch die Personalstruktur. Steigen wird der Anteil des qualifizierten Personals; Spitzentechnologie erfordert einen höheren Anteil an Hochschulabsolventen. Weniger gefragt ist die Zeichnerarbeit, da sie sukzessive durch CAD abgelöst oder von einem ausländischen Partner abgewickelt wird.

Mit den neuen Honorarordnungen des SIA wird auch die Ertragslage beeinflusst. Rechnet man die alten Ordnungen aus dem Jahre 1969 mit dem Index auf den heutigen Stand, so liegen die neuen Ordnungen um 5-12% tiefer. Trotzdem sind die USSI-Firmen froh, dass 1984 der Konsens mit öffentlichen und privaten Auftraggebern gefunden worden ist. Die reale Senkung der Honorare ist für sie ein Ausdruck erhöhter Produktivität, und sie sehen darin einen Beitrag des Planers an rationelleres Bauen. Gesamthaft wird es künftig darum gehen, den Weg aus der Rezession zu finden und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

Das Neue nicht in Vorschriften erstarren lassen

Sollen Bauwerke erhalten oder durch Neubauten ersetzt werden? - Mit diesem Thema beschäftigt sich die USSI im laufenden Jahr, und *Felix Stalder* (Suter + Suter AG, Basel) hielt dazu ein illustriertes Grundsatzreferat. Erfreulicherweise stellt man fest, dass in der Gesellschaft wieder der Bezug zur Vergangenheit gesucht wird. Viele gelungene Restaurationen zeugen von diesem Gesinnungswandel. Trotzdem hat das Thema aktuelle Bedeutung: Auskernungen sind an der Tagesordnung; vielfach fehlt in der Bevölkerung das Verständnis für moderne Bauten; die rückwärts gerichtete Einstellung hat die Gesetzesflut anschwellen lassen, so dass ein Baubewilligungsverfahren für den Bauherrn und seinen Architekten zu einem mehrjährigen, riskanten Hindernislauf geworden ist. Hinter erstarrter Fassade lauert die Gefahr, dass unsere Gesellschaft ihre Erneuerungskraft verliert, also von der Substanz lebt. Unser Weiterbestehen bedingt aber Weiterentwicklung, nicht Stillstand: Die aktuellen, brennenden Probleme müssen gelöst werden. Schwieriger zu erklären ist die Tatsache, dass dazu Technik gebraucht wird, weder unsinnig noch egoistisch, sondern *massvoll eingesetzt*. Das Mass wird in der Architektur so gefunden, indem Funktionalität, Standfestigkeit und Schönheit (*Vitruv*) aufeinander abgestimmt werden. Allzu lange war aber nur die Funktionalität «mass»-gebend. Heutzutage wird die *Ästhetik* wieder stärker gewichtet, und es braucht das Engagement jedes einzelnen, um jenes Klima zu schaffen, wo Neues die verdiente Chance erhält.

Abschliessend wies Stalder auf eine besondere Fähigkeit der USSI-Firmen hin: Grössere Bauvorhaben sind komplex und können von einem Einzelnen heute nicht mehr überblickt werden. Die USSI-Unternehmungen sind aber in der Lage, *Teams von Spezialisten* mit modernem Technikverständnis und aus verschiedensten Fachrichtungen zusammenzustellen, um zu einem übergeordneten Ganzen zu gelangen. Dank ihrer Struktur können sie langfristige Projekte durchziehen, also für ihre Ideen bis zur Ausführung geradestehen.

Bruno Meyer