

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 67 (1976)

Heft: 4

Artikel: Entwicklung in der Medizintechnik : finanzielle und funktionelle Aspekte

Autor: Gessner, U.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915120>

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: 01.12.2025

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

Elektrotechnik – Electrotechnique



Entwicklung in der Medizintechnik; finanzielle und funktionelle Aspekte

Von U. Gessner

61 : 62 : 330.13

Im ersten Teil der Arbeit wird gezeigt, wie der Aufwand für unsere Spitäler und insbesondere für die medizinischen Mittel in beschleunigtem Masse zugenommen hat und zunimmt. Im zweiten Teil wird dargelegt, wie viele Kliniken von der Technik überfordert sind, weil wenige Voraussetzungen für den optimalen Einsatz der technischen Mittel erfüllt sind. Nachdem einige wichtige Gründe dafür diskutiert werden, folgen Vorschläge für die Verbesserung der heutigen Situation. Die Verbesserung von ergonomischen Aspekten ist vielerorts möglich. Mit Geräten, deren Auslegung dem nicht-technischen Personal angepasst ist, kann die Industrie einen wesentlichen Beitrag leisten.

L'auteur montre tout d'abord avec quelle rapidité l'augmentation du coût de nos hôpitaux, notamment pour les moyens médicaux techniques, se poursuit. De nombreuses cliniques sont dépassées par la technique, parce que peu de conditions sont remplies pour un emploi optimal des moyens techniques. Après examen de quelques raisons importantes de ce fait, l'auteur soumet des propositions en vue d'améliorer la situation actuelle. Une amélioration des aspects ergonomiques est très souvent possible. Avec des appareils conçus pour l'emploi par du personnel non technique, l'industrie peut grandement y contribuer.

Fortschritte in der Technik und die Verfügbarkeit neuer Technologien haben in den vergangenen 10...15 Jahren eine besonders beschleunigte Verbreitung von neuen Methoden und Geräten und deren Einsatz in unseren Krankenhäusern gebracht. Gleichzeitig – und zum Teil durch die Wechselwirkung mit der Technik bestimmt – hat sich in der Medizin eine weitgehende Spezialisierung abgezeichnet. So findet man schon in kleineren Spitälern oft die Dreiteilung in die Abteilungen Innere Medizin, Chirurgie und Frauenheilkunde, währenddem in grossen Krankenhäusern das Entstehen von zahlreichen Abteilungen, etwa für Onkologie, Nuklearmedizin, Intensivmedizin, klinische Neurophysiologie, Gastroenterologie, Hämodialyse usw., eindrucklich ist.

1. Kenngrössen der Entwicklung

In der Literatur stehen viele Diskussionen über die Entwicklung der Kostenstruktur im Gesundheitswesen während der vergangenen 20 Jahre, und speziell in den Spitälern, zur Verfügung [z. B. 1]¹⁾. Im folgenden sollen einige Kenngrössen, die auch den Techniker interessieren, zusammengefasst werden.

Die gesamten jährlichen Ausgaben der Schweizer Spitäler haben in der Periode von 1950 bis 1970 von Fr. 250 Mio auf Fr. 2200 Mio zugenommen [2]. In graphischer, halblogarithmischer Darstellung dieses Wachstums erkennt man, dass der Verlauf nicht nur exponentiell ist, sondern dass der Exponent allmählich zugenommen hat. In derselben Periode stiegen z. B. die Gesamtausgaben des Kantonsspitals St. Gallen – ein Spital von 1000 Betten, also ein typisches, grosses, regionales Versorgungszentrum – von Fr. 5,2 Mio

p. a. in 1951 auf Fr. 55 Mio p. a. in 1971. Dieser zeitliche Verlauf ist annäherungsweise auch durch exponentielle Wachstumskurven beschrieben, und zwar von 1951...1960 mit einem Exponenten von $0,083 \text{ a}^{-1}$ (d. h. eine jährliche Zuwachsrate von 8,7 %) und von 1961...1971 mit einem Exponenten von $0,139 \text{ a}^{-1}$ (14,9 % a^{-1}).

Vergleichsweise seien diesen Zahlen in Tabelle I die Zunahme der Kosten in kleineren Spitälern, das schweizerische Bruttosozialprodukt und der Kostenindex [3] über eine 10jährige Periode gegenübergestellt (alle Angaben indexiert: 1960 = 100).

Es stellt sich nun die Frage, wie weitgehend die Entwicklung der Medizintechnik der vergangenen 20 Jahre anhand ähnlicher Kenngrössen dokumentiert werden kann.

Seit Mechanisierung und zum Teil Automation die klinische Chemie (d. h. derjenige Zweig der Medizin, der sich mit chemischen Analysen, vor allem von Blut, Urin und anderen

Tabelle I

	1960	1970	Mittlere jährliche Zuwachsrate (%)
Ausgaben 1000-Bett-Spital (Medizinisches Zentrum)	100	360	13,7
Ausgaben 50-Bett-Spital	100	460–550	16,5–18,6
Bruttosozialprodukt (Summe aller Erwerbseinkommen)	100	220	8,2
Kostenindex (bis 1967 Preisindex, seit 1967 Konsumentenpreise [3])	100	140	3,4

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

Körperflüssigkeiten zu diagnostischen Zwecken beschäftigt) beeinflussen, hat die totale jährliche Anzahl von Laboruntersuchungen jedes Jahr um gut 20 % zugenommen [4]. Heute bewältigt ein klinisch-chemisches Labor in mittelgrossen und grösseren Spitälern ca. 80 Analysen pro Patient. Noch vor 4 Jahren waren es die Hälfte. Eine gewisse Abflachung dieses Wachstums hat sich an manchen Orten bemerkbar gemacht; es ist aber nicht sicher, ob die Tendenz nicht doch anhalten wird.

Eine noch stärkere Expansion trifft man in den Röntgenabteilungen. Zum Beispiel hat sich im Kantonsspital St. Gallen die Zahl der jährlich aufgenommenen Röntgenbilder von 7150 im Jahre 1951 (0,6 pro hospitalisiertem Patienten) auf 103 000 im Jahre 1971 (5,4 pro Patient) vervielfacht.

Batteriebetriebene Herzschrittmacher werden seit Anfang der 60er Jahre vor allem zur Behandlung von Reizleitungsstörungen im Herzmuskel implantiert. In der BRD tragen heute etwa 30 000 Patienten solche Pacemakers. Im Kantonsspital St. Gallen wie auch in Universitätskliniken (z. B. in Freiburg i. Br. [5]) wird sich die Zahl der jährlich implantierten Schrittmacher in 2,5 Jahren verdoppeln, eine Entwicklung, die sich in den nächsten Jahren wahrscheinlich noch beschleunigen wird.

Diese herausgegriffenen Statistiken belegen eindeutig die Tendenz, dass die Technik mehr und mehr in die Medizin eindringt; dies obwohl die erwähnten Zahlen stark von den noch nicht vereinheitlichten Methoden der Erhebung abhängen.

Das Eindringen der Technik ist nicht nur mit Kosten für Anschaffung und Unterhalt verbunden, sondern ganz wesentlich mit Folgekosten. Verhältnismässig zu hohe Folgekosten entstehen überall dort, wo erstens die durch die Technik gelieferten Befunde (bzw. Behandlungsergebnisse) die medizinischen Entscheidungsmechanismen nicht wesentlich beeinflussen können, und zweitens dort, wo das Personal durch die technischen Mittel nicht wesentlich unterstützt wird. In andern Worten, man findet in den meisten Kliniken, dass der hohe Stand der Technik nicht ausgenützt werden kann, weil die Anlagen und Geräte den praktischen Bedürfnissen ungenügend angepasst sind.

Damit wird der Beitrag der Medizintechnik zur Kostensteigerung in den Spitälern immer grösser. Daher sollen einige Betrachtungen darüber angestellt und diskutiert werden, wie und in welcher Richtung sich die Medizintechnik zu entwickeln hat, wenn jene Kosten, die bekannterweise durch die «Vertechnisierung» der Medizin entstehen, nicht unkontrolliert ansteigen sollen, womit ein Beitrag zur Verbesserung oder Eindämmung der Gesamtausgaben unserer Spitäler geleistet werden soll.

2. Medizintechnik in der Klinik

Es scheint aufschlussreich und für die zukünftige Entwicklung der Medizintechnik wesentlich, die Situationen in einzelnen Kliniken und am Krankenbett zu vergleichen mit der globalen Entwicklung, wie sie oben beschrieben wurde.

Innerhalb der Spitäler hat sich in den vergangenen 20 Jahren nicht die Entwicklung gezeigt, die man auf Grund des allgemeinen Eindringens der Technik in die Medizin zu erwarten hätte. Gut 90 % der Spitalbetten sind von der exponentiellen Entwicklung der Medizintechnik wenig bis gar nicht betroffen. Nach wie vor werden die häufigsten Arbei-

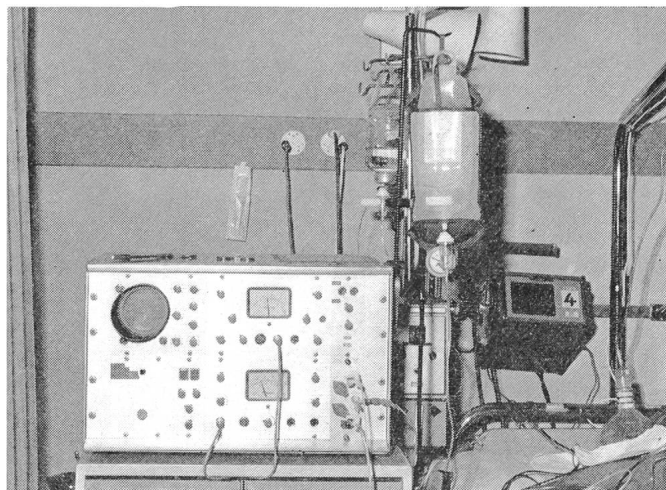


Fig. 1 Blutdruck-Messeinrichtung (links) mit vielen Bedienungselementen. Infusion und EKG-Monitor (Nr. 4) am Kopfende eines Patientenbettes

Die 7 Bedienungselemente des EKG-Monitors sind ergonomisch richtig seitlich angeordnet

ten im Spital von Hand ausgeführt. Dies gilt sicher für viele pflegerische Aufgaben, die kaum mechanisiert und geschweige denn automatisiert werden können; es gilt aber auch für viele Routinearbeiten, z. B. administrativer Art, die andernorts, in Industrie und Verwaltung, durch technische Mittel unterstützt werden.

Offenbar haben sich starke Anballungen technischer Mittel in wenigen, spezialisierten Abteilungen ergeben. Aber auch in diesen, durch die Technik geprägten Kliniken, wurden sehr wenig strukturelle oder personelle Änderungen angestrebt, wie sie auf Grund von Beispielen aus anderen Bereichen (Automatisierung im Transportwesen, in der Druckerei usw.) zu erwarten wären. Die Ausbildung des Personals ist dieselbe wie vor 20 Jahren. Als Ausnahmen müssen immerhin die Röntgenassistenten in den radiologischen Abteilungen und die klinisch-chemischen Laborantinnen in grösseren Spitälern genannt werden.

Trotz der Bedeutung der technischen Hilfsmittel sind es Nicht-Techniker, die Geräteanschaffungen planen, Apparate auswählen, anschaffen und betreiben. Insbesondere sind es auch die (jungen) spezialisierten Abteilungen, wie Hämodialyse, Anästhesiologie, Intensivstation usw., welche bis jetzt ohne Techniker funktionieren. Es ist begreiflich, dass das Personal überfordert ist; Technik bedeutet hier Belastung statt Unterstützung.

Beispiel 1: Die Intensivschwester, die den intravasalen Blutdruck mit elektronischem Manometer misst, wird belastet durch die Bedienung und Überwachung der Apparate, wie auch durch die rasche Flut von Daten, welche Informationen über relativ langsame Abläufe liefern. Manometer-Verstärker und Druckregistriergeräte sind meist flexibel konzipiert und werden in der Form von Labor- bzw. Forschungsgeräten eingesetzt (Fig. 1). Es ist verständlich, dass technische Laien grosse Schwierigkeiten haben, ein solches Gerät zu bedienen, und bei Schwierigkeiten zu planlosem Hantieren an Schaltern und Knöpfen übergehen. Damit wird aber nicht nur die Aufmerksamkeit vom Patienten weggeleitet, sondern die Messung total vereitelt. Zugleich wird das Personal verunsichert.

Hier liegt ein Beispiel eines Mangels an Möglichkeiten zur Nutzung, verbunden mit zu grossem Aufwand für den Gebrauch der technischen Mittel vor. Die Folge davon sind Beeinträchtigungen der Arbeitswelt der Schwester, die stark von Erfolgsquoten, Sicherheit und Beherrschung der «Umwelt» abhängt. Es scheint, dass die Technik in Spitälern bei gleichzeitiger Arbeitsvermehrung und u. U. bei gleichzeitiger Vermehrung der Pressoren der Arbeitswelt der Angestellten eingesetzt wird.

Bislang hat es an intensiver Zusammenarbeit zwischen Entwicklungsingenieur und Spitalpersonal weitgehend gefehlt. Die Zusammenarbeit dieser Partner ist die essentielle Grundlage für die Entwicklung von wirksamen medizinisch-technischen Produkten, die im Einsatz effizient sein müssen. Nur durch engen Kontakt und Austausch zwischen den Partnern kann das im heutigen Zeitpunkt noch viel zu hohe Kosten-Nutzen-Verhältnis von fast allen Geräten im Spital tief gehalten werden.

3. Zusammenarbeit und Rückmeldung vom Gebraucher zum Produzenten

Eine Vielfalt von Faktoren bestimmt die Ausnutzungsmöglichkeit von Geräten im Spital; wahrscheinlich kennen wir heute nicht einmal alle. In der Folge sei daher versucht, wenigstens jene Faktoren zu diskutieren, die beherrscht und die durch enge Zusammenarbeit und Austausch zwischen Klinik und Entwicklungsstätten beeinflusst werden können, und die in erster Linie den Nutzeffekt («Effizienz») von Geräten bestimmen. Die folgenden Beispiele sollen die an manchen Orten herrschende Situation illustrieren.

Beispiel 2: Die Überwachung der Atemgase ist für den Anästhesiologen und den Intensivmediziner ein wesentliches Anliegen. Denken wir einmal an die Mittel, die zur Messung der endexpiratorischen CO₂-Konzentration am Krankenbett zur Verfügung stehen. Das einfache Katharometer, mit dem eine Anzahl Industrien lange Erfahrung haben, ist heute in keiner Form verfügbar, die über längere Zeit eingesetzt werden kann, ohne dem Personal Schwierigkeiten technischer Art zu bereiten. Entweder sind die Geräte gross und finden kaum Platz neben Monitor, Infusionsflaschenbaum, Infusionspumpe, Respirator, Luftbefeuchter usw.,

oder die Zuleitungen füllen sich mit Kondenswasser, oder die CO₂-Absorber sind zu klein, d. h., sie sind für eine Funktionstüchtigkeit von nur ca. 10 h bemessen. Ausserdem ist keinem Gerät ein Daten-Drucker beigegeben; CO₂-Werte müssen abgelesen und notiert werden. Solche Mängel genügen, dass Ärzte und Schwestern kein Vertrauen in die Geräte fassen und den Apparat zur Seite, in den Lagerraum stellen.

Beispiel 3: Das frühzeitige Erkennen und Zählen von lebensgefährdenden, kardialen Arrhythmien ist in der Notfallmedizin, in der Intensivmedizin wie u. U. auch im Operationssaal eine wichtige Aufgabe. Einige wenige, kleine, preiswerte Geräte sind auf dem Markt, die ventrikuläre Extrasystolen und Salven erkennen bzw. zählen. Deren Bedienung, insbesondere das Adjustieren und Einstellen der Empfindlichkeiten zu Beginn sowie die Elimination von Fehlern durch irrelevante Störungen, ist aber zeitraubend und erfordert einen technisch versierten Arzt. Dies mag an einigen Orten tragbar sein, in den meisten Kliniken ist es aber nicht so.

Die Schwester ist meistens (95 % der Zeit) allein mit dem Patienten und den Geräten (Fig. 2). Auch wenn sie die Ausbildung hätte, so steht ihr selten Zeit zur Verfügung, um Elektronik einzupegeln, Nulllinien neu zu adjustieren oder zu überprüfen, ob Kontakte an der Elektrode oder vermehrte Unruhe des Patienten Schwierigkeiten bereiten. Mit anderen Worten, ein solches Gerät wird entweder nicht eingesetzt, oder es wird von der Schwester an den Patienten angeschlossen, dann ignoriert und als Stein des Anstosses empfunden.

Hat sich der Entwicklungsingenieur den Einsatz dieses Gerätes so vorgestellt? Er hat in diesem Fall wohl die Bedürfnisse des (forschenden) Kardiologen studiert und von der technischen Seite her vielleicht auch befriedigt. Er hat aber offenbar weder Einblick noch Verständnis für die Arbeitswelt der Schwester, die es zu optimieren gilt!

Es fehlt sicher auch an der Rückmeldung. Viel zu wenig Informationen über Gebrauchsfähigkeit und Bewährung der Geräte fliessen vom Benutzer zum Produzenten und seinen Ingenieuren. Dies mag zum Teil durch Verständigungsschwierigkeiten bedingt sein. Ein Nicht-Techniker kann nicht immer nützliche Kritik üben. Gerade deshalb sollte der Techniker verpflichtet sein, sich in die Begriffswelt und Spra-

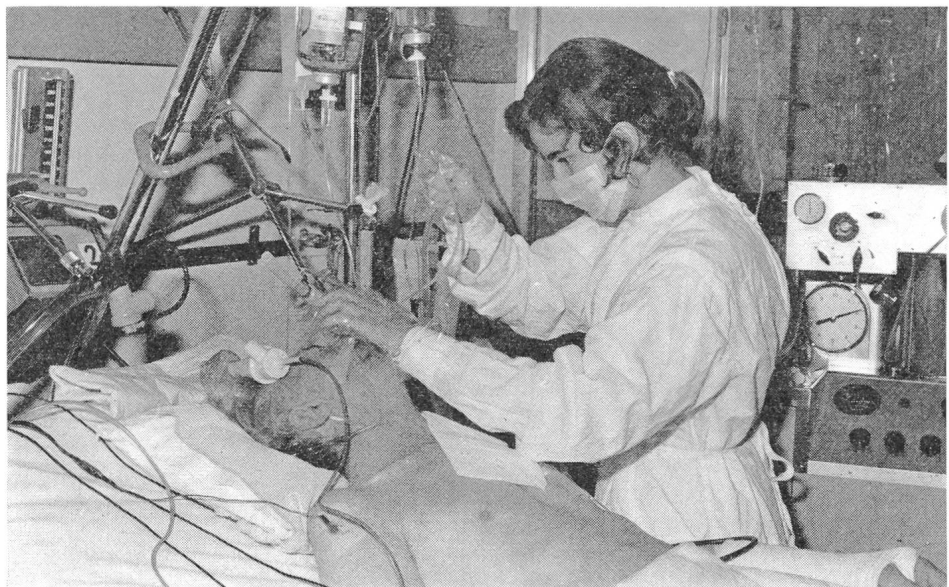


Fig. 2
Die Pflegerin ist grösstenteils allein mit Patient und Geräten. Sie ist durch pflegerische, medizinische und soziale Aufgaben ausgelastet. Alle technischen Aufgaben bedeuten eine zusätzliche Belastung

che des klinischen Alltags (nicht nur des Forschungslabors) einzuleben und die Arbeitswelt kennenzulernen.

Oft wird vergessen, dass dies auch dann notwendig ist, wenn nur ein Teilgebiet der Aktivität durch technische Mittel unterstützt werden soll. Jedes einzelne Gerät muss in ausgewogener Beziehung stehen zum ganzen System. Es obliegt ganz speziell dem Ingenieur, der mit systemanalytischen Techniken vertraut ist, zu untersuchen, welches die wesentlichen Komponenten des zu beeinflussenden Systems sind. Dies gilt für die Intensivpflegestation, wo die Schwester mit Patienten und Maschinen pflegerische, diagnostische, therapeutische und soziale Aufgaben erfüllt [6], ferner im Labor, wo Faktoren wie Blutentnahme, Transport, Identifikation, Vorbereitung, Verteilsystem, Chemie, Messmethode, Interpretation usw. die Leistungsfähigkeit des Ganzen bestimmen [7], wie überhaupt an allen Orten.

In jedem dieser Fälle wird man immer wieder auf eine wesentliche, grundsätzliche Forderung stossen. Überall gilt es, vorausgesetzt, dass das zu entwerfende Teilsystem in vernünftiger Beziehung zum ganzen System samt seiner Umwelt steht, die Maschinen an die Eigenarten und Fähigkeiten des Bedienungspersonals anzupassen. Dies ist die Forderung der Ergonomie; deren Grundregeln müssen erfüllt werden, wenn die Geräte effizient sein sollen, d. h. wenn das Personal Vertrauen in die Geräte fassen und diese optimal einsetzen soll.

4. Ergonomisch gestaltete Arbeitsplätze

Die Ergonomie macht sich zur Aufgabe, das System Mensch-Maschine, unter Berücksichtigung äusserer Bedingungen und Störgrössen, aus menschlicher Sicht zu optimieren. Der Arbeitsplatz wird also an den menschlichen Organismus angepasst [8; 9]. Mit der Humanisierung wird zusätzlich auch die Leistungsfähigkeit des Personals erhalten.

Wie etwa aus Entwicklungen in der Verkehrstechnik (z. B. Cockpit Design) bekannt ist, stehen heute eine grosse Anzahl von Erkenntnissen und Empfehlungen aus der Ergonomie auch dem Medizintechniker zur Verfügung. In den seltensten Fällen aber werden medizinisch-technische Geräte unter Beizug eines Ergonomen ausgelegt. Durch inadäquate und unphysiologische Gestaltung von Arbeitsplätzen wird der Schwierigkeitsgrad der Arbeit unnötigerweise hochgehalten. Dadurch werden die Leistungsfähigkeit begrenzt und die Unsicherheit und Fehlervorkommen verstärkt.

Bei vielen Geräten im Spital würde es zur einwandfreien Bedienung einen Techniker brauchen. Es scheint oft dem Zufall überlassen zu sein, welche und wie viele *Bedienungselemente* auf einer Frontplatte montiert werden. Deren Anordnung, Gestaltung und Beschriftung ist bei zu vielen Geräten so, dass höchstens speziell begabte und erfahrene Schwestern zurecht kommen. Bei einem Vergleich von 20 portablen EKG-Monitoren (Elektro-Kardiogramm) ergab sich, dass die Hälfte der Geräte 8 oder mehr Bedienungselemente (Extremfall 18) aufwiesen. Nur 5 Geräte hatten 6 oder weniger Knöpfe und Schalter auf der Frontplatte. Im Betrieb braucht die Schwester eigentlich nur die Verstärkung, eventuell den Ableitungswahlschalter und die Lautstärke des akustischen Signals zu bedienen. Alle anderen Schalter und Knöpfe sind verwirrend, erschweren die Aufgaben des Pflegepersonals und sollten getrennt angeordnet sein.

Rasche, sichere Wahrnehmung von auf *Anzeigegegeräten* dargestellten Daten ist die Grundlage zu deren fehlerfreien



Fig. 3 Schwester am Protokolltisch, beim Fussende eines Patientenbettes, in der Intensivstation. Die meisten Anzeigen sind zu klein, insbesondere kann das EKG (Pfeil) nicht klar erkannt werden. Die Technik dominiert den Arbeitsplatz

Interpretation. Trotzdem viele Ergebnisse der Ergonomie über Grösse von Anzeigegegeräten wie auch über optimal gestaltete Skalen zur Verfügung stehen [10], sind im Spital viele Geräte schlecht abzulesen. Bei EKG-Monitoren sind die Bildschirme mit wenigen Ausnahmen zu klein (Fig. 3). Wenn das Personal 3...4 Schritte tun muss, um den KO-Schirm zu betrachten und um zu beurteilen, ob ein Sinusrhythmus vorliegt, so ist dies belastend. In der Intensivstation liegt die Distanz zwischen Person und Gerät zwischen 1 und 3 m. Ein EKG-Komplex sollte also ohne weiteres über 2 m analysierbar sein. Ebenso sind die Skalen und Zahlen der benützten Zeigerinstrumente zu klein, ob es sich um Angaben von Herzfrequenz oder von in Defibrillatoren gespeicherten Energien handelt. Auch bei Laborgeräten, wo (noch) Daten abgelesen werden, müssen Skalen und abzulesende Zahlen klar und gross sein.

Ob Daten überhaupt über Anzeigegegeräten dargestellt werden sollen, muss von Fall zu Fall abgeklärt werden. Bei eigentlichen Messgeräten sollten für den optimalen Betrieb Ablese- und Schreibarbeit und deren inhärente Fehlerwahrscheinlichkeiten eliminiert werden. Die zur Dokumentation benötigten Daten sollten z. B. auf Klebeetiketten ausgedruckt werden. Dies heisst nicht unbedingt, dass jedem Gerät ein Drucker beigegeben werden muss; die Möglichkeit zum Anschluss eines solchen muss aber gegeben sein. Grössere Datenmengen sollten, sofern relevant, parallel dazu auch auf Lochstreifen übertragen werden, wobei den Fragen der Patienten/Datenidentifikation besondere Beachtung zu schenken ist.

Wie schon erwähnt, sind die Forderungen nach ergonomisch akzeptabler Apparateauslegung besonders darum zu beachten, weil die Benutzer im Spital Nicht-Techniker sind. Aus demselben Grund soll jeder medizinische Apparat wo immer möglich mit *Überwachungs-, Eich- und Testautomatik* ausgerüstet sein. Dies muss der Forderung nach wenig Bedienungselementen nicht unbedingt widersprechen.

Bei der Mehrzahl von Respiratoren werden die kritischen Parameter nur durch zusätzlich anzuschaffende Geräte und nicht durch eingebaute Messkreise überwacht. Beim Respirator, der konstantes Volumen liefert, gilt es, den Druck in der Patientenleitung zu monieren; beim druckgesteuerten Respirator ist der Fluss bzw. das Atemvolumen kritisch. Beide

müssen mit separaten Anlagen erfasst werden, was die Bedienung erschwert.

Nur wenige EKG-Monitoren zeigen an, ob auftretende Störungen durch Unterbruch im Patientenkabel-Elektroden-System verursacht werden. Noch schwerwiegender ist es, dass Herzfrequenz-Alarm-Einrichtungen die häufigen Störungen nicht getrennt von echten Herzrhythmusänderungen verarbeiten. Viele «Fehl»-Alarme sind die Folge. Die Schwester wird dadurch belastet oder sie schaltet die Alarmgeber aus. Funktions-Überwachungs-Einheiten sind noch an vielen anderen Orten wesentlich. In jedem Fall muss genau abgeklärt werden, ob bei einem festgestellten Defekt wirklich der Alarm ertönen soll. Dem Personal muss jene Information zugeführt werden, die von Belang ist. Die Überwachung des Systems Patient-Maschine sollte in mindestens zwei Dringlichkeitsstufen aufgebaut werden. Bei Verkehrsampeln bedeuten Grün-Orange-Rot verschiedene Bereitschafts- und Aktionsstufen. Auf analoge Weise muss das medizinische Personal am Patienten und an der Maschine informiert werden. Zum Beispiel weisen die folgenden Stufen wesentliche Unterschiede auf:

- Parameter sind im Normalbereich, zeigen aber gefährliche Entwicklungstendenz
- Parameter liegen ausserhalb des Normalbereiches und nähern sich gefährlichen Werten

Die Aktionen, die erfolgen müssen, sind verschieden, je nach dem Zustand und je nach Kombinationen von Zuständen und Entwicklungstendenzen. Daher sollten auch Alarm-signale verschiedener Arten eingeführt werden.

5. Zusammenfassung

Die Technik kann zum Fortschritt der Medizin Wesentliches beitragen. Die heutige Situation zeigt aber verschiedene Mängel, die im Interesse aller Beteiligten behoben werden müssen. Die vordringlichen Probleme lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- der Ausnützungsgrad der Technik in der Medizin ist in vielen Bereichen ungenügend;
- die Effizienz der gebräuchlichen Geräte (in den technisierten Kliniken) lässt stark zu wünschen übrig;
- die Gründe für diese Mängel liegen zum Teil bei der fehlenden Rückmeldung vom Gerätebenützer zur Industrie;
- weitere Gründe liegen darin, dass einfache Grundregeln der Ergonomie oft nicht befolgt werden.

Nur durch enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Klinik können diese Probleme angepackt und gelöst werden. Die Voraussetzungen zu einer solchen Zusammenarbeit sind vor allem dort gegeben, wo auf seiten der Klinik technisch versiertes Personal bzw. eigentliche Medizintechniker arbeiten, wie dies heute in vermehrtem Masse in Spitälern der Fall ist. Sie sind auch überall dort vorhanden, wo beiderseits die Bereitschaft zu einer intensiven Zusammenarbeit besteht.

Literatur

- [1] G. Kocher: Zukunftsaspekte unseres Gesundheitswesens. Bericht über die gleichnamige Arbeitstagung der Schweizerischen Vereinigung für Zukunftsforschung vom 4./5. Mai 1973 im Gottlieb-Duttweiler-Institut, Rüschlikon. Wetzikon ZH, Verlag Schweizerische Vereinigung für Zukunftsforschung (SZF), 1973.
- [2] P. Gilliard: Vieillissement démographique et planification hospitalière. Etude fondée sur les données de la Suisse et du Canton de Vaud. Lausanne, Département de l'intérieur, Service de la Santé publique du Canton de Vaud, 1969.
- [3] Statistisches Jahrbuch der Schweiz. Basel, Birkhäuser Verlag, 1970 und 1971.
- [4] R. Richterich: Zur Entwicklung der klinischen Chemie. Therapeutische Umschau 28(1971)10, S. 643...647.
- [5] C. Büchner und W. Dräger: Schrittmacher-Therapie des Herzens. Forum Cardiologicum Nr. 14. Mannheim, Boehringer GmbH, 1973.
- [6] B. Horisberger: Kontinuierliche Überwachung physiologischer Daten in der Intensivpflegestation? Intensivmedizin als Konzept. Medita 5(1975)2, S. 23...28.
- [7] H. Keller: Automaten im klinischen Labor. Moderne Methoden der Laboratoriums-Medizin. Stuttgart, Franckh, 1971.
- [8] W. T. Singleton: Introduction à l'ergonomie. Genève, Organisation Mondiale de la Santé, 1974.
- [9] K. B. DeGreene: Systems psychology. New York, McGraw-Hill, 1970.
- [10] K. F. H. Murrell: Ergonomie. Grundlagen und Praxis der Gestaltung optimaler Arbeitsverhältnisse. Düsseldorf, Econ-Verlag, 1971.

Adresse des Autors

Urs Gessner, dipl. El.-Ing. ETH, Interdisziplinäres Forschungszentrum, Kantonsspital, 9006 St. Gallen.