

**2. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
25. bis 26. Feb. 1999 in
Darmstadt**



**„Die Intensivstation im Jahr 2010 - Potential und
Möglichkeiten für die Automatisierungstechnik“**

S.H. Böhm
Abteilung für Anästhesie, Erasmus Universität Rotterdam, Rotterdam, Niederlande
E-Mail:bohm@anest.fgg.eur.nl

ISBN: 318318317x
Pages: 15-16

Die Intensivstation im Jahr 2010 – Potential und Möglichkeiten für die Automatisierungstechnik

S.H. Böhm

Abteilung für Anästhesie, Raum 2393, Erasmus Universität Rotterdam, 3000 DR Rotterdam, Niederlande
E-mail: bohm@anest.fgg.eur.nl

Niemand kann in die Zukunft schauen. Wenn wir dennoch Aussagen zu zukünftigen Ereignissen machen, so tun wir dies zumeist, indem wir unsere eigenen oder die Erfahrungen anderer in die Zukunft projizieren. Die moderne Intensivmedizin weist in ihren Organisationsstrukturen und ihren Behandlungsprozessen viele Ähnlichkeiten mit der Industrie der letzten Jahrzehnte auf¹. Es kann für unser Thema daher hilfreich sein, sich zunächst einmal mit den industriellen Entwicklungen der vergangenen Jahrzehnte näher zu befassen².

Durch zunehmenden Konkurrenzdruck mußten in vielen Bereichen der Industrie die Produktionskosten gesenkt, die Qualität der Produkte gesteigert und gleichzeitig die Arbeitsbedingungen humaner gestaltet werden. Es zeigte sich schnell, daß die vermutete Zwangsläufigkeit einer Verknüpfung von Qualität und Kosten nicht zutraf, denn eine hohe Produktqualität setzte zugleich auch eine hohe Qualität des Produktionsprozesses selbst voraus. Die systematische Beseitigung unproduktiver Arbeitsschritte, die Dezentralisierung operationeller Entscheidungen sowie die beschleunigte Rückkopplung von Qualitätsdaten erhöhten die Arbeitsleistung. Die Eliminierung unnötiger Kostenfaktoren alleine sicherte aber noch keinen dauerhaften Vorsprung. Zusätzliche strukturelle Verbesserungen taten Not. Mit dem Aufkommen moderner Kleincomputer konnten Produktions- und Verwaltungsprozesse automatisiert und die zentralen Mainframe-Rechner durch dezentrale PCs direkt am Arbeitsplatz ergänzt oder ersetzt werden. Dadurch reduzierten sich die Perioden, in denen ohne die benötigte Prozeßinformation nach dem Motto „just-in-case“ statt „just-in-time“ gehandelt wurden, erheblich. Diese Beschleunigung der „response time“ war eine der wichtigsten Voraussetzung für eine wirkungsvolle Kostenreduktion. Nachdem der Automatisierungsgrad in den produzierenden Industrien langsam eine Sättigung erfährt, breitet sich die Automatisierung nun auf den Dienstleistungssektor aus. Die Kommunikation von Daten und Informationen rückt dabei in den Mittelpunkt des Geschehens.

SPEKULATIONEN

Auch in der Medizin werden die Rufe nach verbesserter Versorgungsqualität bei gleichzeitig „gedeckelten“ Kosten immer lauter. Die Randbedingungen für eine Automatisierung scheinen daher in Industrie und Medizin ähnlich zu sein

Wenn im Folgenden von „Automaten und Protokollen“ die Rede sein wird, so sind diese im Sinne eines Auto-Piloten in der Luftfahrt zu verstehen. Dieser integriert die Unzahl der zu jedem Zeitpunkt anfallenden Daten, verdichtet sie zu wichtigen flugtechnischen Informationen und steuert nach ihnen kontinuierlich und eigenständig das Flugzeug auf einem zuvor eingestellten Kurs. Die moderne Luftfahrt kommt ohne diese Automatisierung nicht mehr aus. Auch wenn der Auto-Pilot wesentlich zur Verbesserung der Flugsicherheit beiträgt, führt er jedoch nicht zum Ersatz des Flugzeugführers oder seines Copiloten.

Um den möglichen Einfluß industrieller Automatisierungsmaßnahmen auf die Situation der Intensivmedizin projizieren zu können, mag es hilfreich sein, sich eines einfachen mathematischen Modells zu bedienen. Bei seinen Berechnungen stellt Luft das klinische Ergebnis „Mortalität“ als Funktion verschiedener Einflußfaktoren dar³.

$$\text{Outcome (Ergebnis)} = \text{AMR} - \text{EMR} = a_0 + a_1 \cdot \ln(\text{Anzahl}) + a_2 \cdot \text{Struktur} + \text{Fehler}$$

mit **AMR** aktuelle, **EMR** erwartete Mortalitätsrate; **a₀**, **a₁**, **a₂** drei unabhängige Konstanten; **ln** Logarithmus naturalis.

a₀ *Qualitätsniveau vor Einführung einer Automatisierung*: Die Überwachung der Patienten mittels neuester Geräte, sowie die computerisiertere Datenerfassung verbessern das Behandlungsergebnis. Die alleinige Anwesenheit dieser Technik wird aber, wenn überhaupt, nur einen marginalen Einfluß auf die Mortalität haben.

a₁ beschreibt das Lernverhalten: Diesem Faktor kommt in unserem Zusammenhang eine zentrale Bedeutung zu, weil er die logarithmische Lernkurve des medizinischen Personals, aber auch den Verbesserungsprozeß an der konventionellen oder automatisierten Therapie selbst moduliert.

Zunächst verbessert eine Standardisierung, eine wichtige Voraussetzung für eine spätere Automatisierung, auch ohne zusätzliche moderne Technik an sich schon die Therapieergebnisse, da sie ein Abweichen der Resultate unter einen vorbestimmten Normwert wirkungsvoll verhindert.

Zusätzlich erhöht eine kontinuierliche Überwachung des Patienten seine Sicherheit, weil klinisch relevante Veränderungen des Gesundheitszustandes frühzeitig entdeckt und behandelt werden können. Die zum Teil schwierige Entscheidung, zu welchem genauen Zeitpunkt eine Diagnostik vorgenommen werden sollte, wird dem Kliniker durch die fortwährende Überwachung wichtigster Parameter erleichtert. Die „on-line“ Darstellung des Datentrends reduziert zusätzlich die Interpretationsschwierigkeiten herkömmlicher diagnostischer „Momentaufnahmen“. Natürlich sind die Überwachungsgeräte mit ihren Sensoren genau wie das klinische Personal Teile von Regelkreisen.

Mittels automatisierter Daten-Erfassung und -Aufbereitung können die Effekte therapeutischer Interventionen sichtbar gemacht werden. Die gewonnenen Daten stehen zusätzlich einer Qualitätskontrolle zur Verfügung⁴. Hierdurch können geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um erkannte Mängel am Behandlungsprotokoll selbst oder bei dessen praktischer Umsetzung rechtzeitig zu beheben. Zudem fördert die zeitgerechte Rückkopplung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen das Lernen⁵. Unter identischen Randbedingungen wird auch immer identisch gehandelt; diese Reproduzierbarkeit im therapeutischen Vorgehen wirkt sich also günstig auf das Erlernen der Behandlungsprinzipien und ihrer Regeln aus.

Anzahl: Mit der Anzahl der behandelten Patienten steigt auch die Erfahrung im Umgang mit einem neuen therapeutischen Vorgehen. Wenn ein Behandlungsautomat von Klinikern und Technikern mit großer Erfahrung in ihrem Fach erstellt wird, so sollten etwaige Defizite des Automaten rasch entdeckt und behoben werden können. An diese Entwicklungsphase schließt sich dann eine Phase der fortdauernden Qualitätsverbesserung an. Durch konstruktiven Umgang mit Verbesserungsvorschlägen aus der Klinik und dokumentierten Mängeln steigt zugleich die Akzeptanz des Automaten

beim medizinischen Personal. Der so verbesserte Automat findet zunehmend häufiger klinische Anwendung. Letztlich werden immer mehr Patienten von der so verbesserten Therapie profitieren.

a₂ beschreibt Arbeitsabläufe und Organisationsstruktur einer Intensivstation: Zwar können die Anzahl der Betten und des Personals nicht beeinflußt werden, doch die Organisation der klinischen Routine bietet meist Spielraum für Umstrukturierungen. Teamarbeit und die fachgerechte Anwendung modernster Therapieverfahren verbessern die Effizienz des Personaleinsatzes.

Computerisierte Protokolle geben alle Schritte eines Behandlungsablaufs präzise vor. Sie engen dadurch zwar den Spielraum der Kliniker ein, gewährleisten aber gerade im Mehrschichtbetrieb die Kontinuität einer Intensivbehandlung. Die Entscheidungs- und Therapieunterstützung steht rund um die Uhr zur Verfügung und reduziert so unnötige Verzögerungen, die nachts und an Wochenenden üblicherweise auftreten. Die Effizienz der medizinischen Leistung wächst weiter. Zudem muß nicht jeder Arzt bei jedem Patienten aufs Neue das „Wie“ bei der Umsetzung einer gewählten Therapie erwägen.

SCHLUßFOLGERUNGEN

Das Personal wird durch den Automaten entlastet und hat so mehr Gelegenheit, sich den Bedürfnissen der Patienten zu widmen. Dadurch sollte die Intensivmedizin der Zukunft humaner werden, für Patienten und Personal zugleich.

Obwohl die Automatisierungstechnik zukünftig weite Teile der Intensivmedizin erobern wird, bleibt die vielfach diskutierte Horrorvision vom „unmenschlichen Pflegeroboter mit kalten Armen“ Science Fiction. Der Mensch bleibt auch im Jahre 2010 noch stets der Mittelpunkt der medizinischen Sorge.

LITERATUR

1. Moore GA. <http://www.hp.com/mpg/moore3.html>
2. Friesdorf W. et al. Decision making in high dependency environments – can we learn from modern industrial management models? *Int J Clin Monitoring and Computing* 1994; 11: 11-17.
3. Luft HS et al. The volume-outcome relationship: practice makes perfect or selective referral pattern? *Health Services Res* 1987; 22: 157.
4. Friesdorf W. Events which will influence Intensive Care Units in future. *Technology and Health Care* 1997; 5: 319-330
5. Lomas J, Haynes RB. A Taxonomy and critical review of tested strategies for the application of clinical practice recommendations: From „official“ to „individual“ clinical policy. *Am J Prev Med* 1988; 1: (Suppl. 2) 77-94.