

Intelligente Telemedizin in der Intensivstation

Patientennaher Einsatz von Medizintechnik und IT in der Intensivmedizin

Das Überleben kritisch kranker Patienten auf der Intensivstation hängt während des Intensivaufenthaltes wesentlich vom schnellen Erkennen und Therapieren von oftmals wechselnden Krankheitsbildern ab. Neben akuten lebensbedrohlichen Zuständen, wie z. B. einem Herzkreislauf-Stillstand, sind es vor allem auch die subakuten Erkrankungen, wie die Sepsis, das Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) sowie das Nieren- und Leberversagen, bei denen das Outcome ganz entscheidend von der Reaktionszeit abhängt. Daher spricht man bei diesen Erkrankungen auch von der „Golden Hour“.

Zur Überwachung der einzelnen Organfunktionen steht dem Intensivmediziner eine Vielzahl an Medizingeräten zur Verfügung: Vitaldatenmonitor, ggf. ergänzt um Geräte zur Messung der Puls-konturanalyse, Beatmungsgerät, Spritzen- und Infusionspumpen, Geräte zur Leber- und Nierendialyse und Laborge-räte auf der Station (Point-of-Care-Geräte). Die mit diesen gewonnene hohe Datendichte führt zu einer fast unüberschaubaren Zahl an Möglichkeiten bei Diagnostik, Überwachung und Therapie [1, 2, 3]. So wurden bereit 1985 über 500 verschiedene Parameter erfasst [4]; heute sind es nach eigenen Untersuchungen zwischen 700 und 1300 verschiedene Items pro Patient und zwischen 2500 und 10.000 Einzelinformationen pro Behandlungstag und Patient.

Um den Zustand und Verlauf eines Intensivpatienten bei dieser Informationsflut schnell und sicher bewerten zu können, müssen die Werte mit der ärztlichen und pflegerischen Dokumentation der Befunde und Therapiemaßnahmen zusammengeführt und übersichtlich präsentiert werden. Diese Aufgabe übernehmen auf der Intensivstation sogenannte Patientendatenmanagementsysteme (PDMS), die auch als Intensivinformationsmanagementsysteme (IMS) bezeichnet werden [5, 6, 7]. Die Gesamtheit aus PDMS und Medizingeräten wird auch als intensivmedizinischer Informationsarbeitsplatz bezeichnet (■ **Abb. 1**).

Die Entwicklung von Patientendatenmanagementsystemen

Bereits 1964 wurde am Los Angeles County General Hospital, einem Lehrkrankenhaus der medizinischen Universität South-California, durch Shubin und Weil ein erstes Informationssystem entwickelt, das an das Überwachungssystem einer Intensivstation angeschlossen wurde und das Auslesen des arteriellen und zentralvenösen Blutdruckes, der Luft- und Körpertemperatur, des Elektrokardiogramms und der Ausscheidung ermöglichte [8]. Etwa zur selben Zeit entstanden weitere Systeme wie das HELP-System (Health Evaluation through Logical Processing) am Latter Day Saints Hospital (Salt Lake City, USA) [3] und ein weiteres am Ce-

dars-Sinai Medical Center (Los Angeles, USA) [9]. Diese Systeme gehören auch heute noch zu den am weitesten ausgebauten Systemen.

In den 1970er-Jahren erfolgte die Entwicklung von Systemen, die nun Patientendatenmanagementsysteme (PDMS) genannt wurden. Zu diesem Zeitpunkt entstand auch das erste PDMS in Deutschland, das „Göttinger Informationssystem für Intensivpflege“ (GISI), eine Entwicklung der Universität Göttingen [10, 11].

Die PDMS der zweiten Generation (1989–1995) erlangten durch die Einführung einer grafischen Benutzeroberfläche (Graphical User Interface, GUI) und sogenannter Point-and-Click-Anwendungen eine deutlich höhere Akzeptanz bei den Anwendern. Als Beispiele für Systeme der zweiten Generation gelten PDMS wie Emtek und CareVue. Die PDMS der dritten Generation (1995–Gegenwart) profitierten ähnlich wie die PDMS der zweiten Generation von der wachsenden Leistungsfähigkeit der Computer und der damit verbundenen GUI-Entwicklung. Auch wurden neue Architekturen durch die Weiterentwicklung der relationalen Datenbankmanagement-Systeme (RDBMS) möglich. Bis dahin waren nur Großrechner in der Lage, die anfallenden Datenmengen in einer angemessenen Zeit zu bearbeiten. Durch die Verbesserung der RDBMS konnte nun preiswertere Standard-Hardware eingesetzt werden. Zudem verfügt die dritte PDMS-Generation über

Abb. 1 ► **Intensivmedizinischer Informationsarbeitsplatz.** Dem Kliniker stehen – dem Patienten zugewandt – mit Vitaldatenmonitor, Steuereinheit für das Beatmungsgerät und Patientendaten direkt am Patienten alle Informationen zur Verfügung



mehr Schnittstellen zu anderen IT-Systemen in der Klinik. Die PDMS wandelten sich von Insellösungen zu Bestandteilen einer integrierten, modularen Krankenhaus-IT-Architektur. Daraus resultierten neue Anforderungen an die Kommunikationsstandards, um die Integration von PDMS realisieren zu können.

Stand der Technik

Heute steht eine Vielzahl an kommerziell erhältlichen PDMS auf dem Markt zur Verfügung. Die Systeme bilden die vollständige ärztliche Basisdokumentation (mit Anamnese, Vorerkrankungen, häusliche Medikation) und die Verlaufsdocu-

mentation (mit Untersuchungsbefunden, Therapieplanung und Therapiedokumentation) sowie die Pflegedokumentation (mit Pflegeanamnese, Pflegebeobachtung, Pflegeplanung und Dokumentation von Maßnahmen) berufsgruppenübergreifend ab [6, 7, 12]. **Abbildung 2** zeigt die Benutzeroberfläche eines PDMS, in dem ärztliche Dokumentation, Pflegedokumentation, Arzneimitteltherapie sowie die Daten aus dem Vitaldatenmonitor, Beatmungsgerät und Labor zusammen dargestellt werden. Während früher fixe Layouts für verschiedene Fragestellungen hinterlegt werden mussten, sind heutige PDMS in der Lage, alle Daten auf einer Oberfläche abzubilden und sie interaktiv

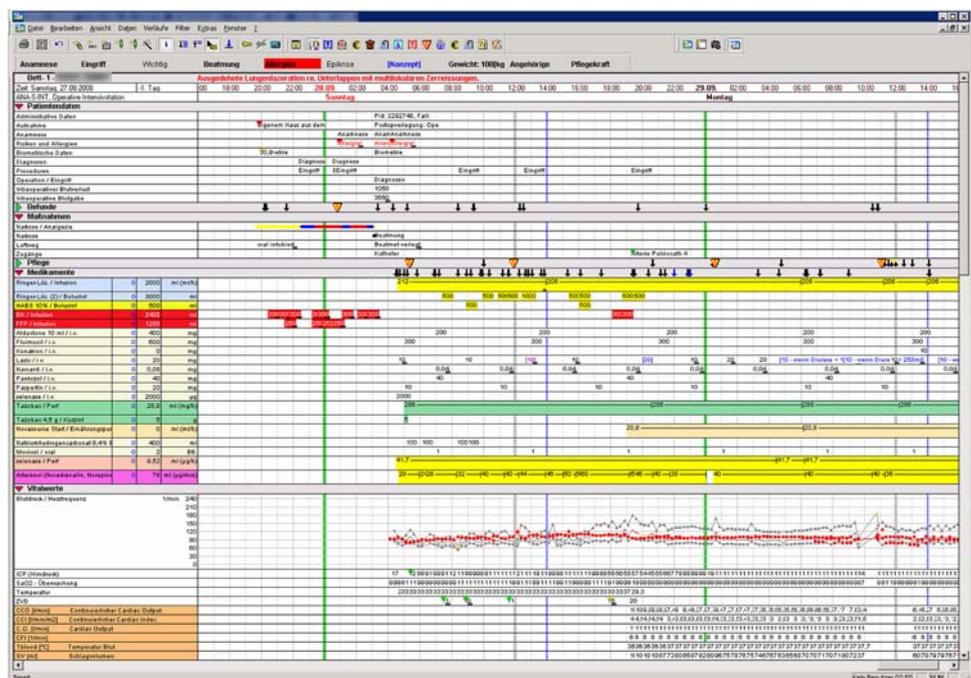
problemorientiert zu filtern. Es hat sich gezeigt, dass die heutigen PDMS die Dokumentationszufriedenheit des Personals auf der Intensivstation deutlich verbessern [13, 14, 15]. Die so erhobenen Daten können dann zur Abrechnung, Qualitätssicherung und Forschung bereitgestellt werden [6, 7, 16, 17].

Außer zur reinen Dokumentation sollten die erhobenen Daten auch für eine computerassistierte Entscheidungs- und Prozessunterstützung nutzbar sein. Dies erfordert die problemorientierte Darstellung der Patientendaten, die Präsentation aktiver Warnhinweise und Therapieempfehlungen bei Eingaben (z. B. für die Arzneimitteltherapie), die Hinterlegung kompletter Entscheidungs- und Therapieschemata (z. B. Empfehlungen für die kalkulierte Antibiotikatherapie), die Überwachung, ob Therapierichtlinien eingehalten werden (z. B. wird gewarnt, wenn die Sepsiskriterien erfüllt aber die Therapierichtlinien nicht eingehalten werden) sowie die proaktive Bereitstellung von Vorschlägen aus Therapierichtlinien [3, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24].

Kommunikation und Interoperabilität

Entscheidende Voraussetzung für die oben aufgeführten Leistungen ist die Zu-

Abb. 2 ► **Benutzeroberfläche eines Patientendatenmanagementsystems:** Es werden patientenzugewandene alle Parameter aus verschiedenen Informationssystemen und Medizingeräten einschließlich der Arzneimitteltherapie dargestellt



sammenführung der Informationen aus den verschiedenen Datenquellen eines Klinikums, aus den verschiedenen Informationssystemen und Medizingeräten. So bewerteten die Teilnehmer einer Umfrage zur PDMS-Statuserhebung in Deutschland im Jahr 2004 die „Integration in die Klinikums EDV“ als wesentliches Leistungsmerkmal der Systeme. Sie sahen aber diese Erwartungen tendenziell als nicht erfüllt an [14, 15]. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass mit der automatischen Datenübernahme von Medizingeräten die Dokumentationsqualität steigt [25, 26].

Um die Schwierigkeiten und Lösungsansätze bei der Integration eines PDMS einordnen zu können, sollte zwischen den verschiedenen Anbindungsebenen unterschieden werden. Dies sind:

- die technische Anbindung, die die Verbindung zwischen dem Medizingerät und dem PDMS herstellt,
- die logische Anbindung auf Applikationsebene, die den Nachrichtenstandard für die Kommunikation definiert,
- die semantische Interoperabilität, die eine Interpretation der übermittelten Daten im empfangenden System ermöglicht.

Technische Anbindung

Die Anbindung eines PDMS(-Servers) an die klinischen Informationssysteme erfolgt ebenso wie die Client-Server-Kommunikation in der Regel über eine Einbindung in die allgemeine IT-Netzwerkstruktur des Klinikums mittels eines Kommunikationsservers. Neben dem IT-Netzwerk besteht auf den Intensivstationen ein physikalisch getrenntes Netzwerk für die Vitaldatenmonitore. Dieses verbindet die einzelnen Überwachungsgeräte untereinander sowie mit einer Zentrale. Über dieses Netzwerk werden die Alarmer, aber auch die Vitaldaten in einem Live-Stream-Verfahren von den einzelnen Überwachungseinheiten in den Patientenzimmern auf die Zentrale bzw. auf die anderen Monitore weitergeleitet. Über diese Vernetzung wird zum einen sichergestellt, dass lebensbedrohliche Situationen zeitnah wahrgenommen werden, zum anderen können sie – bei Fehlalar-

Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2009 · 52:279–286
DOI 10.1007/s00103-009-0792-x
© Springer Medizin Verlag 2009

R. Röhrig · R. Rütth

Intelligente Telemedizin in der Intensivstation. Patientennaher Einsatz von Medizintechnik und IT in der Intensivmedizin

Zusammenfassung

Patientendatenmanagementsysteme (PDMS) sind in der Lage, die Zufriedenheit der Mitarbeiter der Intensivstation mit dem Dokumentationssystem zu steigern. Neben einer reinen Dokumentation bieten viele Systeme dem ärztlichen und pflegerischen Personal eine Unterstützung bei der Therapie- und Pflegeplanung. Die erfassten Daten (Medizingeräte, pflegerische oder ärztliche Dokumentation, Labordaten etc.) stehen für verschiedene Auswertungen für administrative Aufgaben (Abrechnung, Personalsteuerung, Qualitätssicherung) oder für wissenschaftliche Fragestellungen zur Verfügung. Voraussetzung für diese Leistungen ist eine semantische Interoperabilität bei der Integration in die IT des Klinikums und bei der Anbindung von Medizingeräten. Hierzu stehen Terminologien wie LOINC

und SNOMED-CT zur Verfügung, die aber bisher kaum Verbreitung gefunden haben. Ein Grund dafür ist, dass der Aufwand für das Mapping bei den sendenden Systemen und der Nutzen bei den empfangenden Systemen ungleich verteilt ist. Daher sollte das Ziel sein, die Messwerte der Medizingeräte LOINC kodiert zu versenden. Die Erfahrung erster LOINC-Implementierungen zeigen, dass an dieser Stelle auch bei den klinischen Arbeitsplatzsystemen und PDMS hinsichtlich der Präsentation und Verarbeitung kodierter Daten noch Entwicklungsbedarf besteht.

Schlüsselwörter

Medizintechnik · Intensivinformationssystem · Patientendatenmanagementsystem · Interoperabilität

Intelligent telemedicine in intensive care units. Bed-side operation of medical technology devices and IT in intensive care medicine

Abstract

Patient data management systems (PDMS) may improve the quality of clinical documentation in intensive care medicine. In addition to the documentation, many PDMS offer the clinicians support for clinical decisions and workflow. The data recorded by the PDMS are available for data analysis to support administrative responsibilities (e.g., reimbursement, personnel management, quality management) or scientific questions.

Within this process, semantic interoperability is a cornerstone for the integration of the PDMS into the IT infrastructure of the hospital, and the connection of medical devices is an essential precondition. Thus, a medical terminology system, like LOINC or

SNOMED CT, is required, but are generally not widely used. This is partly caused by the fact that the effort necessary to implement a standard vocabulary is not equally shared between the sending and receiving systems. The solution could be medical devices that send LOINC-coded data. The experience of implementing LOINC into medical devices and information systems teaches us that more research and development of new functionalities for clinical information systems and PDMS to display and process (LOINC) coded data are needed.

Keywords

Medical devices · patient data management system · interoperability · LOINC

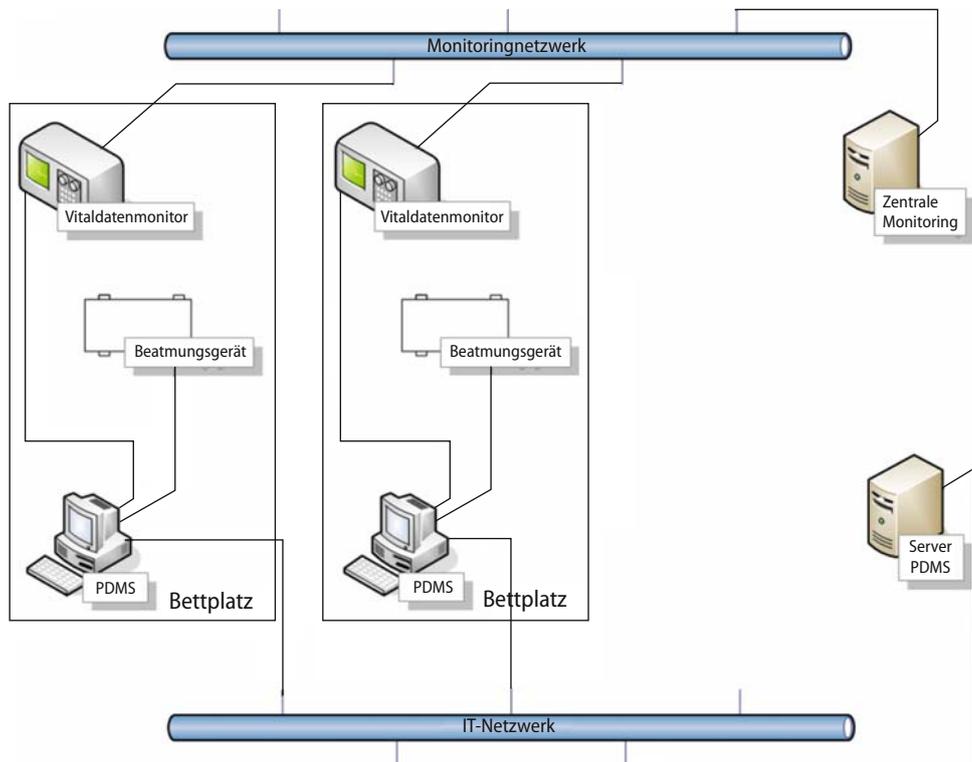


Abb. 3 ► **Dezentrale Vernetzung:** Vitaldatenmonitoring und PDMS haben jeweils ihr eigenes physikalisches Netzwerk für die horizontale Vernetzung. Der Vitaldatenmonitor und das Beatmungsgerät sind direkt an den PC am Bettplatz angeschlossen (vertikale Vernetzung)

men oder weniger dringenden Meldungen – ortsfern quittiert werden. Von der Funktion dieses Netzwerkes hängt die Patientensicherheit ab. Damit ist es Bestandteil des Medizinproduktes und fällt unter das Medizinproduktegesetz (MPG).

Die „sortenreine“ Vernetzung innerhalb der Informationssysteme bzw. einer Medizingerätegruppe wird auch als „horizontale Vernetzung“ bezeichnet. Um die von den Medizingeräten bereitgestellten Informationen in die Informationssysteme übernehmen zu können, muss eine Verbindung zwischen den verschiedenen Netzen bestehen. Diese wird auch als „vertikale Vernetzung“ bezeichnet. Man unterscheidet hier zwei Möglichkeiten: eine zentrale und eine dezentrale Anbindung.

Dezentrale Anbindung von Medizingeräten

■ **Abbildung 3** zeigt den Aufbau einer dezentralen horizontalen Vernetzung. Hier werden die Medizingeräte (in diesem Fall Vitaldatenmonitor und das Beatmungsgerät) direkt an den bettseitigen Client angeschlossen. Von dort werden die Daten in das PDMS übernommen. Diese Anbindung erfolgt meist über die serielle

Schnittstelle des Client-PCs und erfordert dementsprechende Kabel. Für diese Kabel existiert weder für die Stecker noch für die Pin-Belegungen ein Standard, sodass die einzelnen Gerätetypen individuelle Kabel erfordern, die oft von den Kliniken selber hergestellt werden müssen. Auf dem Client muss ein Programm (Treiber) installiert werden, das die Daten von einem Medizingerät anfordern und entgegennehmen kann. Auch hierfür gibt es bisher keine standardisierten Protokolle (s. unten Anbindung auf Applikationsebene). Auf Stationen mit wechselnden Geräten (z. B. Beatmungsgeräte verschiedener Hersteller und/oder Generationen) müssen die Kabel mit dem Gerät wechseln und die Treiber jeweils an dieses angepasst werden.

Bei der Verbindung eines Client mit einem Medizinprodukt müssen die Vorgaben der Medizinproduktehersteller sowie verschiedene Normen (z. B. die DIN ISO 60601-1 für die elektrische Sicherheit in patientennahem Umfeld) eingehalten werden. Die Vorteile der dezentralen Anbindung sind:

- es können verschiedene Systeme in einer wechselnden Kombination am Client angebunden werden,

- es werden in der Regel alle gemessenen und eingestellten Parameter übertragen,
- es gibt keinen Single Point of Failure: Wenn eine Verbindung ausfällt, laufen die anderen weiter, und es kommt nicht im Fehlerfall zum Ausfall des Gesamtsystems.

Zentrale Anbindung von Medizingeräten

■ **Abbildung 4** zeigt den Aufbau einer horizontalen Vernetzung. Bei der zentralen Anbindung erfolgt die Datenübergabe an das klinische Netz über einen zentralen Gatewayrechner innerhalb des Medizingerätenetzwerkes, der zusätzlich einen Anschluss an das IT-Netzwerk besitzt. Die Kommunikation zwischen der Zentrale im Monitoringnetzwerk und dem PMDS (-Server) erfolgt meist direkt und nicht über einen zwischengeschalteten Kommunikationsserver.

Weitere Medizingeräte, wie z. B. Beatmungsgeräte oder Geräte zur Messung der Pulskontur, werden oft nicht direkt mit dem IT-System, sondern zunächst an den Vitaldatenmonitor angebunden und die Daten dann über die Zentrale an das PDMS gesendet. Die Verbindung zwi-

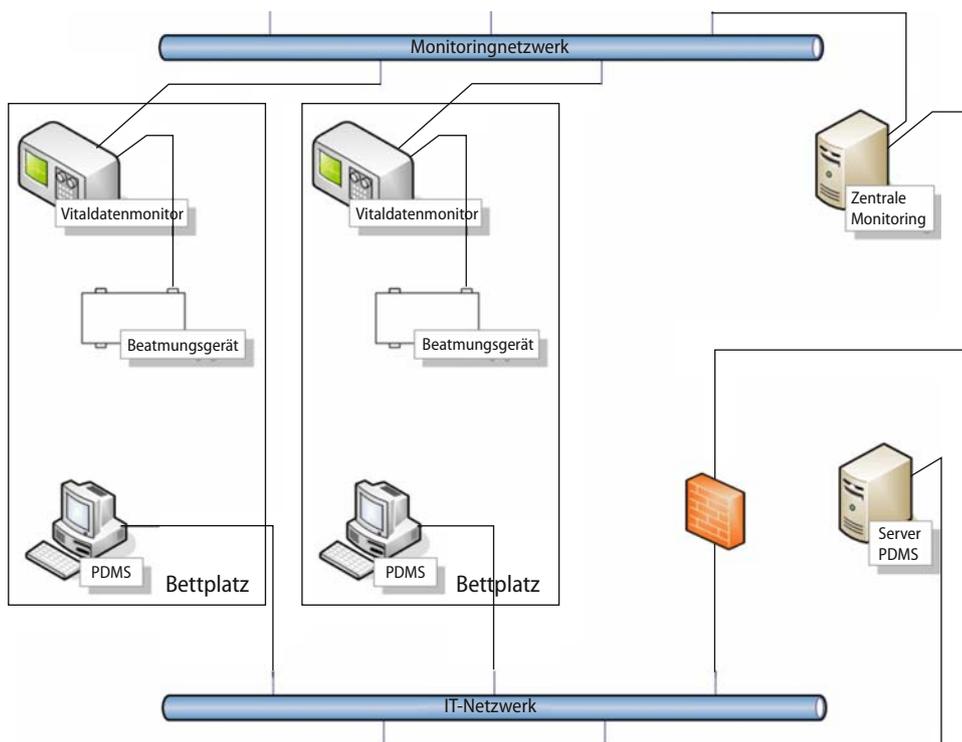


Abb. 4 ◀ **Zentrale Vernetzung: Die vertikale Vernetzung findet nicht mehr am Bettplatz, sondern über einen zentralen Rechner des Vitaldatenmonitoringsystems statt. Beatmungsgeräte sind in diesem Fall an den Vitaldatenmonitor angeschlossen (vertikale Vernetzung). Ihre Daten werden ebenfalls über den zentralen Rechner an das PDMS übergeben**

schen Vitaldatenmonitor und Medizingeräten erfolgt meistens über spezielle Kabel und (Einschub-)Module, die fertig konfektioniert bei dem Hersteller des Vitaldatenmonitors erhältlich sind.

Vorteile der zentralen horizontalen Vernetzung sind, dass man nur eine Schnittstelle in das IT-System hat und dass die Verantwortlichkeiten zwischen IT und Medizintechnik sowie die direkte Rückwirkungsfreiheit auf das Medizinprodukt (in dem Fall Beatmungsgerät und Vitaldatenmonitor) geklärt sind.

Nachteile der zentralen Anbindung sind, dass insbesondere von den zusätzlich angebotenen Medizingeräten nicht alle Parameter zur Verfügung stehen. Dies hat mehrere Gründe: Zum einen entwickelt sich die Messtechnik kontinuierlich weiter, d. h. ein zertifiziertes Update des Monitoringnetzwerkes und der zentralen Gatewaykomponente hinkt aber dieser Entwicklung immer ein wenig hinterher. Zum anderen steht innerhalb des Monitoringnetzwerkes nur eine bestimmte Netzwerkbandbreite für die Datenübertragung zur Verfügung, da jederzeit eine zeitkritische Alarmierung bei einem lebensbedrohlichen Ereignis sichergestellt werden muss. Dieses Problem tritt jedoch aufgrund des tech-

nischen Fortschritts zunehmend in den Hintergrund.

Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass auch die zentralen Gatewayrechner Medizinprodukte sind. Damit unterliegt jede Veränderung am Rechner dem Medizinproduktegesetz und muss vom Hersteller freigegeben werden. Dies betrifft auch die Aktualisierung des Betriebssystems (Aufspielen von Betriebssystempatches) und der Schutzsoftware gegen Malware (Viren, Trojaner etc.). Damit erfordert der Betrieb eines solchen Gatewayrechners Maßnahmen seitens der Klinik, um das Risiko seines Befalls mit Malware zu minimieren.

Bewertung

Die Entscheidung zwischen einer zentralen oder dezentralen horizontalen Vernetzung von Medizingeräten und PDMS muss sich an den lokalen Voraussetzungen orientieren. Dabei gilt es auch, die technischen Voraussetzungen des PDMS und der anzubindenden Medizingeräte zu prüfen. Oft sind Kombinationen einer zentralen und dezentralen Vernetzung sinnvoll [27]. Häufig wird eine Lösung gewählt, bei der das Vitaldatenmonitoring zentral, die weiteren Medizingeräte dezentral angebunden werden (▶ **Abb. 5**).

Anbindung auf Applikationsebene

Um die Kommunikation zwischen den verschiedenen Informationssystemen zu erleichtern, gibt es seit Ende der 1980er-Jahre eine Gruppe von Standards mit dem Namen „Health Level 7“ (HL7) (<http://www.hl7.org>). Dabei steht HL7 sowohl für die Organisation, die die Standards entwickelt, als auch für Teile dieses Standards. Derzeit ist in den Kliniken vor allem der Standard HL7 Version 2.x etabliert. Dieser beschreibt die Syntax (Grammatik) einer Nachricht beim Austausch von Patientendaten. Auch wenn der Standard bestimmte Freiheitsgrade zulässt, wurde durch seine Einführung die Anpassung der Schnittstellen erheblich vereinfacht und damit eine moderne Krankenhaus-IT-Architektur erst ermöglicht [28, 29, 30, 31].

Für die Kommunikation zwischen Medizingeräten und IT bestehen verschiedene Standards. Für den Bereich der Laborgeräte hat sich weitestgehend der ASTM-Standard durchgesetzt. Weitere Standards für Point-of-Care-Geräte wie der Medical Data Information Base (MDIB, IEEE P1073, DIN/ISO 11073) fanden jedoch wenig Verbreitung.

Allen diesen Standards ist gemeinsam, dass sie die Syntax definieren. Dies stellt

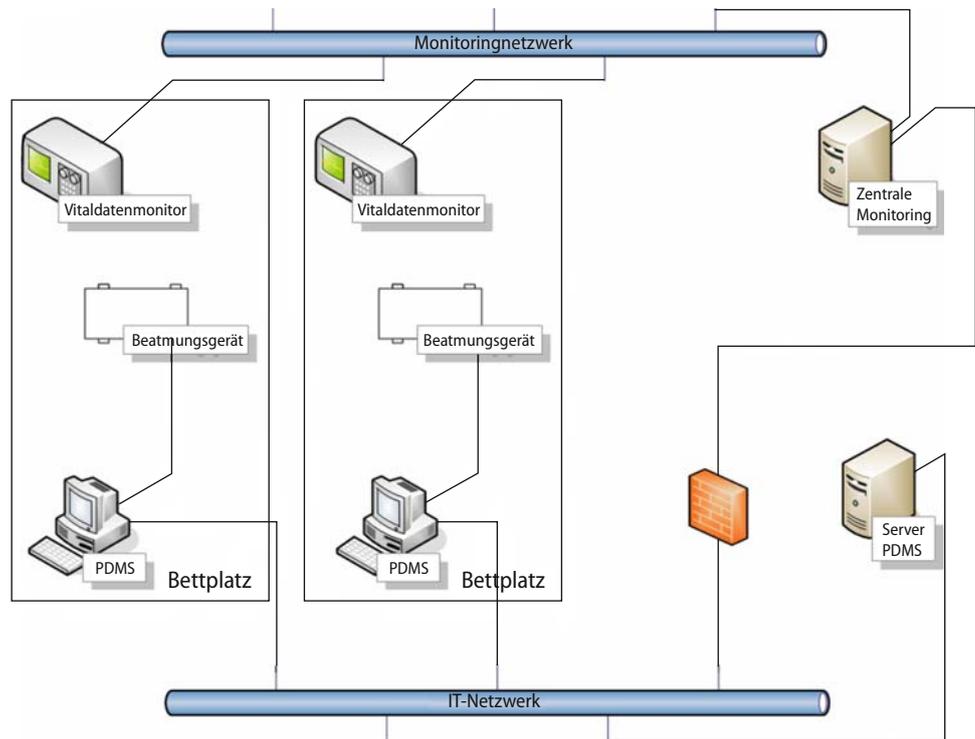


Abb. 5 ► Beispiel einer gemischten Vernetzungsstruktur: Die Vitaldatenmonitore sind zentral, die Beatmungsgeräte dezentral angebunden

sicher, dass das empfangende System die Daten korrekt darstellen und sie dem Anwender damit für die Interpretation zur Verfügung stellen kann. Für Auswertungen oder Anwendungen zur Entscheidungs- oder Prozessunterstützung ist es jedoch erforderlich, dass der Computer die kommunizierten Daten „verstehet“, um sie richtig interpretieren zu können. Hierzu ist es notwendig, eine einheitliche Terminologie zur semantischen Standardisierung zu verwenden.

Semantische Interoperabilität

Für die Semantische Integration wurden verschiedene Nomenklaturen entwickelt. Die bekanntesten Nomenklaturen sind die Systemized Nomenclature of Medicine-Clinical Term (SNOMED CT) und der Logical Observation Identifier Names and Codes (LOINC) [32, 33, 34].

LOINC

Die Nomenklatur LOINC wurde 1994 vom Regenstrief Institut in Indianapolis entwickelt und wird dort bis heute gepflegt [35, 36]. Sie sollte als „identifier of observation“, also zur Identifizierung eines Befundparameters in Health-Level-Seven- (HL7-)Nachrichten zur Übertragung

von Labordaten verwendet werden. Inzwischen stehen aber mit dem Clinical LOINC auch zahlreiche Parameter außerhalb der Labordatenkommunikation zur Verfügung [36, 37, 38, 39, 40]. LOINC stellt einen allgemeingültigen Code zur Verfügung, der über 6 Achsen eindeutig identifiziert wird. Die einzelnen Achsen sind in **▣ Tabelle 1** beschrieben.

Systemübergreifende Kodierung

Trotz des Bedarfs an einem semantischen Standard für eine systemübergreifende Kodierung und der Verfügbarkeit entsprechender Nomenklaturen ist ihre Verbreitung bisher kaum fortgeschritten. Dies liegt vermutlich daran, dass Aufwand und Nutzen einer systemübergreifenden Kodierung zwischen den verschiedenen Systemen und deren Applikationsbetreuern ungünstig verteilt sind. Den Aufwand durch eine Zuordnung der eigenen Daten zur Nomenklatur (Mapping) haben vor allem die sendenden Systeme, wie z. B. die Laborinformationssysteme. Ein Nutzen resultiert vor allem für die empfangenden Systeme wie PDMS und für die klinischen Arbeitsplatzsysteme (KAS). Aber auch die Versorgungsforschung oder klinische Forschung würden – vor allem im Hinblick auf die immer stärker vernetzte For-

schung – von einer semantischen Standardisierung profitieren [40].

Sinnvoll ist die Kommunikation mit einem semantischen Standard vor allem dann, wenn der Nachrichtenfluss von der (Daten-)Quelle bis zu den Endsystemen durchgängig auf der gleichen Nomenklatur beruht. Quelle ist in vielen Fällen ein Medizingerät, wie z. B. in der Intensivmedizin Vitaldatenmonitore, Beatmungsgeräte oder Point-of-Care-Geräte für Laboranalysen auf der Station. Für die Hersteller der Medizingeräte ist es ein einmaliger Aufwand, ihre Parameter zu kodieren und zusätzlich zu den eigenen (meist selbstsprechenden Bezeichnungen) zu übertragen. Damit würde der Aufwand für das Mapping in den Kliniken entfallen.

In einem Projekt am Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Gießen, wurde die Übermittlung von Blutgasanalysen an das PDMS der Intensivstation auf LOINC umgestellt [41]. In der LOINC-Kodierung ist neben den Spezimen (z. B. Sauerstoffpartialdruck, pH-Wert, Glucosekonzentration) auch die Art der Entnahme (arteriell, venös, zentralvenös etc.) enthalten. Informationen, die in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der Probenentnahme stehen (z. B. die inspiratorische Sauerstoffkonzentration

Tabelle 1

Ein Parameter wird in LOINC mithilfe der sechs Achsen vollständig beschrieben

Achse	Erläuterung
1 Komponente (Analyt)	z. B. Kalium, Sauerstoffpartialdruck, Körpergewicht
2 gemessene Eigenschaft	z. B. Stoffkonzentration, Masse, Partialdruck etc.
3 Zeitangabe	Angabe, ob sich die Messung auf einen Zeitpunkt, einen speziellen Zeitpunkt (z. B. Aufnahme) oder einen Zeitraum (z. B. 24-h-Sammelurin) bezieht
4 Probenart	z. B. arterielles oder venöses Blut, Urin etc.
5 Skalierung	Angabe, ob die Messung quantitativ (z. B. Serumkalium), ordinal (z. B. Scores), nominal (z. B. Angabe von Keimen) oder als Textdarstellung (z. B. Erfassung der Anamnese) erfolgte
6 Methode	Angabe der Bestimmungsmethode (optional)

oder die Körpertemperatur), werden am Analysegeräte miterfasst und – ebenfalls in LOINC kodiert – als Befund übermittelt. Der Zusammenhang zur Probe wird über eine eindeutige Untersuchungsnummer (Filler-ID) in der HL7-Nachricht hergestellt. Insgesamt wurden für das Projekt 96 Parameter in LOINC kodiert. Einige von ihnen waren noch nicht im LOINC-Katalog enthalten. Sie wurden beim Regenstrief Institut beantragt und innerhalb von 4 Wochen eingepflegt. Sie stehen im aktuellen Katalog zur Verfügung.

Die Erfahrungen in diesem Projekt waren zweigeteilt: Während die Art der Probenentnahme für die Interpretation der Blutgase entscheidend ist, wird diese Differenzierung bei Parametern wie der Elektrolyt- oder Glukosekonzentration von den Ärzten in der Befundpräsentation als verwirrend empfunden. Daher entschied man sich dafür, 14 Parameter, die von den Intensivmedizinern unabhängig von ihrer Entnahmearart interpretiert werden können – entgegen dem LOINC-Standard, d. h. nicht vollständig ausdifferenziert – als Probenart „sonstige“ zusammenzufassen [41].

Integration von LOINC in Informationssysteme

An dem oben Dargestellten wird ein weiteres Problem deutlich: Bisher wurde in klinischen Arbeitsplatzsystemen (KAS) und PDMS ausschließlich die Funktion implementiert, LOINC-kodierte Befunde in HL7-Nachrichten entgegenzunehmen und mit einem gesendeten oder intern zugeordneten Klartextbezeichner anzuzeigen. Wird die Kodierung bereits vor der Kommunikation zusammengeführt,

kann sie für spätere Fragestellungen nicht mehr nachträglich differenziert werden, wird die Kodierung differenziert durchgeführt, ist sie im Alltag hinderlich.

Auf einem gemeinsamen Workshop¹ zum Thema LOINC des Deutschen Instituts für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), der LOINC User Group Deutschland, der Telematikplattform für medizinische Forschungsnetze (TMF e.V.) und der AG Klinische Arbeitsplatzsysteme der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (gmds) wurden mehrere solche Praxisbeispiele vorgestellt. Der Tenor der Workshopteilnehmer aus den Bereichen der Medizingerätehersteller, der KIS/KAS-Hersteller sowie der Kliniker, Labormediziner und Wissenschaftler war:

- Die Parameter können zufriedenstellend in LOINC abgebildet werden. Damit wird das Ziel einer systemübergreifenden einheitlichen Kodierung erreicht.
- Es ist sinnvoll, die Befunddaten bereits von den Medizingeräten LOINC-kodiert zu versenden. Damit entfällt der Aufwand für das Mapping in den einzelnen Kliniken, das ansonsten durch die Kodierung in Gerätetreibern oder Kommunikationsservern notwendig wäre.
- In mehreren Projekten trat das oben beschriebene Problem der Überdiffe-

renzung auf. Daraus resultieren die folgenden Anforderungen:

- Durch eine Hierarchisierung der Achsen in LOINC könnte eine Klassenbildung erfolgen, die für die Darstellung und weitere Verarbeitung (z. B. in wissensbasierten Systemen) hilfreich wäre.
- Die Klassenbildung sollte zu einem möglichst späten Zeitpunkt, also möglichst zur Laufzeit im PDMS/KAS erfolgen, da die Zusammenfassung von Informationen kontextabhängig ist. Dies kann innerhalb des Systems oder mithilfe eines Terminologieservers geschehen.
- Das GUI sollte die Möglichkeit bieten, neben der zusammengefassten Klasse (Oberbegriff) auch die vollständig identifizierenden Informationen darzustellen.

Es gilt nun, diese Anforderungen weiter zu spezifizieren und Lösungsansätze in der Praxis zu evaluieren.

LOINC versus SNOMED CT

LOINC wurde entwickelt, um in HL7-Nachrichten den Observation-Identifier zu standardisieren. Mit ihr können quantitative Parameter, wie z. B. Laborwerte, Körpergewicht, Blutdruck etc. vollständig beschrieben werden. Bei qualitativen Parametern, wie z. B. einer Auskultation der Lunge, ist es nicht ausreichend, nur den Parameter zu standardisieren. Entscheidend ist es hier, auch den Befund, also das Ergebnis, semantisch eindeutig zu erfassen. Zu diesem Zweck wird derzeit SNOMED-CT entwickelt. Es hat das Ziel, das gesamte medizinische Vokabular über ein

¹ 53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. in Stuttgart. 15.9–19.9.2008. <http://www.gmds2008.de>

semantisches Netzwerk in einer Terminologie zu vereinigen. Clement McDonald hat es einmal folgendermaßen ausgedrückt: „LOINC stellt die Fragen, die SNOMED-CT beantwortet.“

Korrespondierende Autoren

Dr. med. Rainer Röhrig

Klinik für Anaesthesiologie, Intensivmedizin, Schmerztherapie
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH – Standort Gießen
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. M. A. Weigand
Rudolf Buchheimstraße 7
35392 Gießen, BRD
E-Mail:
Rainer.Roehrig@chiru.med.uni-giessen.de

Literatur

- Friesdorf W, Clasen B (1997) Patientendatenmanagementsystem (PDMS) – Werkzeuge zum Qualitätsmanagement in der Intensivmedizin. *Anästhesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie* 32:365–368
- Gardner RM (1985) Computerized data management and decision making in critical care. *Surg Clin North Am* 65(4):1041–1051
- Gardner RM, West BJ, Pryor TA, et al. (1982) Computer-based ICU data acquisition as an aid to clinical decision-making. *Crit Care Med* 10(12):823–830
- Clemmer TP, Gardner RM (1985) Data gathering, analysis, and display in critical care medicine. *Respir Care* 30:586–601
- Bradshaw KE, Gardner RM, Clemmer TP, et al. (1984) Physician decision-making – evaluation of data used in a computerized ICU. *Int J Clin Monit Comput* 1:81–91
- Raetzell M, Junger A, Röhrig R, et al. (2005) Allgemeine Empfehlungen und Anforderungen zur Implementierung von DV-Systemen in Anästhesie. *Anästhesiologie Intensivmedizin* 46(Suppl 2):S21–S31
- Röhrig R, Junger A, Raetzell M, et al. (2006) Spezielle Empfehlungen und Anforderungen zur Implementierung von DV-Systemen in der Intensivmedizin. *Anästhesiologie Intensivmedizin* 47(Suppl 1):S1–S8
- Seiver A (2000) Critical care computing. Past, present, and future. *Crit Care Clin* 16(4):601–621
- Shabot MM (1989) Standardized acquisition of bedside data: the IEEE P1073 medical information bus. *Int J Clin Monit Comput* 6(4):197–204
- Schillings H, Scharnberg B, Sabean RM, Ehlers CT (1978) A new concept for computer-assisted patient monitoring: Göttingen Information System for Intensive Care „GIS“ (author’s transl). *Methods Inf Med* 17(3):173–176
- Scharnberg B, Schillings H (1978) Multi-mini computer system in intensive care. *Methods Inf Med* 11:317–325
- Röhrig R, Junger A, Quinzio L, Hemmpelmann G (2001) Patientenzentrierte Online Dokumentation. *Dtsch Arztebl* 98:A2240–A2244
- Bosman RJ, Rood E, Oudemans-van Straaten HM, et al. (2003) Intensive care information system reduces documentation time of the nurses after cardiothoracic surgery. *Intensive Care Med* 29(1):83–90
- Euler M (2008) Stellenwert von Patienten-Daten-Management-Systemen in der Intensivmedizin in Deutschland: eine Stuserhebung. *Giessener Elektronische Bibliothek*. Available from: URL: <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2008/6452/>
- Röhrig R, Euler M, Quinzio L, et al. (2006) Einsatz von Patienten-Daten-Management-Systemen in der Intensivmedizin – eine Stuserhebung. *gms [51. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (gmds)]*. Available from: URL: <http://www.egms.de/en/meetings/gmds2006/06gmds232.shtml>
- Bothner U, Meissner FW (1999) Data Mining und Data Warehouse – Wissen aus medizinischen Datenbanken nutzen. *Dtsch Arztebl* 99: A1336–1338
- Brammen D, Katzer C, Röhrig R, et al. (2005) An integrated data-warehouse-concept for clinical and biological information. *Stud Health Technol Inform* 116:9–14
- Nelson BD, Gardner RM, Hedrick G, Gould P (1994) Computerized decision support for concurrent utilization review using the HELP system. *J Am Med Inform Assoc* 1(4):339–352
- Bowes CL, Ambrosio C, Carson ER, et al. (1991) INFORM: development of information management and decision support systems for high dependency environments. *Int J Clin Monit Comput* 8(4):295–301
- Röhrig R, Beuteführ H, Hartmann B, et al. (2007) Summative software evaluation of a therapeutic guideline assistance system for empiric antimicrobial therapy in ICU. *J Clin Monit Comput* 21(4): 203–210
- Rood E, Bosman RJ, van der Spoel JI, et al. (2005) Use of a computerized guideline for glucose regulation in the intensive care unit improved both guideline adherence and glucose regulation. *J Am Med Inform Assoc* 12(2):172–180
- Shahar Y, Miksch S, Johnson P (1998) The Asgaard project: a task-specific framework for the application and critiquing of time-oriented clinical guidelines. *Artif Intell Med* 14(1–2):29–51
- Seyfang A, Miksch S, Marcos M (2002) Combining diagnosis and treatment using ASBRU. *Int J Med Inform* 18; 68(1–3):49–57
- Sedlmayr M, Rose T, Greiser T, et al. (2007) Automating standard operating procedures in intensive care. *Advanced Information Systems Engineering* 4495:516–530
- Benson M, Junger A, Michel A, et al. (2000) Comparison of manual and automated documentation of adverse events with an Anesthesia Information Management System (AIMS). *Stud Health Technol Inform* 77:925–929
- Reich DL, Wood RK, Jr, Mattar R, et al. (2000) Arterial blood pressure and heart rate discrepancies between handwritten and computerized anesthesia records. *Anesth Analg* 91(3):612–616
- Mahlke I, Schade C (2008) Effizienter dokumentieren in der Intensivmedizin und Anästhesie. *Klinik-IT J* 4:30–31
- Simborg DW (1987) An emerging standard for health communications: the HL7 standard. *Healthc Comput Commun* 4(10):58–60
- Simborg DW (1988) The case for the HL7 standard. *Comput Healthc* 9(1):39–40, 42
- Walker JM (1989) Integrating information systems with HL7. *Hospitals* 63(13):FB60, FB62
- Cruz-Correia RJ, Vieira-Marques PM, Ferreira AM, et al. (2007) Reviewing the integration of patient data: how systems are evolving in practice to meet patient needs. *BMC Med Inform Decis Mak* 7:14
- Scichilone RA (2008) The benefits of using SNOMED CT and LOINC in assessment instruments. *J AHIMA* 79(7):56–57
- Min Z, Baofen D, Weeber M, van Ginneken AM (2006) Mapping OpenSDE domain models to SNOMED CT. Applied to the domain of cardiovascular disease. *Methods Inf Med* 45(1):4–9
- Ingerner J (2007) Terminologien oder Klassifikationen. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50(8):1070–1083
- Forrey AW, McDonald CJ, DeMoor G, et al. (1996) Logical observation identifier names and codes (LOINC) database: a public use set of codes and names for electronic reporting of clinical laboratory test results. *Clin Chem* 42(1):81–90
- McDonald CJ, Huff SM, Suico JG, et al. (2003) LOINC, a universal standard for identifying laboratory observations: a 5-year update. *Clin Chem* 49(4):624–633
- Herbst MR (2002) Another look at LOINC (Logical Observation and Identifier Codes). *J AHIMA* 73(1):56, 58
- Michel-Backofen A, Röhrig R, Junger A, et al. (2005) Abbildbarkeit des strukturierten Vokabulars eines PDMS auf das LOINC-Vokabular. *German Medical Science: Doc 05gmds465*. Available from: URL: <http://www.egms.de/en/meetings/gmds2005/05gmds489.shtml>
- Thun S, Oemig F, Rütth R, Röhrig R (2007) Abbildung von intensivmedizinischen und anästhesiologischen Scores und Assessments mittels LOINC und SNOMED CT. *German Medical Science GMS Publishing House: Doc 07gmds419*. Available from: URL: <http://www.egms.de/en/meetings/gmds2007/07gmds419.shtml>
- Rütth R, Michel-Backofen A, Katzer C, et al. (2008) Abbildung des strukturierten Vokabulars einer Intensivstation in LOINC. In: Jäckel A (Hrsg) *Telemedizinführer 2008*. Minerva, Bad Nauheim Darmstadt, S 38–42
- Rütth R, Michel-Backofen A, Kozelj M, et al. (2008) Semantische Interoperabilität von Medizingeräten und IT: Erfahrungen beim Einsatz von LOINC von der Quelle (Medizingerät) bis zur Mündung (klinischer Arbeitsplatz). *German Medical Science GMS Publishing House: Doc MI19-4*. Available from: URL: <http://www.egms.de/en/meetings/gmds2008/08gmds203.shtml>