

Martin Christof Kindsmüller, Hannes Schulz und Maral Haar

Usability Engineering für medizinische Unterstützungssysteme im Bereich Smart-Applications

Usability Engineering for Medical Decision Support Systems (Smart-Applications)

Smart-Applications_Medizinische Unterstützungssysteme_Sicherheitskritische Systeme_Usability Engineering

Zusammenfassung. Die Arbeit auf Intensivstationen und in Operationssälen ist geprägt durch eine wachsende Zahl von (teilweise vernetzten) Geräten, die Vitalparameter des Patienten messen und anzeigen oder zur Therapie dienen. Für die Ärzte und Pflegekräfte wird es immer schwerer, diese alle im Auge zu behalten und angemessen zu interpretieren. Der Trend geht dazu, Unterstützungssysteme zu schaffen, die selbst klinische Expertise enthalten, und dem Anwender helfen, Entscheidungen hinsichtlich Diagnose und Therapie zu treffen. Die Schwierigkeit besteht darin, einheitliche Systeme für heterogene Anwendergruppen in einer komplexen und dynamischen Arbeitsumgebung zu gestalten. Anhand zweier Beispiele soll im Folgenden veranschaulicht werden, welche allgemeinen Richtlinien dabei Beachtung finden sollten, und auf Grundlage welcher Prozesse und Methoden gebrauchstaugliche Medizingeräte effizient entwickelt werden können. Bei den Beispielen handelt es sich um ein Anästhesiedisplay, das bei der Dosierung der Medikamente helfen soll, sowie ein Diagnosedisplay, das bei der Interpretation der gemessenen Vitalparameter für eine klinische Diagnose unterstützen soll.

Summary. The work in intensive care units and operation rooms is characterised by an increasing number of (partly networked) devices that measure and present patients' vital signs and help in medical therapy. For physicians and nurses it becomes increasingly difficult to keep an eye on all these parameters and to interpret them appropriately. There is a trend towards creating decision support systems which incorporate medical expertise and help the health personnel to make decisions in regard to diagnosis and therapy. The difficulty is that of designing standardised systems for a heterogeneous group of users in a highly complex and dynamic working environment. By means of two examples we illustrate which general guidelines should be followed and which processes and methods can be relied on for efficiently designing usable medical devices. The examples are an Anaesthetic Display to help dosing the pharmaceuticals, as well as a Diagnosis Display which assists the health personnel in interpreting the vital signs with respect to medical diagnosis.

1. Arbeitssituation auf der Intensivstation und im OP

Backhaus und Friesdorf (2006, S.45) beschreiben den „Ballungsraum Intensivstation“ als eine „unüberschaubare Menge von Schläuchen, Kabeln, Leitungen, die mindestens ebenso viele Sensoren, Apparate, Geräte oder irgendein anderes

technisches Equipment miteinander verbinden. In der Mitte der „Patient“, alles erdulnd, hilflos gefesselt an die zum Leben benötigte Technik“ (Bild 1). Diese für die Intensivstation skizzierte Sachlage gilt in ähnlicher und teilweise sogar verschärfter Form auch für den OP. Die hier wie dort versammelte Vielzahl technischer Unterstützungssysteme schafft teilweise vernetzt – meist jedoch in Folge inkompatibler Protokolle unverbunden – eine hochkomplexe und hochdynamische Arbeitssituation für die behandelnden

Ärzte und Pfleger (im Weiteren kurz „Kliniker“ genannt).

Patientenmonitore stellen in der Regel die zentrale Komponente dieser Umgebung dar: Sie messen und protokollieren Vitalparameter, wie zum Beispiel Herzschlag und Blutdruck, sowie Atem- und Narkosegase und bilden so die Grundlage für eine zuverlässige Überwachung des Patienten. Eingesetzt während einer Narkose im Operationssaal, auf der Intensivstation oder allgemein zur kontinuierlichen Überwachung, ermöglichen



Bild 1: Patient eingebettet in den Gerätepark einer modernen Intensivstation

Monitore Klinikern schnelle Diagnosen und Reaktionen auf kritische Patienten-zustände. Die Interaktion mit medizintechnischen Geräten ist in der Regel kompliziert und ohne Vorwissen nicht effektiv möglich. Wie bereits Obradovich und Woods (1996) und in neuerer Zeit Wears und Cook (2006) konstatieren, mangelt es an Geräten mit einem hohen Maß an Gebrauchstauglichkeit. Dieser Mangel ist unter anderem deswegen von besonderer Bedeutung, da viele Nutzer in der medizinischen Domäne von ihrer Arbeitsbelastung her weder die Zeit noch die Motivation haben, sich mit einem technischen Gerät intensiv auseinander zu setzen (Matern et al. 2006).

Die FDA (U.S. Food and Drugs Administration) fordert in ihren Richtlinien, dass Human Factors Engineering Bestandteil der Risikoanalyse von Medizinprodukten ist. Ebenso hat der VDE mit der Norm DIN EN 60601-1-6 Anforderungen an einen Prozess zur Analyse, Design, Verifizierung und Validierung der Gebrauchstauglichkeit von elektrischen Medizingeräten festgelegt. Doch selbst wenn jedes Gerät für sich genommen ergonomisch gestaltet ist, offenbaren sich zahlreiche Probleme erst im Zusammenwirken der Geräte in einem bestimmten Arbeitskontext. Ein Teil der Probleme wird durch unterschiedliche Gestaltungsphilosophien einzelner Systeme hervorgerufen. Des Weiteren zwingt die unzureichende Vernetzung und Integration der einzelnen Systeme die Nutzer beispielsweise dazu, identische Eingaben an mehreren Geräten vorzunehmen, oder dazu, abgelesene Werte manuell von einem Gerät in ein weiteres zu übertragen. Vor dem Hintergrund dieser Situationsbeschreibung ist die oft mangelnde Akzep-

tanz der Geräte seitens der klinischen Nutzer kaum verwunderlich.

1.1 Stress und Gewöhnungseffekte

Zahlreiche Studien belegen (für eine Übersicht vergleiche Parasuraman et al. 1996), dass das menschliche perzeptiv-kognitive System generell schlecht auf Überwachungstätigkeiten (Monitoring) hin optimiert ist. Die beim Monitoring auftretenden Fehler sind zumeist eine Folge der starken Aufmerksamkeitsbelastung durch die hohe Informationsdichte. Coiera et al. (1996) konnten folgende drei Effekte nachweisen: (1) Benutzer sehen die Information auf dem Monitor, interpretieren sie aber nicht. (2) Benutzer fixieren sich auf einen sehr kleinen Teil der Daten und übersehen dadurch relevante Informationen. (3) Sind Benutzer mit einer komplexen Aufgabe beschäftigt, vermeiden sie es, sich spontan einer anderen Aufgabe zu widmen. Dadurch werden akute Probleme zu spät beachtet. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass das in Bezug auf das Monitoring defizitäre kognitive System durch eine adäquate Systemgestaltung beträchtlich unterstützt werden kann. Parasuraman et al. (1996) heben dabei auf die Explorierbarkeit ab, während Norman (1990) empfiehlt, die internen Steuerentscheidungen des Systems durch angemessenes Feedback ausreichend zu kommunizieren.

1.2 Klinische Nutzer als Herausforderung

Wie alle Gestaltungsaufgaben, bei denen eine umfassende Expertise der Nutzer in das Systemdesign eingebracht werden muss, ist die Güte des Systemdesigns unmittelbar davon abhängig, wie erfolgreich

die klinische Expertise in den Gestaltungsprozess eingebracht und im Produkt umgesetzt werden kann. Domänencharakteristika für diesen Bereich sind die umfassende Ausbildung der Nutzer, die für medizinische Laien schwer verständliche eigene Sprache sowie die weit reichenden Auflagen durch Regulierungsbehörden. Da der Verbalisierbarkeit von Expertise oft enge Grenzen gesetzt sind (Ericsson & Charness 1994), ist eine einfache Befragung der Kliniker oft wenig ergiebig. Zudem sind klassische Methoden der Benutzer- und Aufgabenanalyse wie Beobachtungen und Befragungen oder gar Tests im Feld auf Grund der Gefahr für Leib und Leben für zumindest einen Teil der Beteiligten oft unmöglich. Der Arbeitsalltag der Kliniker liegt i.d.R. außerhalb der Erfahrungswelt der Designer und Entwickler, sodass es für diese eine Herausforderung ist, die daraus resultierenden Anforderungen zu erkennen und diesen gerecht zu werden. Hinzu kommen weitere Faktoren, die es erschweren, das Design für spezifische Anwender zu optimieren. So werden z.B. in der Schweiz oder in Frankreich Narkosen auch von Anästhesiefachpflegekräften unter der Leitung von Anästhesisten durchgeführt, wohingegen dies in Deutschland ausschließlich Ärzten vorbehalten ist. Aber auch innerhalb eines Landes handhaben verschiedene Krankenhäuser die Aufgabenteilung zwischen den Fachärzten und Fachpflegekräften sehr unterschiedlich. Bei den einzelnen Krankenhäusern wiederum, unterscheidet sich die Aufgabenaufteilung auf verschiedenen Stationen. Selbst innerhalb der einzelnen Stationen spielt häufig das Rollenverständnis der einzelnen Mitarbeiter eine große Rolle, sodass teilweise Mitarbeiter mit der gleichen Berufsbezeichnung unterschiedlich viel Verantwortung übernehmen, z.B. bei der Anpassung von Medikamentendosierungen oder Beatmungsparametern an akute Zustandsänderungen beim Patienten. Dadurch ist es schwer, von einzelnen Beobachtungen oder Befragungen ausgehend zu verallgemeinern, um gezielt bestimmte Anwendergruppen im Design zu adressieren.

1.3 Unterstützungssysteme in der Medizin

Während ihres Aufenthalts auf Intensivstationen und in Operationssälen befinden sich Patienten oft in kritischen Zu-

ständen, und Kliniker müssen Entscheidungen mitunter sehr schnell treffen, und zwar unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Parametern (je nach Situation und Fall zwischen 65 und 100) über verschiedene Geräte hinweg (Friesdorf 1990). Hecker und Hölscher (1990) belegen, dass es für das Klinikpersonal sehr aufwändig ist, diese Vielzahl an Parametern über zahlreiche Systeme hinweg zu überwachen und bei Alarmen effizient auf die Ursachen zu schließen. Um mit dem immensen Datenaufkommen auf der Intensivstation und im OP Schritt halten zu können, werden vermehrt Unterstützungssysteme zur Interpretationshilfe diskutiert (Sailors & East 1999). Unterstützungssystemen wird dabei das Potential zugesprochen, die Qualität in der Gesundheitsfürsorge zu verbessern. Sie sollen die Leistung der Kliniker steigern, die Sicherheit der Patienten erhöhen, Zeit einsparen und die Kosten der Behandlung senken können (Berner & Moss 2005; Garg et al. 2005).

Allerdings gibt es im Umgang mit Unterstützungssystemen in der Medizin auch große Herausforderungen: vor allem die Akzeptanz des Systems durch die Benutzer benennen Garg et al. (2005) als solche. Zentral ist die Frage, wie sich das System in den bestehenden Arbeitsablauf integrieren lässt. Es muss nicht nur kompatibel zu bestehender Hardware sein, sondern auch ausgereift und aktualisierbar (Garg et al. 2005). Um diese Systeme optimal in den Arbeitsablauf zu integrieren, sind nach Mueller et al. (1999) Analysen unerlässlich. Kawamoto et al. (2005) präzisieren diese Forderungen und nennen unter anderem folgende drei Bedingungen, um den Einsatz in der klinischen Praxis zu verbessern: (1) Die Entscheidungsunterstützung findet automatisch statt und ist ein Teil des Arbeitsablaufs. (2) Die Unterstützung findet zu der Zeit und am Ort der Entscheidungsfindung statt. (3) Das System bietet ausführbare Empfehlungen an. Insgesamt scheinen Unterstützungssysteme durchaus das Potential zu haben, die Situation auf der Intensivstation und im OP zu verbessern. Die Frage bleibt: Wie lassen sich medizintechnische Geräte gestalten, die sowohl ein hohes Maß an Gebrauchstauglichkeit als auch eine hohe Akzeptanz erzielen? Im Folgenden werden Lösungsmöglichkeiten anhand zweier Beispiele aufgezeigt.

2. Zwei Fallbeispiele

Beim ersten Beispiel, dem Anästhesiedisplay „SmartPilot“, bestand die Aufgabe darin, aus einem wissenschaftlichen Prototyp ein Produkt zu entwickeln, das Anästhesisten bei der Narkoseführung unterstützt. Der Prototyp berechnet anhand mathematischer Modelle die Konzentration der Narkosemedikamente am Wirkort sowie den daraus resultierenden Effekt. Grundlage sind hierbei statistische Verteilungen, sodass anhand der Dosierung der Medikamente und Patienteneigenschaften der wahrscheinlichste Verlauf von Konzentration und Effekt angezeigt wird. Dabei kann der Wert dieser Parameter prognostiziert werden. Der Prototyp zeigte jedoch sehr viel Information an. Ein Teil davon war vielen Anästhesisten kaum vertraut, sodass das Display wenig praxistauglich schien. Eine wichtige Anforderung an ein Display für den klinischen Alltag ist dessen Selbsterklärungsfähigkeit und schnelle Interpretierbarkeit. Es galt, das Display entsprechend umzugestalten.

Beim zweiten Beispiel handelt es sich um ein Diagnosedisplay, das, im Falle eines Alarms, anhand einer multivariaten Analyse der gemessenen Vitalparameter (Blutdruck, Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung, etc.) Vorschläge hinsichtlich der zugrunde liegenden Ursache unterbreitet. Bei diesem Forschungsprojekt ging es insbesondere darum zu untersuchen, wie ein solches System Diagnosen darstellen kann, sodass sowohl deren Zuverlässigkeit angemessen abgebildet wird, als auch Anwender ein solches System tatsächlich als Unterstützung (und nicht als Bevormundung) empfinden.

2.1 Anästhesiedisplay „SmartPilot“

Beiden Projekten ist gemein, dass neuartige Funktionen zur Verfügung gestellt werden sollen. Dazu muss zunächst verstanden werden, wie diese Funktionen in den heutigen Arbeitsalltag der Nutzer passen und inwiefern diese bereits in ihrem Denken und ihren Vorgehensweisen abgebildet sind. Selbstverständlich berücksichtigen Anästhesisten, wie sich Medikamente im Körper verteilen, und welche Wirkung diese erzielen. Aber sie benutzen dazu Heuristiken, weil exakte Berechnungen ohne Hilfsmittel kaum möglich sind. Hier gilt es die Anwender

zu unterstützen und deren Arbeit zu erleichtern.

Erste Arbeitsbeobachtungen von acht Anwendern in fünf verschiedenen Operationssälen in drei Krankenhäusern zeigten schnell, dass Anästhesisten kein weiteres Gerät am Arbeitsplatz im Auge behalten wollen. Anästhesisten arbeiten oft in beengten Verhältnissen, um sich herum einen regelrechten Gerätepark, bestehend aus Anästhesiegerät, Patientenmonitor, Spritzenpumpen, Wärmetherapiegeräten etc. (Bild 2). So schien es sinnvoll, das Display um die Information zu erweitern, die der Anästhesist stets im Auge haben muss, um Änderungen im Zustand des Patienten frühzeitig zu erkennen. So muss er nur bei Bedarf auf die Geräte, wie Patientenmonitor, Anästhesiegerät, Spritzenpumpe etc. schauen, um sich ein genaueres Bild zu machen und gegebenenfalls zu reagieren.

Als stark vereinfachte Beschreibung ihres Hauptziels konnten die befragten Anästhesisten folgendem Satz zustimmen: Anästhesisten wollen die hämodynamischen Kennwerte des Patienten konstant halten, indem die Narkosetiefe jeweils an das sich durch die Operation verändernde Schmerzlevel angepasst wird. Die Narkosetiefe wird in den mathematischen Modellen als Wahrscheinlichkeit berechnet, schmerzhafte Reize zu tolerieren. Um dem Anästhesisten zu ermöglichen, seine Denkweise beizubehalten, wurde diese berechnete Narkosetiefe mit den wichtigsten hämodynamischen Parametern (Herzfrequenz und Blutdruck) auf einer gemeinsamen Zeitachse dargestellt (Bild



Bild 2: Anästhesiearbeitsplatz in einem Operationssaal

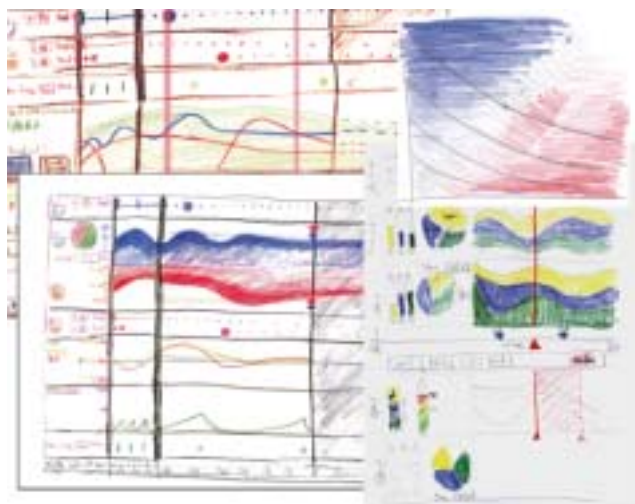


Bild 3: Skizzen, die iterativ mit Anästhesisten immer wieder diskutiert und überarbeitet wurden



Bild 4: Screenshot "SmartPilot" Prototyp Stand Dezember 2007

4 rechts unten). So ist es ihm möglich, den Effekt anhand der hämodynamischen Reaktionen zu relativieren.

Die Medikamentendosierung sowie die berechnete Konzentration am Wirkort wurden ebenso dargestellt. So haben die Anästhesisten stets den Zusammenhang von Medikamentendosierung – Konzentration am Wirkort – berechneter Effekt – beobachtbare Auswirkung auf den Patienten vor Augen. Das hilft ihnen auch, den Patienten im Vergleich zur Norm, wie sie von den Modellen widerspiegelt wird, einzuordnen. In einem nächsten Schritt wurden die gewonnen Ergebnisse in Papierform gebracht und mit 12 verschiedenen Anästhesisten immer wieder diskutiert und modifiziert (Bild 3).

Erst später wurde ein funktionaler Prototyp entwickelt und zwei Usability-Studien mit jeweils 10 Teilnehmern durchgeführt, wobei bei der zweiten Studie ein High-Fidelity-Patientensimulator eingesetzt wurde, um eine möglichst realistische Arbeitssituation zu schaffen. Am Ende entstand ein Display, welches das Zusammenwirken der Schlaf- und Schmerzmedikamente grafisch darstellt (Bild 4). Es enthält die wichtigsten Vitalparameter als Normalwertabweichungen, das Zusammenwirken von Schmerz- und Schlafmittel als Grafik sowie einen eigens dafür entwickelten Index, der diese Gesamtwirkung quantifiziert. Außerdem werden Dosierung und Konzentration am Wirkort jedes einzelnen Medikaments in einen graphischen Zusammenhang gebracht. Die Gesamtheit dieser Information, die dem Anästhesisten ermöglicht,

den aktuellen Zustand des Patienten sowie dessen Reaktion auf die Medikamente im Vergleich zur Norm einzuschätzen, wird auf einer gemeinsamen Zeitachse dargestellt, um die Interpretation im Kontext zu erleichtern. Auf dieser Zeitachse können zusätzlich weitere Ereignisse, wie z. B. Hautschnitt markiert werden.

2.2 Diagnosedisplay

Bei der Konzeption des Diagnosedisplays war eine zentrale Frage, wie die Zuverlässigkeit/Unsicherheit einer vom Gerät gestellten Diagnose an den Nutzer vermittelt werden kann. Diese Frage stellt sich, weil Expertensysteme aufgrund ihrer beschränkten Wissensbasis nie zweifelsfreie Diagnosen stellen können. Auch wird das Abwägen, Kategorisieren und Differenzieren, d.h. all das, was Ärzte aufgrund ihrer Ausbildung und Erfahrung können,

durch bloßes Anzeigen von Diagnosen nicht gefördert, sondern eventuell sogar unterdrückt. Dadurch entsteht die Herausforderung, das System so zu gestalten, dass die Benutzer dem System weder zu viel noch zu wenig Vertrauen entgegen bringen (vergleiche „Overtrust“ bzw. „Undertrust“ Parasuraman & Miller 2004). Schon in den ersten informellen Gesprächen mit sechs Ärzten und Intensivpflegekräften fanden die Befragten es schwer vorstellbar, einem technischen System bei der Diagnosefindung zu vertrauen. Als erste Entwürfe vorlagen, hielten die drei befragten Kliniker die Anzeige der Zuverlässigkeit der vorgeschlagenen Diagnosen für sehr wichtig. Dies wurde in einem Usability-Test mit neun Teilnehmern bestätigt. Dabei wurden visuelle Darstellungen präferiert, da numerische Darstellungen eine Präzision sug-



Bild 5:
Diagnosedisplay
mit vorgeschlagenen
Diagnosen

gerieren, die weder angemessen noch hilfreich ist. Durch farbige geometrische Formen und Variationen über Schriftgrad und Größe lässt sich die Validität und Reliabilität von Diagnosen gut vermitteln (Bild 5). Numerische Darstellungen, wie zum Beispiel ein Prozentwert, der beschreibt, wie sicher eine Diagnose zutrifft, sind also höchstens zusätzlich zu den visuellen Darstellungen zu verwenden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Akzeptanz des Diagnosedisplays. Wie Berner und Moss (2005) herausstellen, werden Systeme insbesondere dann akzeptiert, wenn für die Anwender nachvollziehbar ist, warum und wie das Gerät zu seiner Entscheidung (Diagnose) kommt. Auch das Ausmaß an Unterstützung kann sich auf die Akzeptanz auswirken. So merkten manche Ärzte als Teilnehmer am Usability-Test bei einigen Entwürfen an, dass ihnen die Unterstützung zu weitreichend sei. Es zeige ihnen triviale Diagnosen und Information an, die sie in dieser Situation selbstverständlich selber wüssten. Dies wurde jedoch von einigen Pflegekräften anders gesehen, und einzelne Ärzte fanden die Funktion beispielsweise immer noch nützlich für spezifische Situationen (z. B. Neuaufnahme eines Patienten, kognitive Überlastungszustände, Ausbildung). Dadurch wird deutlich, dass es nötig ist, sich klar auf bestimmte Anwender und Situationen, in denen ein solches Unterstützungssystem verwendet werden soll, zu fokussieren. Dafür spricht auch, dass die meisten Ärzte gerne möglichst viel Information und mögliche Diagnosen angezeigt bekommen wollen. Diese sehen das Display eher als Anregung zu einer eigenen Entscheidung. Die Mehrzahl des Pflegepersonals dagegen ist eher an Symptomen – nicht an Diagnosen – interessiert, da sie auf diese unmittelbar mit therapeutischen Maßnahmen (z. T. auch ohne Hinzuziehen des Arztes) reagieren können.

Die Interviews und Tests zeigen, dass Ärzte und Pflegepersonal zusätzlichen Geräten am Arbeitsplatz kritisch gegenüber stehen. Stattdessen werden eine gute Integration in ein Gerät sowie die Kommunikation mit anderen Geräten gefordert. Es wird bemängelt, dass das Display nur auf die Parameter zurückgreifen kann, die von Geräten gemessen werden können. Um den Prozess, den Ärzte gedanklich durchlaufen, abzubilden, fehlen unter anderem Beobachtun-

Bild 6:
Diagnosedisplay
mit Möglichkeit
zur Eingabe von
Beobachtungen



gen am Patienten (wie z. B. Schwitzen, blaue Lippen oder Rötungen), die für Ärzte bei der Diagnose sehr wichtig sind. Beim Prototyp (Bild 6) lassen sich diese Beobachtungen aus einer Liste auswählen und gehen in die Berechnung der Diagnose ein. Da die Anwender eines solchen Systems keine zusätzliche Arbeit wollen, sollten diese Eingaben im Diagnosesystem direkt an die elektronische Patientenakte weitergeleitet werden.

2.3 Fazit aus den Fallbeispielen

Eine besondere Herausforderung bei der Gestaltung von medizinischen Assistenzsystemen besteht darin, eine Unterstützungsfunktion zu realisieren und gleichzeitig das oben erwähnte Overtrust-Problem zu vermeiden. Das Display muss deshalb so gestaltet werden, dass die Nutzer trotz Unterstützung noch immer so gefordert werden, dass sie ihre eigene Expertise einbringen müssen. Diese Notwendigkeit wird auch von einem Teil der Untersuchungsteilnehmer formuliert. Es wurde in diesem Zusammenhang angemerkt, dass insbesondere unerfahrene Kollegen gefordert werden müssten, damit sie Fähigkeiten wie z. B. das Stellen einer Diagnose oder das Steuern einer Narkose selbstständig und effektiv lernen können.

In beiden Projekten zeigte sich, dass es den Anwendern wichtig ist, die neuen Möglichkeiten parallel zum gewohnten Vorgehen verfügbar zu haben. Sie äußerten den Wunsch, zunächst nur beobachten zu wollen, ob das System mit ihren eigenen Urteilen übereinstimmt. Daher wird mit dem Anästhesiedisplay "Smart-Pilot" ein Produkt entwickelt, das visuali-

siert, welche Verteilung und Wirkung die Medikamente bei gewählter Dosierung gemäß den zugrunde liegenden Modellen erreichen und dies im Kontext zu ausgewählten Vitalparametern abbildet. Die Dosierung der Medikamente erfolgt genauso wie bisher durch den Anästhesisten am Anästhesiegerät und den Spritzenpumpen. Das Diagnosedisplay existiert nur als Forschungsprototyp und ist als optionale Komponente eines Patientenmonitors konzipiert. Der Anwender kann das Display bei Bedarf ein- und ausblenden, sodass auch hier die Möglichkeit besteht, die Ergebnisse des Displays zunächst mit seinen eigenen Entscheidungen zu vergleichen und kein Benutzungszwang besteht.

3. Arbeitsgestaltung statt Geräteoptimierung

Die Beispiele zeigen, dass es bei der Neuentwicklung von Geräten wichtig ist, bereits bestehende Widrigkeiten im Klinikum in die Entwicklung einfließen zu lassen. Wenn Anwender heute bereits mehr Geräte überblicken müssen, als auf eine befriedigende Weise möglich ist, sollte ein neues Gerät nicht weitere kognitive Last erzeugen, sondern möglichst ein anderes – besser mehrere – ersetzen können. Wenn Anwender verärgert sind, dass sie dieselbe Information (z. B. Patientendaten) in mehrere Geräte eingeben müssen, sollte Wert darauf gelegt werden, dies bei einer Neuentwicklung zu vermeiden. Im Idealfall geben die Anwender alle Daten nur noch in das aufgabengerechte gestaltete neue Gerät ein,

das diese dann zu den anderen Geräten propagiert.

Ein weiterer Punkt, der in beiden Fallstudien auftaucht, ist, dass die Anwender in der Klinik aufgrund der sicherheitskritischen Relevanz ihrer Arbeit konservativ sein müssen und demnach gegenüber neuartigen Geräten kritisch eingestellt sind. Die Nutzer sorgen sich, dass ihre erworbene Expertise von den Geräten unzureichend berücksichtigt und unterstützt wird. Des Weiteren wollen Anwender sich selbst davon überzeugen, dass die Geräte keine Sicherheitsrisiken für ihre Patienten darstellen. Idealerweise können klinische Nutzer daher zunächst parallel beobachten, ob das neue System zu einem identischen Ergebnis kommen würde bzw. warum es zu einem anderen kommt. Bewährt sich das System für die Anwender können diese es nach und nach intensiver nutzen und so die Aufgabenallokation auf eine Weise ändern, die sie als sicher empfinden. Insbesondere bei Unterstützungssystemen ist es wichtig, dass das System seine Grenzen kennt und diese kommunizieren kann (Herczeg 2002). Daher stellt sich bei der Gestaltung des Diagnosesystems die Frage, wie man die Zuverlässigkeit einer Diagnose darstellt, um zu vermeiden, dass Anwender unkritisch auf das System vertrauen, wenn beispielsweise nicht ausreichend Daten vorliegen, diese von schlechter Qualität sind oder der Patient physiologisch (z.B. aufgrund einer chronischen Erkrankung) nicht den Annahmen entspricht, die das System voraussetzt.

Es ist wichtig, dem Anwender stets die volle Entscheidungsfreiheit und Kontrolle über Medizingeräte zu gewährleisten. Jedes Beatmungsgerät bietet auch die Möglichkeit, per Hand zu beatmen; Regelkreise an Spritzenpumpen, die automatisch Zielgrößen ansteuern, können jederzeit unterbrochen und durch manuelle Einstellungen ersetzt werden. Nicht zuletzt wollen Ärzte den Patienten auch sehen und anfassen können („klinischer Blick“) und verlassen sich nie nur auf deren Krankenakten, wenn Entscheidungen zu treffen sind. Ärzte sind eher bereit, Geräte zur Diagnoseunterstützung in Betracht zu ziehen, wenn sich klinische Beobachtungen zur Diagnoseberechnung in das Gerät eingeben lassen.

Bei der Entwicklung von Produkten, die für Pflegekräfte gedacht sind, sollte

berücksichtigt werden, dass sowohl die Kompetenz als auch der Verantwortungsbereich von Pflegekräften in unterschiedlichen Ländern, Krankenhäusern und sogar Stationen teilweise stark variiert. Während manche Pflegekräfte am Allgemeinzustand eines Patienten und den damit verbundenen pathophysiologischen Zusammenhängen interessiert sind und viele Freiheiten und Kompetenzen besitzen, arbeiten andere Pflegekräfte eher unselbständig und führen vorrangig Aufgaben der Basispflege aus. Die Produktentwicklung für diese heterogene Gruppe stellt deshalb eine Herausforderung dar, bei der der Einsatz adäquater Fokusgruppen in der Regel unerlässlich ist.

Um diese Probleme, Einschränkungen und Besonderheiten aufzudecken, ist es sinnvoll, die Nutzer frühzeitig, wiederholt und konsequent in den Gestaltungsprozess einzubeziehen. So führt der nutzerzentrierte Gestaltungsprozess durch frühes Feedback, kurze Iterationszyklen und Usability-Tests fast zwangsläufig dazu, die zentralen Zusammenhänge und Probleme in der Anwendungsdomäne zu verstehen und das gewonnene Wissen in das Produkt einfließen zu lassen.

Danksagung

Wir bedanken uns bei den Teilnehmern der Studien für ihre Zeit, an unseren Tests teilzunehmen, ihre Bereitschaft, neue Systeme kritisch zu diskutieren und nicht zuletzt für ihre Geduld, uns Nicht-Medizinern ihre Anliegen zu vermitteln. Auch den vielen Ärzten und Pflegekräften des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, bei denen wir hospitieren durften, möchten wir an dieser Stelle ganz herzlich danken. Weiterhin gilt unser Dank PD Dr. med. Michael Imhoff, der uns Bildmaterial für diesen Artikel zur Verfügung stellte.

Literatur

- Backhaus, C.; Friesdorf, W.: Verloren im Ballungsraum der Intensivstation. *Forschung Aktuell TU Berlin Gesundheitstechnologien* **51** (2006) 45–47.
- Berner, E. S.; Moss, J.: Informatics Challenges for the Impending Patient Information Explosion. *Journal of the American Medical Informatics Association* **12** (2005) 614–617.
- Coiera, E. W.; Tombs, V. J.; Clutton-Brock, T. H.: Attentional overload as a fundamental cause of human error in monitoring. Hewlett Packard Laboratories Technical Report, 1996.
- Ericsson, K. A.; Charness, N.: Expert performance: Its structure and acquisition. *American Psychologist* **49** (1994) 725–747.
- Friesdorf, W.: Überwachung am Intensivbett – Informationsrepräsentation. In: *Ergonomie in der Intensivmedizin*. (Hrsg. Friesdorf, W.; Schwilk, B. & Hähnel, J.) Melsungen: Bibliomed Medizinische Verlagsgesellschaft mbH, 1990.
- Garg, A. X.; Adhikari, N. K. J.; McDonald, H.; Rosas-Arellano, M. P.; Devereaux, P. J.; Beyene, J.; Sam, J.; Haynes, R. B.: Effects of Computerized Clinical Decision Support Systems on Practitioner Performance and Patient Outcomes. A Systematic Review. *Journal of the American Medical Association* **293** (2005) 1223–1238.
- Hecker, E.; Hölscher, U.: Informationsverarbeitung am Erwachsenen-Intensivbett – ein Lösungsansatz. In: *Ergonomie in der Intensivmedizin*. (Hrsg. Friesdorf, W.; Schwilk, B. & Hähnel, J.) Melsungen: Bibliomed Medizinische Verlagsgesellschaft mbH, 1990.
- Herczeg, M.: Intention-Based Supervisory Control – Kooperative Mensch-Maschine-Kommunikation in der Prozessführung. In *Situation Awareness in der Fahrzeug- und Prozessführung* (Hrsg. Grandt, M.; Gärnter, K.-P.) Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt. 2002.
- Kawamoto, K.; Houlihan, C. A.; Balas, E. A.; Lobach, D. F.: Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *British Medical Journal* **330** (2005) 765–772.
- Matern, U.; Konecny, S.; Scherrer, M.; Gerlings, T.: Arbeitsbedingungen am Arbeitsplatz OP. *Deutsches Ärzteblatt* **103** (2006) 3187–3192.
- Mueller, M. L.; Ganslandt, T.; Frankewitsch, T.; Krieglstein, C. F.; Senninger, N.; Prokosch, H. U.: Workflow analysis and evidence-based medicine: towards integration of knowledge-based functions in hospital information systems. In *Proceedings of the AMIA Symposium*, 330, 1999.
- Norman, D. A.: The „problem“ with automation: inappropriate feedback and interaction, not „over-automation“. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **327** (1990) 585–593.
- Obradovich, J. H.; Woods, D. D.: Users as Designers: How People Cope with Poor HCI Design in Computer-Based Medical Devices. *Human Factors* **38** (1996) 574–592.
- Parasuraman R.; Miller C. A.: Trust and etiquette in high-criticality automated systems. *Communications of the ACM* **47** (2004) 51–55.
- Parasuraman, R.; Molloy, R.; Mouloua, M.; Hilburn, B.: Monitoring of Automated Systems. In *Automation and Human Performance: Theory and Applications* (Hrsg. R. Parasuraman & M. Mouloua) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1996.
- Sailors, R. M.; East, T. D.: Clinical informatics: 2000 and beyond. In *Proceedings AMIA Symposium*, 1999.
- Wears, R. L.; Cook, R. I.: Automation, Interaction, Complexity, and Failure: A Case Study. *Reliability engineering & systems safety* **91** (2006) 1494–1501.



1



2



3

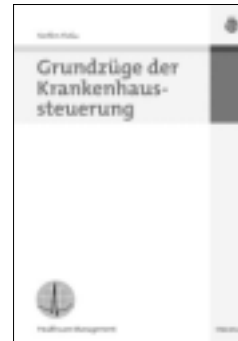
1 Martin Christof Kindsmüller, Dr. rer. nat., Dipl.-Inform., Dipl.-Psych. forscht und lehrt am Institut für Multimediale und Interaktive Systeme der Universität zu Lübeck. Arbeitsgebiete: Usability Engineering, User Centered Design, Intuitive Use of User Interfaces, Computer Supported Cooperative Work, Computer Mediated Communication, Social Software, Online Communities, Personal Knowledge Management; Domänen: Medizintechnik, Prozessführung, Flugsicherung. E-Mail: mck@imis.uni-luebeck.de
www.imis.uni-luebeck.de

2 Hannes Schulz, Dipl.-Inform. arbeitet seit 2007 in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung der Dräger Medical AG & Co. KG. Arbeitsgebiete: User Interface Design, Software Engineering, User Centered Design, Usability Engineering, Web Design, Web Engineering; Domänen: Medizintechnik. E-Mail: hannes.schulz@draeger.com
www.draeger.com

3 Maral Haar, Dipl.-Psych. arbeitet seit 2005 in der Grundlagenentwicklung der Drägerwerk AG. Arbeitsgebiete: Usability Engineering, User Centered Design, Interaction Design, Intuitive Use of User Interfaces, User Experience Design, Computer Mediated Communication, Game Design; Domänen: Medizintechnik, Unterhaltungselektronik, Ambient Intelligence, Mixed Reality, Consumer Electronics. E-Mail: Maral.haar@draeger.com
www.draeger.com



Effizienz und Verantwortung



Steffen Fleßa
**Grundzüge der
Krankenhaussteuerung**
2008 | 324 S. | Broschur
€ 36,80
ISBN 978-3-486-58279-6

Die Steuerung von Krankenhäusern im Zeitalter der Diagnosis Related Groups erfordert eine systematische und wissensbasierte Herangehensweise. Erfahrung, Intuition und Fachkompetenz in Medizin, Pflege oder allgemeiner Verwaltung genügen nicht mehr, um die komplexen und dynamischen Krankenhausbetriebe zu führen. Das vorliegende Lehrbuch entwickelt Instrumente der Krankenhaussteuerung und fügt sie in den Zusammenhang der Krankenhausbetriebslehre ein. Schwerpunkte sind hierbei Management, Controlling, Logistik, Informationswirtschaft und Strategie des Krankenhausbetriebes.

Der Leser wird nicht nur schnell umsetzbare Methoden kennenlernen, sondern vor allem eine Denkweise erwerben: eine evidenzbasierte, zielsystemkonforme und nachhaltige Steuerung des Krankenhausbetriebes in einem Gleichgewicht aus Effizienz und Verantwortung.

Das Buch wendet sich an Studierende des Gesundheitsmanagements, der Krankenhausbetriebslehre und des Pflegemanagements; an Betriebswirte, die ihre Kenntnisse im Krankenhaus anwenden möchten, sowie an Ärzte und Pflegekräfte, die ihre Managementenerfahrungen grundlegend reflektieren möchten.

Über den Autor:

Dr. rer. pol. Steffen Fleßa ist Professor für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Gesundheitsmanagement an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Oldenbourg



150 Jahre
Wissen für die Zukunft
Oldenbourg Verlag

Bestellen Sie in Ihrer Fachbuchhandlung oder direkt bei uns:
Tel: 089/45051-248, Fax: 089/45051-333, verkauf@oldenbourg.de