


Prospektive Ergonomie in der Neugestaltung komplexer Arbeitssysteme und Produkte

Habilitation Thesis

Author(s):

Held, Jürgen 

Publication date:

2007

Permanent link:

<https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-009900761>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Prospektive Ergonomie in der Neugestaltung komplexer Arbeitssysteme und Produkte

Habilitationsschrift Jürgen Held

ETH Zürich

2007

Referent:

Prof. Urs Meyer, ETH Zürich

Korreferenten:

Prof. Theo Wehner, ETH Zürich

Prof. Heiner Bubb, TU München

Prof. Wolfgang Friesdorf, TU Berlin

Zusammenfassung

Es wird ein Forschungsvorhaben vorgestellt, welches auf eine Entwicklung verbesserter Verfahren zur Erhebung subjektiver und objektiver Daten über Arbeitsabläufe ausgerichtet war, und die Verfahren anhand einer Prospektiven Ergonomie zur Neugestaltung komplexer Systeme und Produkte erprobte. Ausgangspunkt der Untersuchungen ist der Stand der Technik zur Aufzeichnung und Analyse von Ereignissen in Arbeitsabläufen, und zur Befragung von Systembenutzern über Arbeitsabläufe. Dieser wird mit Anforderungen überprüft, die sich aus den Besonderheiten komplexer Arbeitssysteme ermitteln lassen. Hierfür werden technikintensive Arbeitssysteme aus dem Spital als Stellvertreter gewählt. Aus der Überprüfung heraus werden prinzipielle Verbesserungen entwickelt und in zwei konkrete Lösungen „FIT-System“ (Aufzeichnung und Analyse von Arbeitsabläufen) und „VALAMO“ (Explikationshilfe in Benutzerinterviews) umgesetzt. Die Erprobung und Weiterentwicklung der Lösungen folgt den Anforderungen aus Gestaltungsprozessen der Produktentwicklung, sowie der Architektur und Betriebsplanung, die sich in realen Planungsaufträgen stellten. Die Verfahren wurden in Spitalneubauprojekten, der Neuentwicklung eines medizintechnischen Gerätes, sowie in der Planung automatisierter Produktionssysteme und in der Neugestaltung von Arbeitssystemen der Dienstleistung (Kontroll-/Überwachungsarbeitsplätze) erprobt.

Es zeigte sich, dass die bestehenden Aufzeichnungsverfahren aufgrund ihrer Konzepte zur Interfacegestaltung nicht den Anforderungen nach hoher Auflösungskapazität, Lernförderlichkeit und intuitiver Gebrauchsfähigkeit genügen. Bei den bestehenden Interviewmethoden erwies sich, dass Hilfen zur Explikation und für ein Bewusstwerden der Arbeitsituation des beteiligten Benutzers fehlen. Es konnten hierfür Verbesserungen entwickelt werden, die auf ein Höchstmass an individueller Gestaltungsmöglichkeit (FIT-System), und auf den flexiblen Einsatz von Bildern und manipulierbaren Zeigeobjekte mit Stellvertreterfunktion (VALAMO) beruhen. Im breiten Einsatz, auch unter Lizenz bei anderen Autoren, zeigen sich durch die entwickelten Verfahren erschliessbare Potentiale zur Verbesserung hinsichtlich Sicherheit, Gesundheitsschutz und Ökonomie der zu planenden Systeme. Dabei ermöglicht das neue und patentierte Aufzeichnungsverfahren überwiegend detaillierte Beschreibungen, die auch verschiedene Formen parallel auftretender Ereignisse und Analysen von Teamarbeit umfassen. Mit dem Verfahren VALAMO konnte bei unterschiedlichen Anwendungen in Interviews mit Systembenutzern eine hohe Ergiebigkeit von designrelevanten Aussagen erzielt werden. Die für Neubauten im Spital langen Zeitabschnitte erwiesen sich als besondere Schwierigkeit für das Ziel einer Prospektiven Ergonomie und bedingen aus den Erfahrungen ein vermittelndes Mandat des Ergonomie-Experten über die gesamte Projektdauer. Als eine notwendige Bedingung für eine Prospektive Ergonomie stellte sich heraus, dass über Analyseverfahren mit geringem Aufwand verfügt werden kann, der im Voraus kalkulierbar und kommunizierbar sein muss. Der kombinierte Einsatz der entwickelten Verfahren verweist dabei mit Vorteil auf Synergien, unter der Voraussetzung eines einfachen Zugangs zum betreffenden Arbeitssystem.

Die Untersuchung des autonomen, individuellen Designs im Verfahren FIT-System führte auf einen Zusammenhang des intuitiven Gebrauchs mit der Funktionsweise des impliziten Denkens, und lieferte Aufschlüsse über diese Phänomene. Im Gegensatz zu mehreren Empfehlungen aus dem Stand der Technik erwies es sich mit der Lösung FIT-System als vorteilhaft, Abläufe in komplexen Systemen mit einem Kategoriensystem hoher Auflösung aufzuzeichnen. Da Befragungen von Systembenutzern häufig auf rein verbalen Techniken beruhen oder Hilfen nicht im Sinne einer Explikation eingesetzt werden, wird empfohlen, diese durch Einsatz von Prinzipien nach der Lösung VALAMO zu ergänzen.

Für weiterführende Forschungsarbeiten sollten die Themen der Aufzeichnung und Analyse von Arbeitsabläufen, sowie der Befragung von Systembenutzern im Zusammenhang mit komplexen Arbeitssystemen weiter untersucht und insbesondere besser in Lehre und Lehrmitteln der Ergonomie vertreten werden. Intuitive Interaktionen in Verbindung mit dem impliziten Denken, gegenständliche Interfaceelemente, die Darstellung von Daten aus Arbeitsablaufanalysen, Beteiligungsprozesse der Ergonomie in Designprozessen, sowie Planungswissen für sicherheitsgerechtes Gestalten komplexer Arbeitssysteme bilden weitere Anregungen zur Fortführung der vorgestellten Arbeiten.

Summary

The presented work concerns research for the improvement of methods to acquire objective and subjective data in work process analysis. It integrates testing of improved methods and tools in the design of complex systems and products. The aim is to support the approach of prospective ergonomics.

The starting point is an analysis of the state of the art in recording and analysis of observable data in work processes and in techniques for user interviews. It tests how state of the art methods fulfil requirements derived from the characteristics of complex systems. It is decided to take hospitals' work systems having high loads of medical-technical devices as a representative measure of a complex system. Principles for improved methods and tools are developed on the basis of the test's results. This leads to the design of two concrete solutions: "FIT-System" for the recording of observable data and "VALAMO" for supporting knowledge verbalisation in user interviews. The approval and further development of the two solutions is driven by the adaptations needed to participate in projects of product development, new architecture and the layout of work organisation. The improved methods were tested in the design of hospital buildings, the design of a new medical-technical device, as well as in the layout of automated production systems, and traffic control centres.

It was shown that the existing methods could not fulfil the requirements of complex systems due to their limited capacity in work process analysis and a deficiency to support problem understanding as well as knowledge verbalisation in user interviews. The improved solution "FIT-System" is based on the principle of a highly individual design to create the semiotics and the syntax for event recording in work process analysis. The improved method "VALAMO" is based upon the flexible use of pictures and intelligible objects to support situation awareness and to allow naming cum pointing during explications. In the broad tests of both methods potentials capable of being developed reveal improvements regarding security, occupational health, and economics of the related work systems. The new and patented recording method, the FIT-System, makes detailed descriptions of work processes possible. This also includes documenting various forms of parallel events and analyses of teamwork. With the solution VALAMO, a high output of design-relevant user statements could be obtained in different applications. The long time periods required for the planning of new hospital buildings proved especially difficult for the application of prospective ergonomics. For this reason it seems necessary to establish a mediating mandate of the ergonomic expert over the entire duration of the project. The efficiency and the prediction of the amount of time and costs needed for process analysis showed up as a further necessary condition to perform prospective ergonomics. The combined application of the improved methods refers thereby with advantages to synergies, under the occasion of having easy access to the work system.

The investigation of the autonomous, individual design process in using the FIT-System, led to an explicatory connection of intuitive use, and the function mode of implicit thinking and supplied explanations concerning these phenomena. Contrary to several expert recommendations FIT-System proved itself as favourable method to record work processes in complex systems with a categorical system of high resolution. Since user interviews are often solely based on verbal techniques, it is recommended to supplement these techniques by use of principles from the solution VALAMO.

To continue research, the field of recording and analysis of complex work processes, as well as user interview techniques, should be further examined and also be better represented in theory and in teaching materials of ergonomics. The intuitive behaviour in work processes in connection with implicit thinking, the question about market-suited intelligible interface elements, the representation of data from work process analysis, participatory processes of ergonomics in design projects, as well as the knowledge for safety-related design of complex work systems form further suggestions for the continuation of the presented work.

Inhalt

1.	Einleitung	
1.1	Ziele und Forschungsplan	1
1.2	Systembegriff und Arbeitssystem	5
1.3	Komplexe Arbeitssysteme	7
1.4	Systemplanung und -entwurf	13
1.5	Arbeitsabläufe	18
2.	Aufzeichnung und Analyse von Ereignissen	25
2.1	Anforderungen komplexer Systeme	26
2.2	Stand der Technik und Verbesserungen	29
2.3	Lösung FIT-System	39
2.3.1	Eingabetechniken	44
2.3.2	Interfacebeispiele	51
2.3.3	Gütekriterien	56
2.3.4	Datenanalyse	61
2.3.5	Entwicklung	66
3.	Befragung und Beteiligung	69
3.1	Anforderungen komplexer Systeme	70
3.2	Stand der Technik und Verbesserungen	72
3.3	Lösung VALAMO	78
3.3.1	Einsatzweise	79
3.3.2	Anwendungsbeispiele	83
3.3.3	Informationssystem	85
3.3.4	Entwicklung	88
4.	Projektbeispiele	
4.1	Operationszentrum	91
4.1.1	Gesamtergebnis und Methoden	92
4.1.2	Einzelresultate	95
4.1.3	Aufwand und Nutzen	109
4.2	Patientenvorbereitung	113
4.3	Intensivstation	119
4.3.1	Gesamtergebnis und Methoden	120
4.3.2	Einzelresultate	123
4.3.3	Aufwand und Nutzen	138
4.4	Anästhesierespirator	142
4.5	Thixoforming	148
4.6	Textilproduktion	154
4.7	Rail Control Center	157
5.	Diskussion und Schlussfolgerungen	
5.1	Erfahrungen mit dem Forschungsplan	163
5.2	Erkenntnisse aus dem Methodeneinsatz	165
5.3	Schlussfolgerungen	174
5.4	Ausblick	176
	Literatur	181
	Anhang	189

Kapitel 1: Einleitung

1.1 Ziele und Forschungsplan

Unternehmen müssen sich häufig der Aufgabe einer Neugestaltung von Systemen stellen. Gegenständlich betrachtet können dies Produkte, einzelne Arbeitsplätze, bis hin zu gesamten Systemen der Herstellung von Gütern oder Dienstleistungen sein. Doch sind diese Objekte nie Gegenstände für sich, sondern stellen Mittel zur Erfüllung von Aufgaben dar. Sie sind dafür räumlich wie zeitlich mit Arbeitsabläufen verbunden. Damit stellt sich in Projekten der Gestaltung schon von Beginn an die Frage nach der Kenntnis bestehender oder zukünftiger Arbeitsabläufe. Ein Unternehmen für Arbeitsplatzgestaltung propagiert dies als ihr Expertenwissen: „Wir können unsere Arbeit nur erfüllen, weil wir jeden Handgriff kennen, der sich in jedem dieser Räume in einer bestimmten Folge abspielen muss, um eine vorgegebene Aufgabe zu lösen.“ Das originäre Wissen besitzen jedoch die Benutzer, die in realisierten Systemen solche Arbeitsaufgaben ausführen.

Die beiden Wissensquellen „Expertenwissen der Planer“ und „Expertenwissen der Benutzer“ können als subjektive Daten bezeichnet werden. Forschung und Praxis zeigen aber, dass im Umgang mit diesem Expertenwissen Schwierigkeiten und Verfälschungen entstehen können (vgl. Ausführungen in Kap. 3.1 dieser Arbeit). Es wäre daher von Vorteil, eine zusätzliche, aber andersgeartete Wissensquelle zu nutzen. Diese kann durch objektive Daten aus Analysen der Arbeitsabläufe erschlossen werden.

Da für Projekte der Systementwicklung allgemein in Zeit und Kosten Beschränkungen bestehen, stellt sich die Aufgabe, die genannten subjektiven und objektiven Daten durch effektive und effiziente Verfahren zu erheben. Von besonderer Bedeutung ist dies, wenn die Datenerhebung Arbeitssysteme betrifft, in denen komplizierte, schwierig zu beschreibende Beziehungen zwischen Menschen, Arbeitsmittel und Arbeitsobjekten bestehen. Häufig handelt es sich dabei um technikintensive Systeme, deren Benutzer eine hohe Expertise und Routine besitzen, beispielsweise medizintechnikintensive Arbeitsplätze in Operationssälen und Intensivstationen. Die beschriebene Aufgabe der Datenerhebung im Zusammenhang mit der Gestaltung komplizierter oder komplexer Systeme ist Gegenstand der vorliegenden Forschungsarbeit mit den folgenden Hauptzielen:

1. Die Entwicklung verbesserter Verfahren zur Erhebung objektiver und subjektiver Daten über Arbeitsabläufe in komplexen Arbeitssystemen.
2. Die Erprobung dieser Verfahren in den Projektphasen der Planung und Entwicklung komplexer Arbeitssysteme und Produkte.
3. Die Bewertung der Verfahren hinsichtlich Aufwand, Nutzen und Möglichkeiten der Integration in bestehende Vorgehensweisen der Systemgestaltung.

Abb. 1 auf der folgenden Seite zeigt den dazugehörigen Forschungsplan mit den einzelnen Forschungsarbeiten und Projektaufträgen zur Systemgestaltung.

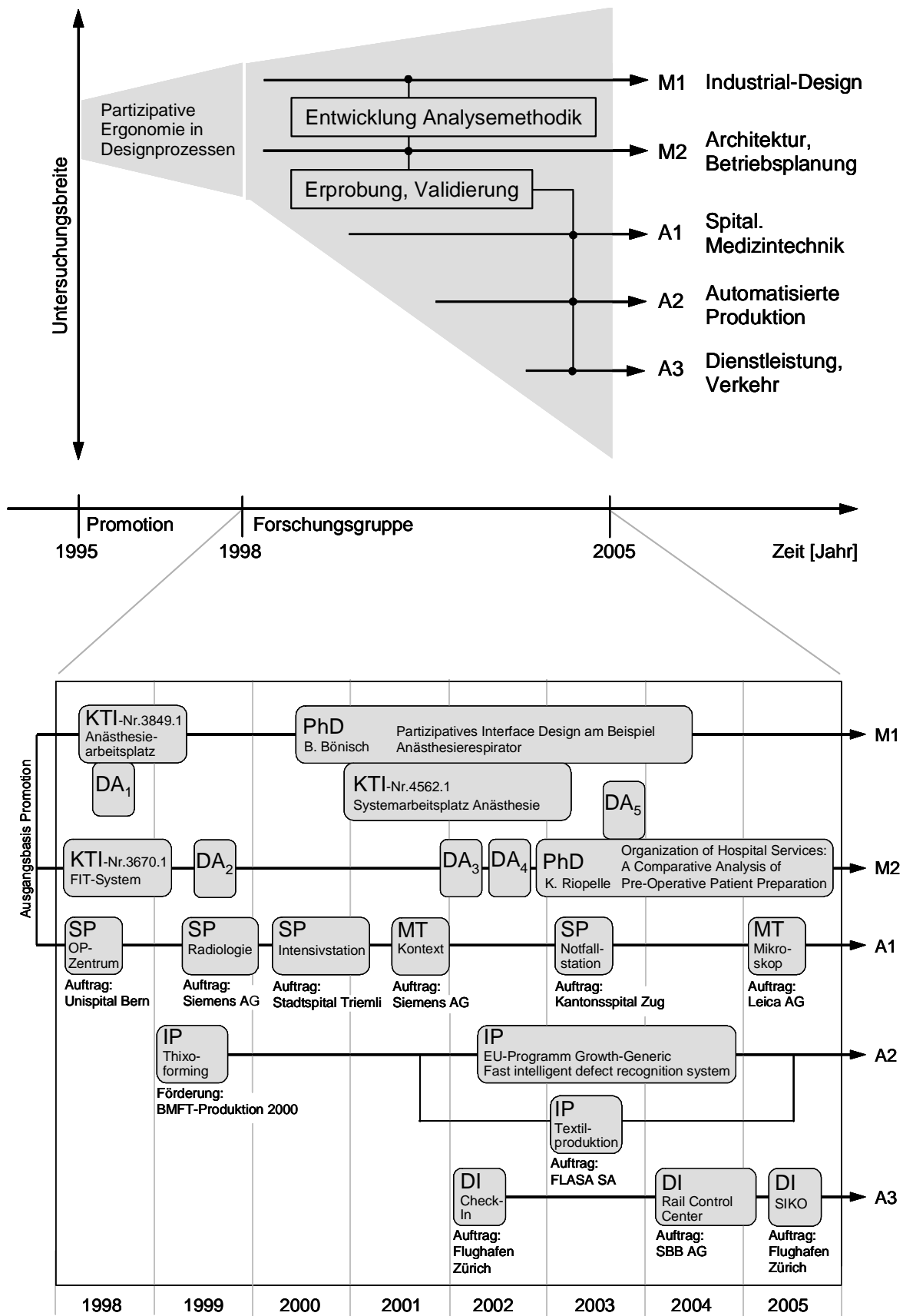


Abb. 1 Struktur (oben) und Umsetzung des Forschungsplans im Zeitraum 1998-2005 mit Methodenentwicklungen (M1, M2) und Anwendungsgebiete (A1-A3) in der Neuplanung von Systemen. Erläuterungen siehe gegenüberliegende Seite.

Legende zu Abb. 1 mit Verweis auf [Kapitel-/Seitennummern]:

Entwicklungsarbeiten:

PhD Promotionsarbeiten B. Bönisch (2005) [Kap. 4.4], K. Riopelle (2006) [Kap. 4.2].

KTI Förderprojekte der Kommission für Technologie und Innovation in Zusammenarbeit mit Industriepartnern und Spitälern.

DA Diplomarbeiten (Auswahl)

Semesterarbeiten (Gesamtzahl: 17) sind in Abb. 1 nicht dargestellt.

Projektaufträge:

SP Spitalneubau

MT Medizintechnische Produkte.

IP Industrielle Produktion

DI Dienstleistung, Verkehr

Spitalneubau- und Medizintechnik:

- OP-Zentrum (Operationszentrum): Neuplanung der OP-Abteilung eines Spitals [Kap. 4.1].
- Radiologie: Neuplanung einer technikintensiven Radiologieabteilung [S.84].
- Intensivstation: Neuplanung der Einrichtung einer Intensivstation [S.54 und Kap. 4.3].
- Kontext: Systemanalysen in OP-Abteilungen für Geräte-Innovationen.
- Notfallstation: Neuplanung Informationssystem und Einrichtung einer Notfallstation [S.53].
- Mikroskop: Neuentwicklung der Handsteuerung für motorisierte Mikroskope.

Industrielle Produktion:

- Thixoforming: Neuentwicklung Produktionsanlage [Kap. 4.5].
- Fast intelligent defect recognition system: Neuentwicklung automatische Sichtprüfanlage.
- Textilproduktion: Optimierung von Arbeitsabläufen in der Mehrmaschinenarbeit [Kap. 4.6].

Dienstleistung, Verkehr:

- Check-In: Neuplanung Check-In Schalter der 5. Ausbautappe des Flughafen Zürich.
- Rail Control Center: Konzeption eines zentralen Verkehrsleitzentrums [Kap. 4.7].
- SIKO: Neuplanung Arbeitsplätze der Sicherheitskontrolle-Handgepäck/Flugpassagier.

Die in Abb. 1 dargestellten Diplomarbeiten bedeuteten folgende Kooperationen und Titel:

DA₁: M. Schrijver, TU Delft, Industrial Design Engineering,
Redesign of an Anesthesia Respirator [S.142].

DA₂: C. Judson, University of Birmingham, School of Manufacturing,
Using the FIT-System to Record Team Work in the Operating Room [S.55].

DA₃: M. Scheidegger, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Soziale Arbeit St. Gallen,
Die Einflussfaktoren auf den Flächenbedarf eines Spitals.

DA₄: K. Riopelle, Loughborough University, Dept. of Human Sciences,
Work Process Analysis & Assessment of Anesthesia Induction Procedures.

DA₅: S. Spillmann, University of Surrey, Centre for Health Ergonomics,
Physical Risk Factors for Low Back Pain & Neck Pain in Nursing Tasks [S.52].

Abb. 2 zeigt Kontext und Gegenstand der Arbeit in einer graphischen Darstellung.

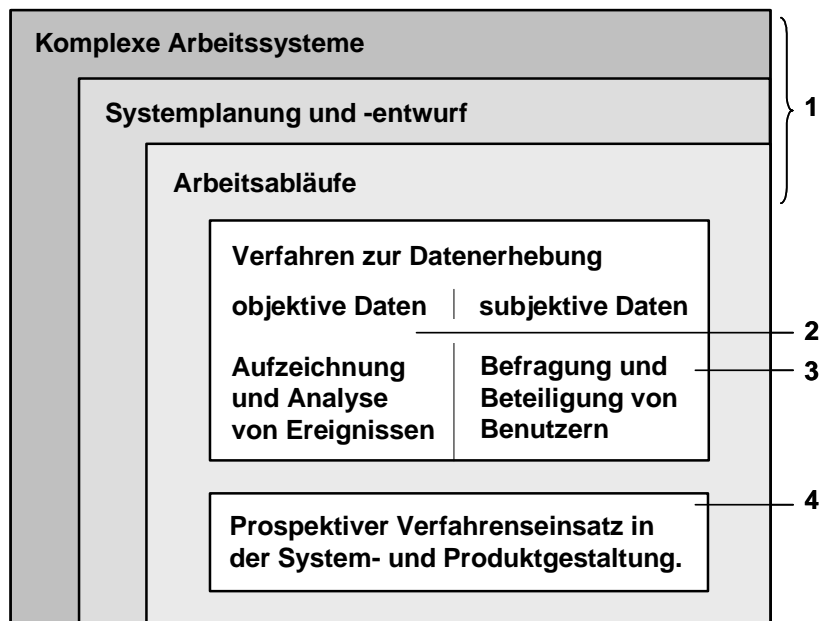


Abb. 2 Kontext und Gegenstand der Arbeit mit dazugehörigen Kapitelnummern.

Die Einleitung der Arbeit (Kapitel 1) geht auf den Begriff des Arbeitssystems und der Komplexität ein. Die Bezeichnung „Arbeitssystem“ wird dabei als ein Synonym für Mensch-Maschine-Systeme oder Mensch-Produkt-Systeme gewählt. Als Beispiel für Systeme mit hoher Komplexität werden medizintechnische Arbeitssysteme im Spital ausgewählt und ihre Merkmale besprochen. Die Projektphasen der Planung und des Entwurfs werden im Zusammenhang mit den Lebensphasen eines Systems oder Produktes allgemein dargestellt und durch das Beispiel der Gestaltung von Spitalbauten ergänzt. Der Begriff Arbeitsablauf wird erläutert, gegenüber dem Prozessbegriff abgegrenzt, und die Beschreibung von Abläufen anhand von Untersuchungszielen und danach ausgerichteten Kategoriensystemen dargestellt, sowie im Gesamtrahmen arbeitswissenschaftlicher Untersuchungen eingeordnet.

Kapitel 2 und 3 enthalten die Entwicklungsarbeiten zu den Verfahren der Aufzeichnung und Analyse von Arbeitsabläufen (Kapitel 2) und der Befragung von Systembenutzern über Arbeitsabläufe (Kapitel 3). In beiden Kapitel wird jeweils das Beispiel hoher Komplexität medizintechnischer Arbeitssysteme als bestimmend für die Anforderungen an die Verfahren gewählt. Diese Anforderungen werden mit dem Stand der Technik verglichen, und daraus prinzipielle Verbesserungen für neue Verfahren entwickelt, sowie in zwei konkreten Lösungen „FIT-System“ (Aufzeichnungsverfahren) und „VALAMO“ (Explikationshilfe für Befragungen) umgesetzt. Diese beiden Lösungen werden in ihrem Aufbau und ihrer Einsatzweise beschrieben.

Kapitel 4 zeigt den Einsatz der beiden Lösungen in der Abwicklung von Projektaufträgen aus dem Spitalbau, der automatisierten Produktion und dem Dienstleistungsbereich.

Mit Kapitel 5 erfolgen eine Diskussion der Vorgehensweise, der Entwicklungs- und Erprobungsergebnisse, sowie die Begründung von Schlussfolgerungen und Ausblicken.

1.2 Systembegriff und Arbeitssysteme

Ingenieure werden darin ausgebildet, sozio-ökonomisch-technische Vorgänge mit Methoden der Systemtechnik zu beschreiben, zu untersuchen und zu gestalten (Pahl und Beitz 1997, S.24). Kennzeichnend für ein System sind die Systemelemente, ihre Beziehungen untereinander, und eine willkürlich festlegbare Systemgrenze. Durch die Beziehungen der Systemelemente miteinander und mit der Umgebung ergibt sich die Systemstruktur oder der innere Aufbau des Systems. Einzelne Systemelemente können wiederum als Systeme aufgefasst werden. Wählt man ein System als Ausgangssystem, so umfasst es nicht nur weitere Untersysteme, sondern ist selbst ein Untersystem eines übergeordneten Systems. Somit besteht neben der Systemstruktur eine Systemhierarchie als weitere Ordnung.

Betrachtet man ein System, so bezeichnet man diejenigen Größen, die auf dieses System einwirken, ohne selbst von ihm beeinflusst zu werden, als Eingangsgrößen. Erfassbare Größen, die nur von einem betrachteten System und dessen Eingangsgrößen beeinflusst werden, bezeichnet man als Ausgangsgrößen dieses Systems. Zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen wird ein Zusammenhang angenommen, der das Systemverhalten kennzeichnet (DIN 19226 T1:1994, S.3).

Ist menschliche Arbeit das Objekt der Betrachtung, so kann der allgemeine Systembegriff durch den Begriff des Arbeitssystems weiter eingeschränkt werden. Kennzeichnend für ein Arbeitssystem ist die Zweckgerichtetheit durch die Arbeitsaufgabe, die Dynamik durch den zeitlichen Ablauf, die Konkretheit durch materielle Systemelemente, und die Verknüpfung mit der Umgebung durch Wechselwirkungen (nach Rohmert 1992, S.9). Es werden folgende Arbeitssystemelemente unterschieden:

- den oder die arbeitenden Menschen,
- Arbeitsmittel (Maschinen, Instrumente, Werkzeuge, Hilfsmittel), und
- Arbeitsobjekt oder Arbeitsobjekte.

Die Ausführung einer Arbeitsaufgabe bedeutet einen Vorgang der Bearbeitung und dieser stellt ein Systemverhalten oder einen Arbeitsablauf dar. Werden im Vorgang der Bearbeitung überwiegend technische Arbeitsmittel eingesetzt, so werden laut Jansen und Zajonc (1975, S.313) solche Systeme seit Mitte der 1950er Jahre als Mensch-Maschine-Systeme bezeichnet. Die Maschine als Subsumierung technischer Sachmittel kann man sich als ein Systemelement vorstellen, welches zwischen dem Menschen und dem zu verändernden Arbeitsobjekt steht. Dies bedeutet für den arbeitenden Menschen in Bezug auf das Arbeitsobjekt direkte und indirekte Möglichkeiten menschlicher Wahrnehmungen und Handlungen. Die Aufteilung der zur Bearbeitung nötigen Funktionen zwischen Mensch und Maschine wird als Funktionsaufteilung oder Funktionsteilung bezeichnet. Abb. 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines Arbeitssystems. Sie besitzt jedoch den Nachteil, den Arbeitsablauf nicht als Systemelement auszuweisen und eine objektorientierte Vorstellung zu kommunizieren.

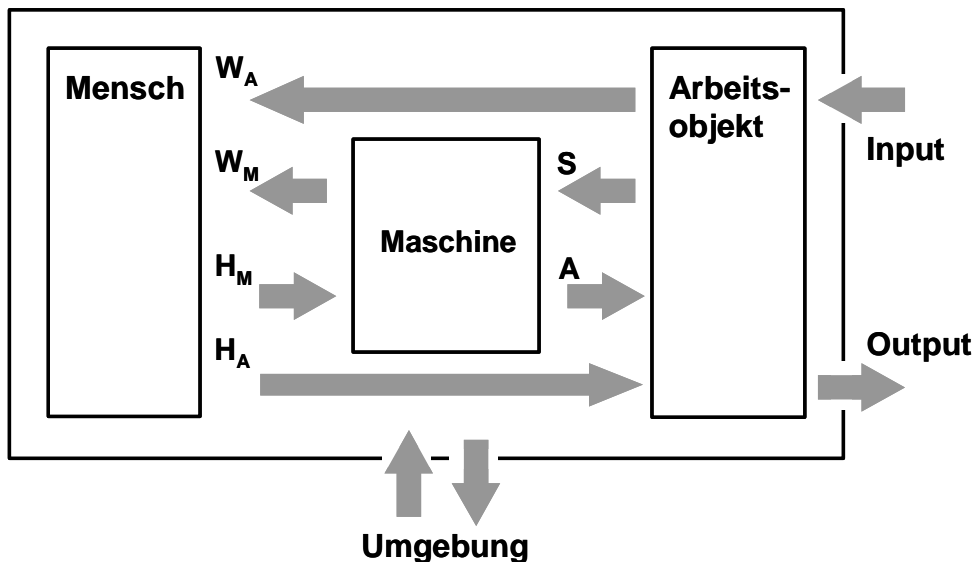


Abb. 3 Arbeitssystem als Mensch-Maschine System. Handlungen (H) und wahrnehmbare Grössen (W) können direkt mit dem Arbeitsobjekt (H_A , W_A) oder mit der Maschine (H_M , W_M) in Beziehung stehen. Die Maschine steht über Aktuatoren (A) und Sensoren (S) mit dem Arbeitsobjekt in Beziehung.

Der Ausdruck „Mensch-Maschine“ kann dazu verleiten, an das Zusammenwirken von Mensch und Maschine als überwiegendes Problem der Schnittstellen (Interfaces, Benutzungsschnittstellen) zwischen Mensch und Maschine zu denken. Diese Interfaces befinden sich gewissermassen an der zugänglichen Oberfläche der Maschine und werden in vielen Anwendungen auch Benutzungsoberfläche genannt. Abb. 3 zeigt jedoch, dass die aufgabenorientierte Veränderung des Arbeitsobjektes auf einer Tiefenstruktur mit zwei Gruppen von Funktionen beruht: Die Gruppe der Funktionen der Maschine, sowie die Gruppe der Funktionen des arbeitenden Menschen. Dieser Funktionsverteilung zwischen Mensch und Maschine kommt in der Gestaltung und Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen oder synonym Arbeitssystemen eine besondere Bedeutung zu, da sie die Systemstruktur und damit grundlegend die Bedingungen für den arbeitenden Menschen bestimmen (vgl. Hacker 2005, S.165). Die Funktionsverteilung zwischen Mensch und Maschine bestimmt auch den Lösungsraum, der für die Gestaltung von Interfaces oder Benutzungsoberflächen zur Verfügung steht. Eine gesamthafte Gestaltung von Mensch-Maschine Systeme beginnt daher bei der als grundlegend anzusehenden Funktionsteilung und umfasst nach Johannsen (1993, S.403) insgesamt fünf Gestaltungsaspekte:

- Mensch-Maschine-Funktionsteilung,
- Menschliche Arbeitsstrukturen und Arbeitstätigkeiten,
- Maschine oder technisches System,
- Mensch-Maschine Interfaces,
- Trainingsverfahren und Dokumentation.

Diese Aufzählung muss allerdings durch einen weiteren Aspekt ergänzt werden:

- Die Gestaltung der Umgebung des Mensch-Maschine Systems.

1.3 Komplexe Arbeitssysteme

Zunächst besteht im Kontext der Arbeitswissenschaft die Bedeutung des Begriffs „Komplex“ als Verknüpfung von Elementen zu einem ganzheitlich bestimmten Gebilde (Hammer 1997, S.117). Über das damit zusammenhängende Adjektiv „komplex“ oder der Begriff „Komplexität“ bestehen unterschiedliche Auffassungen. Johannsen (1993, S.49f) beschreibt Komplexität als quantitativen Aspekt der Gesamtheit aller Merkmale eines Systems, und bestimmt ihn über die Anzahl der Untersysteme eines Systems und die Anzahl der Beziehungen zwischen ihnen. Serres und Farouki (2001, S.498) geben in ähnlicher Ausrichtung die Definition: „Eine materielle Struktur wird als komplex bezeichnet, wenn sie gleichzeitig folgende Bedingungen erfüllt: sie besteht aus zahlreichen Elementen unterschiedlichster Art, diese Elemente sind in hierarchisch angeordneten Teilstrukturen organisiert, und zwischen den Teilstrukturen bestehen zahlreiche Wechselwirkungen unterschiedlichster Art.“ Was jedoch das Mass der Komplexität betrifft, folgern die Autoren aufgrund der Vielzahl relevanter Kriterien, „dass jedes Mass für Komplexität nur eine willkürliche Setzung sein kann.“ (ebd., S. 498).

Eine andere, nicht im Widerspruch zu obiger Definition stehende, Betrachtungsweise ist die Erklärung von Komplexität über die Beschreibbarkeit eines Systems. Friesdorf (1994, S.15) wählt die Beschreibbarkeit des Systemverhaltens und differenziert triviales Systemverhalten als einfach beschreibbar durch Wenn-Dann-Regeln, kompliziertes Systemverhalten als mathematisch exakt, aber schwierig beschreibbar, und komplexes Systemverhalten als mathematisch nicht exakt vorausberechenbar. Er verweist bei Komplexität auf das zusätzliche Merkmal der Veränderung der Systemelemente. Dieser evolutionäre Aspekt wird z.B. von Ninck et al. (1989) in einer kybernetisch ausgerichteten Betrachtung in den Vordergrund gestellt, und als ein Mass für Komplexität durch den Grad der Veränderbarkeit des Systemverhaltens gewählt. Die quantitativen Aspekte werden direkt der „Kompliziertheit“ zugeschrieben, und sind nur indirekt über das Systemverhalten im Mass der Komplexität berücksichtigt (Abb. 4).

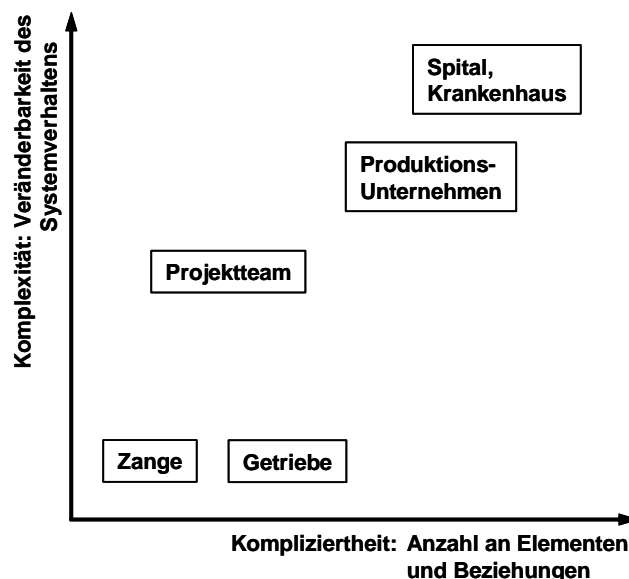


Abb. 4 Komplizierte und komplexe Systeme (nach Ninck et al. 1989, S.49)

Als Fazit erscheint der Grad der Schwierigkeit in der Beschreibung des Systemverhaltens als ein brauchbares Mass für die Komplexität von Arbeitssystemen. Bar-Yam (2000), Initiator und Mitglied eines wissenschaftlichen Netzwerkes über das Thema der komplexen Systeme, unterstützt dies, indem er auf die Frage des Komplexitätsmasses antwortet: „The amount of Information necessary to describe the system.“ (ebd., S.xxii).

Ein tieferes Verständnis von Komplexität in Arbeitssystemen bietet Johannsen (1993) durch eine Unterteilung in die Komplexität der technischen Prozesse, in die Verhaltenskomplexität des Menschen, sowie in die Aufgabenkomplexität und folgert: „Die Aufgabenkomplexität ist die wichtigste Dimension der Komplexität eines Mensch-Maschine-Systems. Sie setzt menschliche Fähigkeiten und Grenzen mit strukturellen und funktionellen Eigenschaften des technischen Systems in Beziehung.“ (ebd., S.51).

Überprüft man dies am Beispiel der automatisierten Bahnverkehrslenkung (vgl. Kap. 4.7), so ist in einem bestimmten Streckenabschnitt, und unter Annahme des Normalbetriebs nach Fahrplan mit festgelegten Planabweichungen, das Systemverhalten beschreibbar. Betrachtet man jedoch genauer die Arbeitsaufgabe des Disponenten oder Dispatchers, so zeigt sich in der Überwachung, dass trotz automatisierten Ablauf, der betreffende Mitarbeiter eine schwierige Aufgabe einer ständigen Vorausplanung „im Kopf“ durchführt. Bis zu eine Stunde im Voraus wird mit Extrapolation von abzeichnenden Trends in den Planabweichungen und unter Berücksichtigung einer hohen Zahl an möglichen Wechselwirkungen, der Bahnverkehr gedanklich abstrahiert. Automatisierte technische Prozesse können somit trotz beschreibbaren Normalbetriebs eine hohe Aufgabenkomplexität bedeuten. Eine nicht sofort auflösbare Störung würde mit einer Kumulation von Folgestörungen schliesslich zu einem nicht im Voraus beschreibbaren Gesamtsystemverhalten führen. Das Einleiten von Massnahmen bei Störungen umfasst in der Stellenbeschreibung der Schweizerischen Bundesbahn AG für einen Mitarbeiter (Disponent, Dispatcher) einer Betriebsleitzentrale von allen Aufgaben seiner Stelle einen Umfang von 75%. Tatsächlich sind die Mitarbeitenden in komplexer Weise damit beschäftigt, diesen hohen Aufgabenanteil möglichst nicht zum Einsatz kommen zu lassen.

Komplexe Arbeitssysteme im Spital

Betrachtet man Arbeitssysteme im Spital oder allgemein in der Medizin, so zeigt sich ein besonderes Merkmal durch den Patienten als Arbeitsobjekt. Dies steht im Gegensatz zu Systemen der Produktion oder Dienstleistung, bei denen Materie (Werkstück), Energie oder Information die Arbeitsobjekte bilden. Dennoch können Arbeitssysteme der Medizin formal als Mensch-Maschine-Systeme bezeichnet werden, sofern technische Sachmittel in der Ausführung der medizinischen Arbeitsaufgabe zum Einsatz kommen. Diese Benennung besitzt allerdings keinerlei Anzeichen für die Besonderheiten, die aufgrund des Arbeitsobjektes Patient bestehen. Daher wurde vorgeschlagen, von „Patient-Arzt/Pflege-Maschine-Systeme“ (Friedorf 1994, S.14), oder von: „Patienten-Personal-Maschinen-Systemen“ (Gessner et al. 1981, S.153) zu sprechen.

Systemtechnisch wirkt sich die Besonderheit des Arbeitsobjektes Patient wie folgt aus:

- | | |
|--------------------------------|---|
| Komplexität | durch eine hohe Anzahl von Untersystemen (Kliniken, Abteilungen, Funktionsräume, Personen, Arbeitsmittel), durch eine hohe Anzahl von Beziehungen (Material-, Energie- und Informationsflüsse) zwischen den Untersystemen oder zwischen den Systemelementen, und durch den Umgang mit dem menschlichen Organismus des Patienten als Untersystem und den damit verbundenen, unvorhersehbaren Ereignissen. Das Systemverhalten kann nicht im Voraus genau beschrieben werden, es sind in Analogie zu komplexen technischen Prozessen (Johannsen 1993, S.49) nur unscharfe Aussagen möglich. |
| Vielfalt an Funktionsteilungen | durch schnell wechselndes Auftreten von manuellen Tätigkeiten mit handwerklichen Anforderungen, Steuerungen, Regelungen von Geräten und Maschinen, bis hin zu deren Überwachung in teilautomatischen oder automatischen Betriebsarten. |
| Parallelitäten | Die Behandlung des Patienten stellt meist die Gleichzeitigkeit vieler Wirkungsbeziehungen zwischen Patient und den Akteuren, und den angeschlossenen Geräten, und zwischen den Akteuren selbst dar. Die dadurch parallel auftretenden Ereignisse können sich noch verdichten. |

Für das Systemelement „Patient“ bedeutet die Besonderheit, selbst Arbeitsobjekt zu sein:

- | | |
|--------------------------|---|
| Kontrollverlust | durch mehrere Formen des Ausgeliefertseins, z.B. Entscheidungen nicht treffen zu können oder zu dürfen, oder der völlige Verlust der Autonomie durch die Anästhesie. Patienten können mehr Angst vor der Anästhesie als vor dem operativen Eingriff selbst besitzen. |
| Betroffenheit | Patienten sind im Spital mit den Veränderungen an ihrem Geist und Körper aufgrund der ausgeführten Behandlungen konfrontiert und müssen diese häufig alleine bewältigen. |
| Verlust der Privatsphäre | Die Gewährleistung einer Privat- und Intimsphäre ist oft nicht möglich. Die eigene Exposition und das ungewollte Wahrnehmen anderer Patienten können unangenehme Empfindungen auslösen. Es ist z.B. möglich, dass ein Patient einer Intensivstation eine Reanimation am Nachbarpatienten miterleben muss. |

Für den arbeitenden Menschen bedeutet die Besonderheit des Arbeitsobjektes Patient:

- | | |
|------------------------------|---|
| Wechselnde Arbeitsorte | Die direkt am Patienten tätigen Mitarbeitenden des Spitals verfügen nicht über einen festen Arbeitsplatz an einem Ort, sondern müssen ihre Leistungen an verschiedenen Orten und darüber hinaus nahezu überall, z.B. während eines Transportes des Patienten erbringen. |
| Problematische Arbeitszeiten | Aufgrund des Systemmerkmals der Unschärfe können hohe Tages- und Wochenarbeitszeiten entstehen. In Kombination mit Schichtarbeit können Erholungszeiten oft nicht gewährleistet werden. |

Emotionale Belastungen

Die überwiegende Zahl der Handlungen am Patienten sind in ihrer Qualität von aufrichtigen, sozialen Kontakten zwischen Mitarbeitenden und Patient abhängig. Da dies nicht ohne Verbindung zu den eigenen Gefühlen möglich ist, bedeutet die Arbeit im Spital Betroffenheit durch Krankheit und Tod, und ist dadurch auch emotional sehr belastend.

Der Einsatz von medizintechnischen Sachmitteln oder Einrichtungen an einem Arbeitsplatz kann als technikintensiv bezeichnet werden, wenn:

- eine hohe Anzahl einzelner technischer Elemente (Geräte, Anlagen) besteht,
- eine hohe Zahl an Beziehungen zwischen Geräten und dem Patienten, Geräten untereinander, und zwischen Geräten und medizinischen Personal besteht, oder
- ein hoher Automatisierungsgrad besteht.

Dies trifft beispielsweise auf Arbeitssysteme in Operationsabteilungen zu. Abb. 5 zeigt hierzu die Anordnung von Personal und Arbeitsmitteln in einem Operationssaal (OP-Saal).

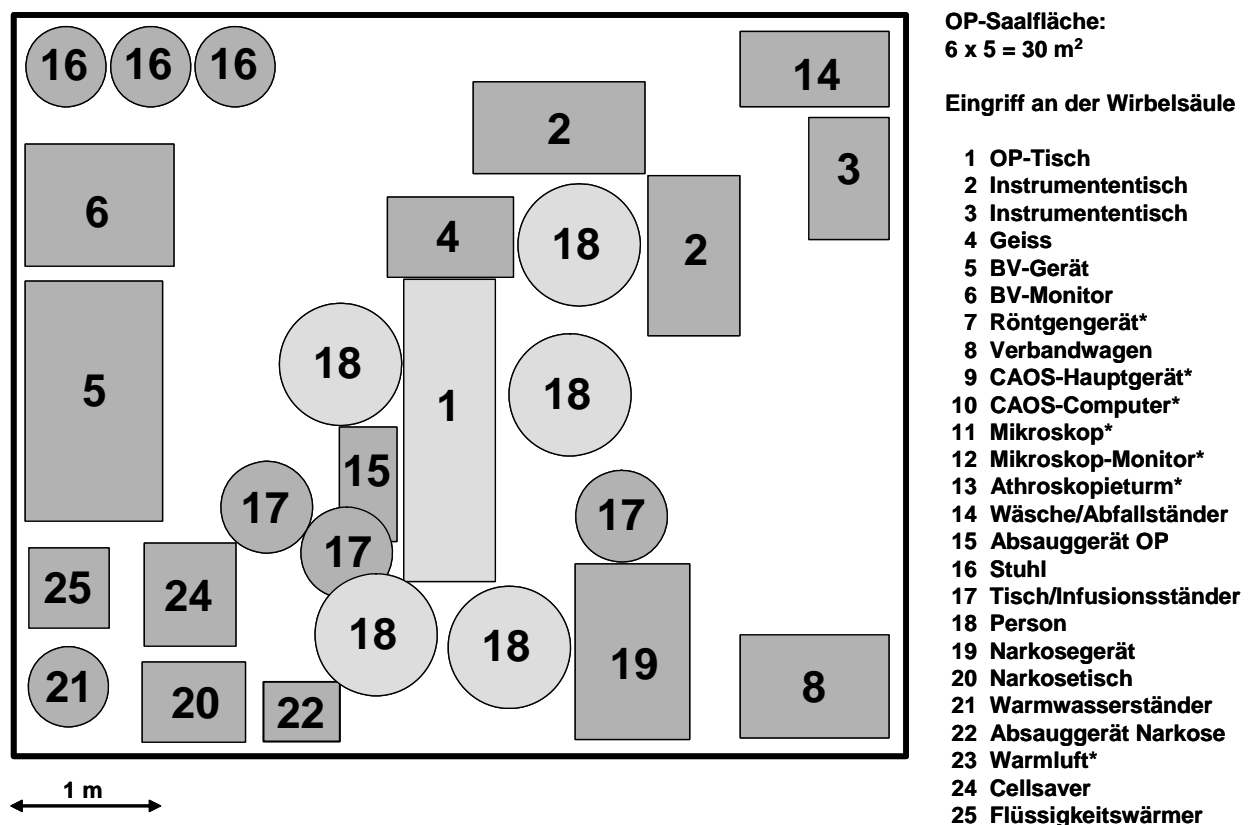


Abb. 5 Standflächen von Patient, Personal und Arbeitsmitteln in einem OP-Saal während eines Eingriffes an der Wirbelsäule (nach Hofmann 1997). Die in der Legende mit *) bezeichneten Geräte sind nicht eingezeichnet.

Abb. 5 zeigt mit den Positionen 17, und 19 bis 25 den Arbeitsplatz der Anästhesie, der für sich ein technikintensives Teilsystem im OP-Saal bildet. Mitarbeiter der Anästhesie sind dort oft nicht zu erkennen, da seitlich von ihnen eine Vielzahl an Geräten aufgebaut sind (Abb. 6).



Abb. 6 Zwei Mitarbeiter der Anästhesie verdeckt durch die Geräte ihres Arbeitsplatzes im OP-Saal. Am rechten Bildrand ist der OP-Tisch mit Patienten zu erkennen.

An Arbeitsplätzen der Anästhesie können die benötigten Geräte, z.B. in einem Universitätsspital, jeweils eine Auswahl aus einer Grundgesamtheit von mehr als 25 verschiedenen Typen darstellen, die meist unterschiedliche Bedienungskonzepte erfordern (Abb. 7).

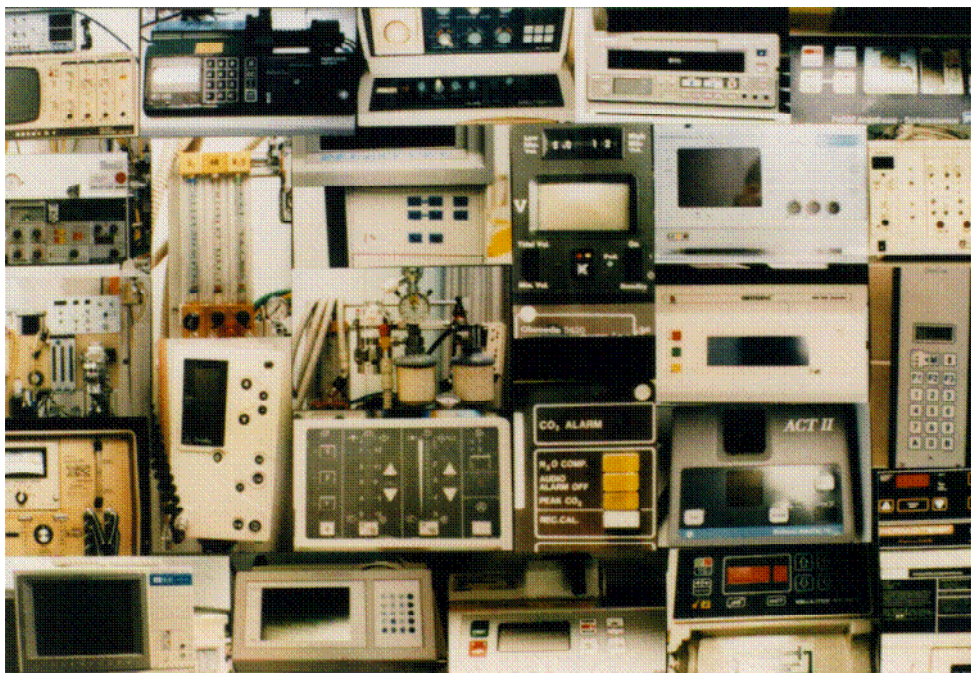


Abb. 7 Photocollage der Benutzungsoberflächen von insgesamt 25 Geräten, die in unterschiedlicher Zusammenstellung in einer Operationsabteilung an den Arbeitsplätzen der Anästhesie benötigt werden.

Betrachtet man nicht die Menge aller Geräte für z.B. die Anästhesie, sondern daraus einen Gerätetyp, so zeigt sich häufig der Einsatz von Modellen unterschiedlicher Ausführungen und Hersteller. Beispielsweise werden unterschiedliche Ausführungen von Respiratoren eines Herstellers oder Respiratoren von unterschiedlichen Herstellern eingesetzt. Dies kann auch dann zutreffen, wenn der Gerätebestand relativ neu ist, wie eine Untersuchung am Karolinska Spital in Stockholm zeigt: Die vorhandenen Geräte der Anästhesie und Intensivmedizin konnten in 19 Typen klassifiziert werden, doch für diese 19 Typen waren insgesamt 44 unterschiedliche Ausführungen im Einsatz (Wallin und Wajtraub 2004).

Der Arbeitsplatz am Patientenbett einer Intensivstation ist ebenso ein Beispiel intensiven Technikeinsatzes. Friesdorf (1995, S.102) nennt die Zahl von 60 unterschiedlichen Geräten, die ein Mitarbeiter einer Intensivstation kennen muss. Abb. 8 zeigt für eine Auswahl von Geräten die Beziehungen zwischen Patient, Arzt/Pflege und Maschinen am Patientenbett einer Intensivstation.

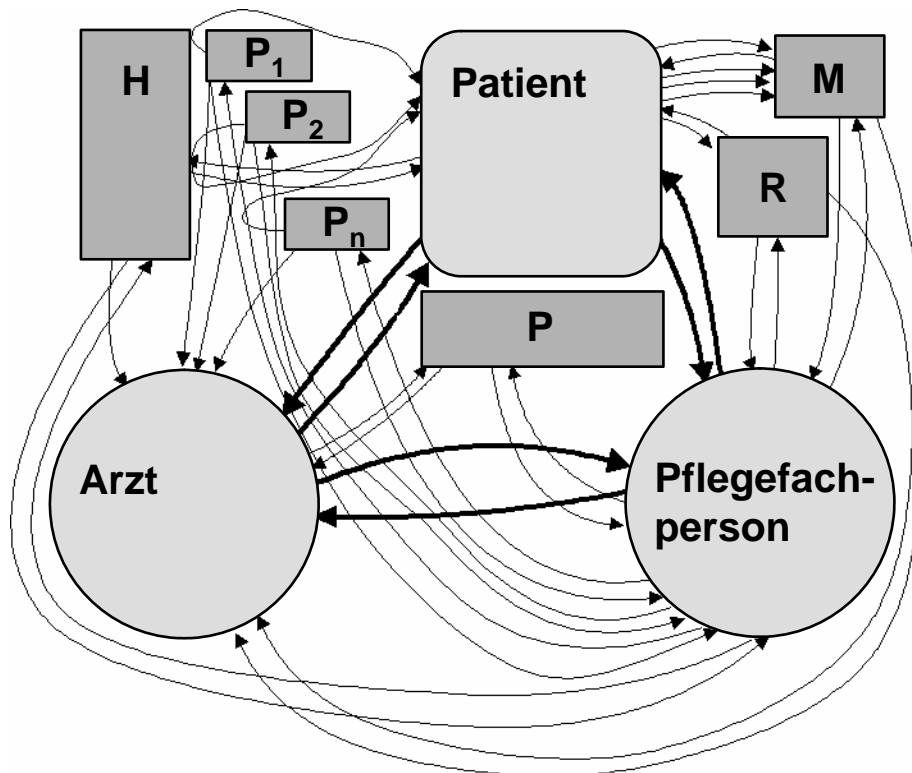


Abb. 8 Beziehungen der Systemelemente (Auswahl) am Patientenbettplatz einer Intensivstation. Die Pfeile bedeuten Wahrnehmungen, Handlungen (auch Kommunikation) zwischen Patient, Pflegefachperson, Arzt und einer Auswahl an Arbeitsmitteln: Monitor (M), Beatmungsgerät (B), Perfusoren (P₁, P₂, ..., P_n), Hämofilter (H). Dargestellt ist auch eine Auswahl an technischen Verbindungen zwischen Patient und Geräten.

1.4 Systemplanung und -entwurf

Zu Beginn jeder Systemplanung steht die Zielfindung und Zielbeschreibung. Darauf erfolgt die Planung des Projektes in seiner zeitlichen und organisatorischen Struktur, dann die Ermittlung von Anforderungen an das neue System. Mit ihnen werden technische und finanzielle Rahmenbedingungen abgeschätzt. Dies alles bildet die Grundlage für eine Lösungssuche und damit den Eintritt in die Phase der Entwicklung und Konstruktion als Übergangsbereich von der Systemplanung in die Systemherstellung. Abb. 9 zeigt diese und die weiteren Lebensphasen eines Systems.

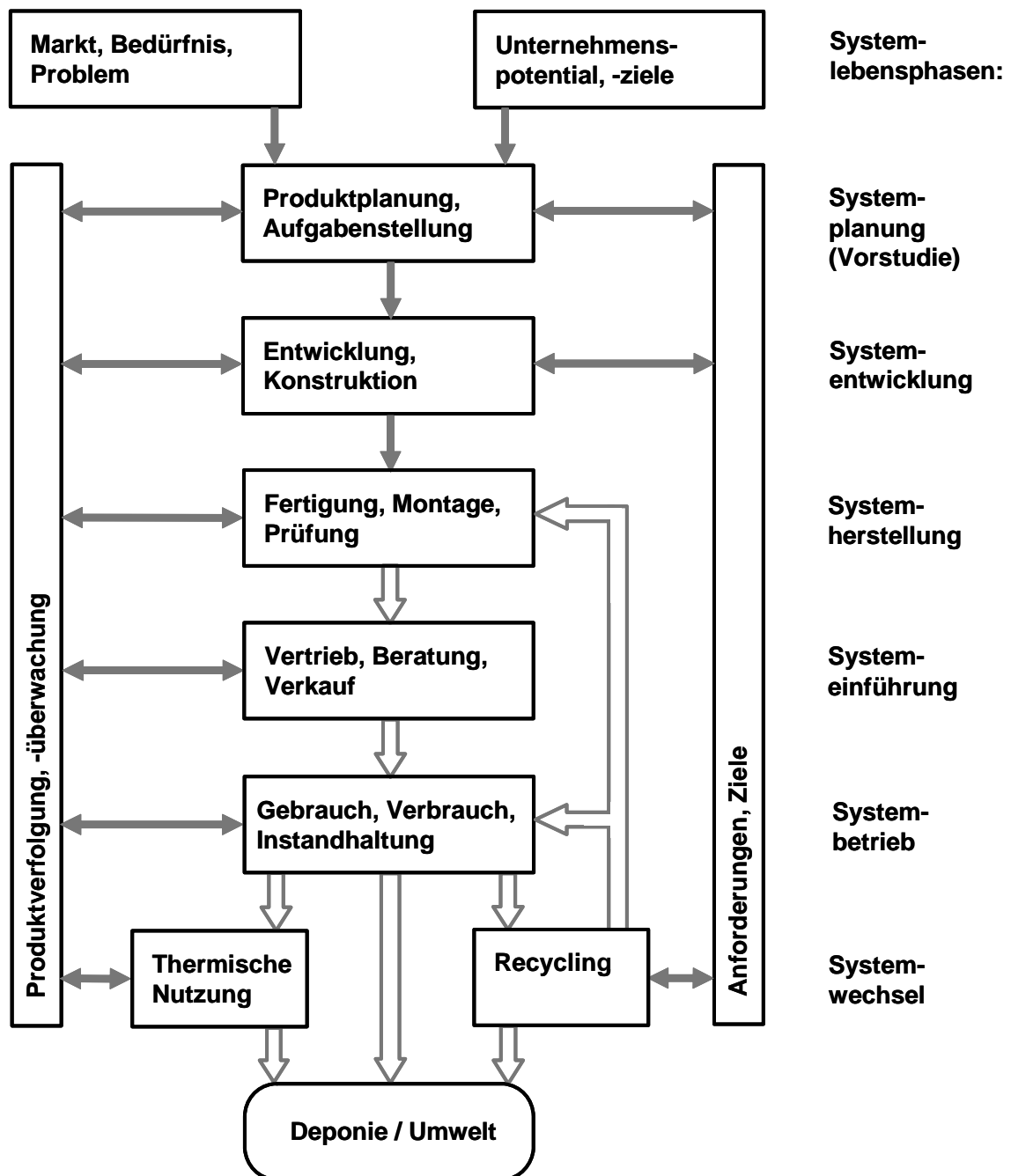


Abb. 9 Systemlebensphasen (rechts), sowie Informationsflüsse (ausgefüllte Pfeile) und Stoffflüsse am Beispiel der Produktentwicklung (nach VDI 2221:1993, S.8).

Die Systemplanung ist im Rahmen der Lebensphasen eines Systems dem Beginn oder der Vorstudie zuzuordnen. Doch sind hier zwei Randbereiche von Bedeutung:

- Die Erkennung eines Bedürfnisses eines Problems oder allgemein die Zielfindung wird häufig von den Phasen einer Systementwicklung ausgeklammert und als ein Geschehen betrachtet, das vor der Systementwicklung liegt, und als anzunehmende Voraussetzung oder Anstoss gilt. Beispiele dieser Ausklammerung sind das Vorgehensmodell „Systems Engineering“ (Haberfellner et al. 1999), der internationale Standard „Human-centered Design for interactive Systems“ (ISO 13407: 1999), oder das in Abb. 9 dargestellte Vorgehensschema. Die Systemplanung ist dadurch nur noch eingeschränkt eine Phase der Generierung neuer Lösungen. Da aber die Analysen von Bedürfnissen oder Problemen mit den Systemanalysen einer Vorstudie Ähnlichkeiten und Synergien aufweisen, wäre es von Vorteil hier Überschneidungen und Rückkopplungen zuzulassen und zu nutzen. Die Phase der Bedürfnisermittlung und Feststellung eines Problems sollte also nicht als ein Vorgänger von der Phase der Systemplanung abgetrennt werden.
- Die in der Planungsphase definierten Anforderungen bilden die Ausgangsbasis der Entwurfsphase oder der Phase einer Entwicklung und Konstruktion. Hier ist in den bekannten Vorgehensmodellen berücksichtigt, dass eine Rückkopplung möglich ist (vgl. Pahl und Beitz 1997, S:86, VDI 2221:1993, S.8). Die Anforderungen sind daher nicht als Pflichtprogramm zu verstehen: „Eine Anforderungsliste sollte (...) auch während der Entwicklungs- bzw. Konstruktionsdauer dem Änderungswesen unterliegen. Während das Pflichten- bzw. Lastenheft häufig vertraglicher und damit statischer Bestandteil des Konstruktionsauftrages ist, muss die Anforderungsliste im Sinne inventiver oder innovativer Flexibilität vom Vertrag losgelöst sein.“ (Breiing und Knosala 1997, S.28).

Für Arbeitssysteme des Spitals ist es Stand der Technik, die Planung in drei Bereiche aufzuteilen: Betriebsplanung, Einrichtungsplanung und Bauplanung. Diese Bereiche bilden in der Projektstruktur Achsen eines Netzwerkes an zeitlich parallelen Aktivitäten. Die dabei üblichen Bezeichnungen der einzelnen Phasen können den Lebensphasen eines Systems und der Produktgestaltung zugeordnet werden (Tabelle 1 und Abb. 10).

Tabelle 1 Zuordnung von Phasenbezeichnungen.

Systemlebensphase	Produkte/Industrial Design	Gebäude/Architektur
Planung	Produktplanung	Planung
Entwicklung	Entwicklung, Konstruktion	Entwurf & Projekt
Herstellung	Fertigung, Montage, Prüfung	Ausführung
Einführung	Vertrieb, Beratung, Verkauf	Inbetriebnahme
Betrieb	Gebrauch, Verbrauch	Betrieb

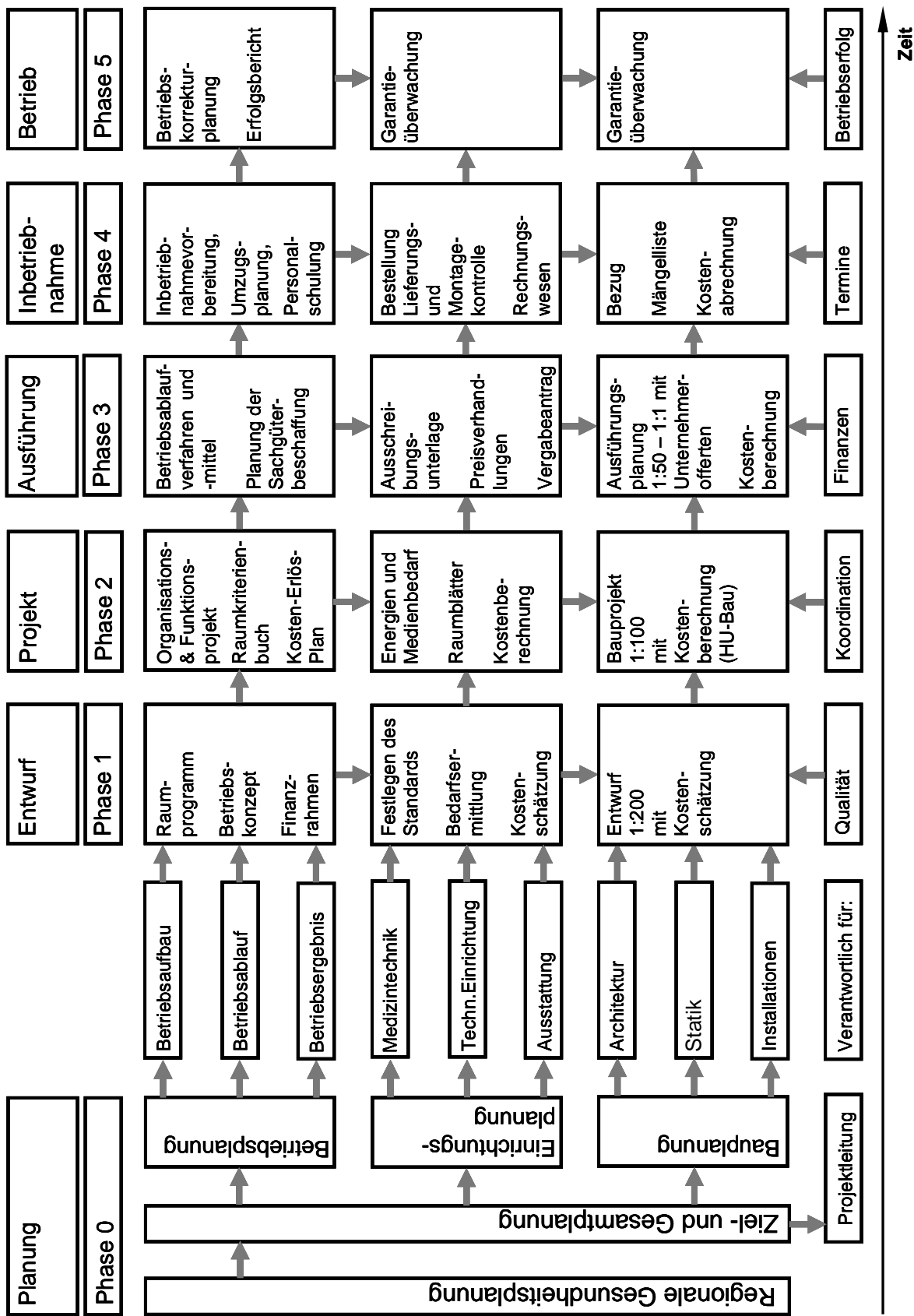


Abb. 10 Projektstruktur für den Spitalbau nach Neufert (2000, S.546).

In der Entwurfsphase sind die ersten Rückwirkungen auf die bestehende Planung in Form von Korrekturen zu erwarten. Die entsprechenden Kosten wachsen erfahrungsgemäss mit dem Projektfortschritt (Abb. 11).

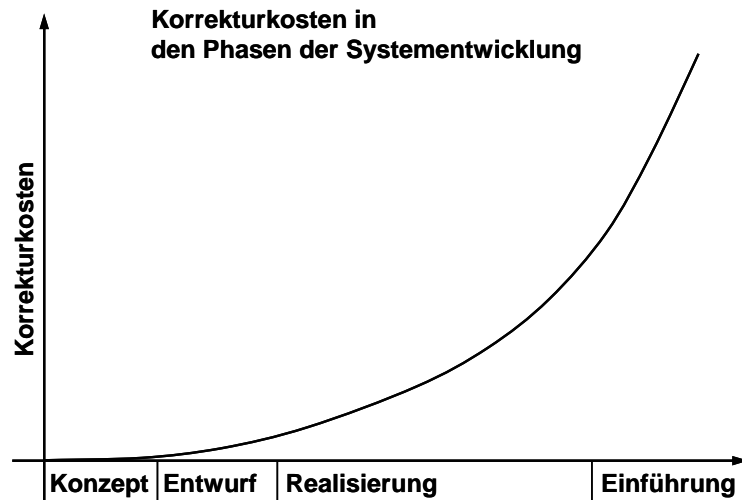


Abb. 11 Verlauf von Korrekturkosten in der Systementwicklung (nach Burke 2004, S.45).

Angesichts dieses Kostenverlaufs gilt: Ein bestimmtes Mass an Mehrinvestition in Planungs- und Entwurfsaktivitäten finanziert sich selbst, da spätere Korrekturkosten eingespart werden, vorausgesetzt es besteht die Kompetenz, Planung und Entwurf zu verbessern. Direchlet et al (1980) verweisen hier für den Bereich von Spitalbauten auf ein Problem: „Betrachtet man die Einflussmöglichkeiten auf die Bau- und Betriebskosten in den Phasen der Baueinleitung, Bauplanung, Baudurchführung, Betrieb und Unterhalt, so sind diese bei der Baueinleitung und Bauplanung ungleich grösser als in den nachfolgenden Phasen. Dagegen ist in der Regel die Kompetenz der an den jeweiligen Entscheidungen Beteiligten in den ersten Phasen weniger hoch einzuschätzen als in den letzteren.“ (ebd., S.13). Ein Grund hierfür kann in der Zunahme an Systemwissen im Projektverlauf gesehen werden (Abb. 12).

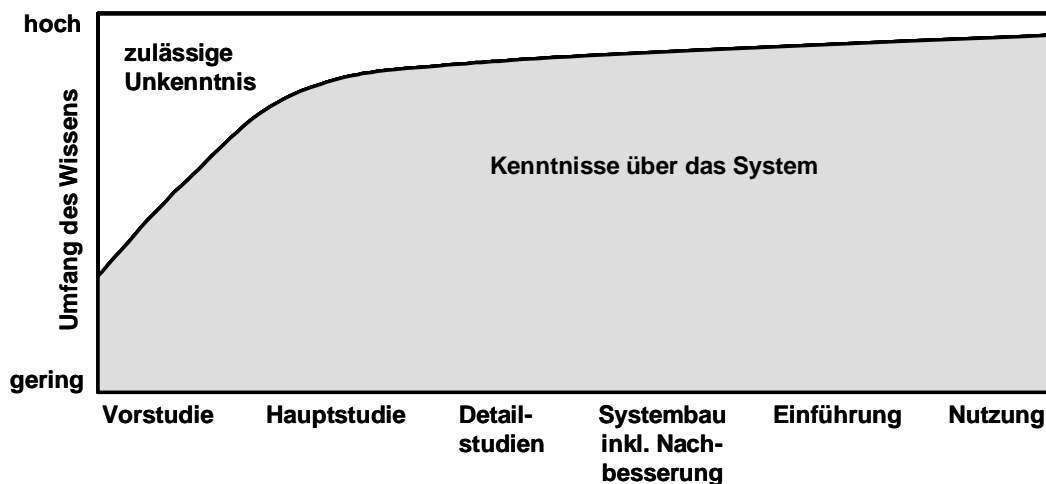


Abb. 12 Zunahme an Kenntnissen im Projektverlauf (nach Haberfellner et al. 1999, S.88).

Zu der in Abb. 12 bezeichneten „zulässigen Unkenntnis“ über das System wird in der genannten Quelle nicht erläutert, wie diese bestimmt oder begründet werden kann. Es ist jedoch offensichtlich von Vorteil, wenn Kenntnisse über das System schon möglichst früh in der Planung und Entwicklung zu Verfügung stehen.

Problematik langer Zeitspannen zwischen Planung und Betrieb

In Projekten des Spitalbaus wird eine markante Schwierigkeit durch die lange Zeitspanne zwischen Planung und Betriebsaufnahme verursacht. Diese kann 10 Jahre und mehr betragen. Die Entwicklungen in Technik, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik können aber über solche Zeiträume nicht vorausbestimmt werden. Dies verstärkt die mit Abb. 11 begründete Problematik wachsender Korrekturkosten, da Korrekturen zwangsläufig auftreten werden. Üblicherweise versucht man die zukünftigen, unbekanntes, aber nicht zu vermeidenden Korrekturen und Änderungen im Spitalbau durch eine hohe Flexibilität sowohl in der Konstruktionsweise, als auch durch übergeordnete Prinzipien zu ermöglichen: „Ziel taktischer und strategischer Regeln im Krankenhausbau ist Sicherung der Veränderbarkeit.“ (Direchlet et al. 1980, S.55). Die Forderung nach potentieller Veränderbarkeit besteht dabei über die Planungs- und Realisationszeit hinaus: „...ergaben sich im Normalfall folgende Nutzungszeiten: Einrichtung und Ausstattung 8-15 Jahre, Ausbau 20-30 Jahre, Tragende Konstruktion 30-75 Jahre. Danach werden Einrichtung und Ausstattung sowie der Ausbau während der üblichen Gesamtbetriebsdauer eines Krankenhauses mehrmals erneuert.“ (ebd., S.14).

Eine am Universitätsspital Bern - Inselspital praktizierte Vorgehensweise zur verbesserten Planung über längere Zeiträume und zur Gewährleistung von Flexibilität ist die Anwendung eines dreistufigen Konzeptes, mit dem ein Bauvorhaben gegenständlich in: „Gebäudehülle“, „Raumlayout“ und „Raumeinrichtung“ aufgeteilt wird (Hettich und Macchi 1998). Anstelle einer vollständig ineinander verzahnten Gesamtplanung wie in Abb. 10 dargestellt, entstehen somit drei zueinander versetzt laufende Planungen mit zeitlicher Überlappung. Entsprechend werden drei voneinander getrennte Ausschreibungen und Wettbewerbe erforderlich, die aufeinander abgestimmt sein müssen. Bei dieser Methode zeigten sich jedoch auch Schwierigkeiten. So war für ein grosses Spitalneubauprojekt der Ausführungskredit von 215 Mio. Sfr (135 Mio. Euro) im Jahre 1995 bewilligt worden, und der Baubeginn der ersten Stufe folgte im Jahre 1999. Doch im Jahre 2004 musste bei leer stehendem Rohbau der ersten Stufe ein Zusatzkredit von 53 Mio. Sfr beantragt werden. Die mit dem Neubau vorgesehene Leistungserbringung war um 35%, die Geschossfläche um 12'000 qm unterschätzt worden. Der Abschluss des Bauvorhabens soll nach derzeitigem Stand der Planung mit der letzten Inbetriebnahme im Jahre 2010 sein, und damit 15 Jahre nach Bewilligung des ersten Kredites und 5 Jahre später als anfangs geplant (NZZ 2004).

1.5 Arbeitsabläufe

Die räumliche und zeitliche Abfolge des Zusammenwirkens von arbeitenden Mensch, Arbeitsmitteln, Materialien, Energie und Information wird im Modell des Arbeitssystems als Arbeitsablauf beschrieben (ISO 6385:2004, S.5). Um den Arbeitsablauf in einem Modellbild darzustellen, ist es üblich, die Grundbegriffe der Regelungstechnik auf Mensch-Maschine Systeme zu übertragen (Johannsen 1993, S.221). Der Mensch wird dabei als ein Regler, die Arbeitsaufgabe als die Zielgrösse, die gewählte Arbeitsmethode als die Führungsgrösse, und der Vorgang der Bearbeitung als Regelstrecke aufgefasst (Abb. 13).

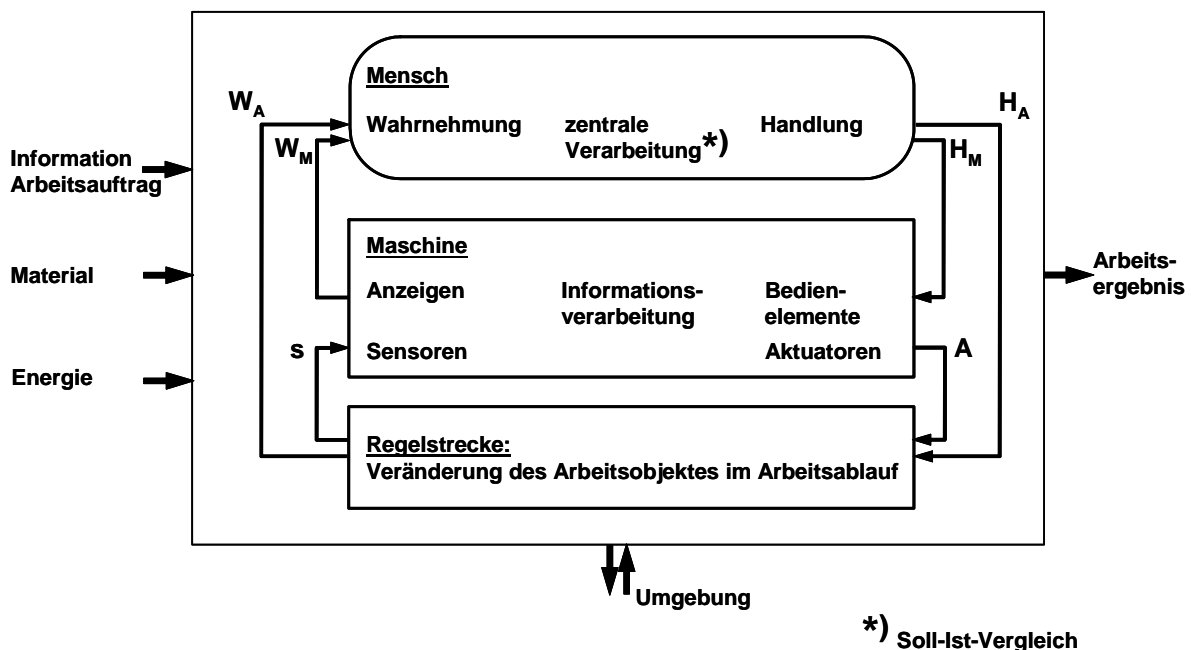


Abb. 13 Der Mensch als Regler im Arbeitssystem. Handlungen (H) und Wahrnehmbare Grössen (W) und Handlungen können direkt mit dem Arbeitsablauf in der Regelstrecke (H_A , W_A) oder mit der Maschine (H_M , W_A) in Beziehung stehen. Die Maschine steht über Aktuatoren (A) und Sensoren (S) mit der Regelstrecke in direkter Beziehung.

Durch die Darstellung als Regelstrecke ist Abb. 13 geeignet, den Arbeitsablauf als Systemelement und Gegenstand der Systemanalyse hervorzuheben. Dennoch ist zu kritisieren, dass Modelle des Menschen als Regler in einem Arbeitssystem die Vorstellung einer bekannten, generellen Funktionsweise von „Wahrnehmung“, „zentraler Verarbeitung“ und „Handlung“ unterstützen. Damit wird der bedeutende Aspekt von Handlungsspielräumen missachtet, den arbeitende Menschen individuell, durch subjektive Interpretation und Re-Interpretation ihrer Arbeitsaufgabe erschliessen.

Ein Arbeitsablauf kann auch allgemeiner als ein Systemprozess oder Arbeitsprozess innerhalb eines Arbeitssystems bezeichnet werden. Ein Prozess wird als ein Vorgang oder die Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System definiert. Dabei werden Materie, Energie oder auch Information umgewandelt, transportiert oder gespeichert (DIN 19226 T1:1994, S.3).

Auch für Prozesse kann die Systemtechnik angewendet werden:

- Prozesse besitzen eine Abgrenzung (Systemgrenze), und eine Struktur durch Elemente und Beziehungen.
- Es können Prozesse in Unterprozesse zerlegt, oder zu übergeordneten Prozessen zusammengefasst werden.

Weiterhin kann das Verhalten eines Prozesses beschrieben werden. Dabei bedeuten Umwandlung, Transport, oder Speicherung Änderungen in der Zeit. Fasst man davon betroffene Größen zu einem Vektor \mathbf{x} der Zustandsbeschreibung zusammen, so muss dieser Vektor zeitabhängig als $\mathbf{x}(t)$ formuliert werden.

Besitzt ein Prozess einwirkende Größen, so sind diese analog zum Systembegriff dann Eingangsgrößen, wenn sie vom Prozess nicht selbst beeinflusst werden. Sie werden nach DIN 19226 (T1:1994 S.3) mit dem Vektor $\mathbf{u}(t)$ bezeichnet. Erfassbare Prozessgrößen, die nur von ihm und seinen Eingangsgrößen beeinflusst werden, erhalten die Benennung „Ausgangsgrößen“ und die Bezeichnung als Vektor $\mathbf{v}(t)$.

Die Änderung des Zustandsvektors $\mathbf{x}(t)$ kann aufgrund von Wirkungen der Eingangsgrößen, der Größen des Prozesses selbst, und der Zustandsgrößen aufeinander durch ein System von Gleichungen beschrieben werden. Setzt man ihre Differenzierbarkeit voraus, so lassen sich die Änderung des Zustandsvektors $\mathbf{x}(t)$ über die Zeit t durch Differentialquotienten in einem Vektor $\mathbf{x}'(t)$ ausdrücken. Damit sind Differentialgleichungen der folgenden, vektoriellen Form möglich: $\mathbf{x}'(t) = \mathbf{f}(\mathbf{x}(t), \mathbf{u}(t), t)$. Es ist üblich, vom Vektor $\mathbf{u}(t)$ der Eingangsgrößen unbeabsichtigte Eingangsgrößen abzuspalten, und diese in einem gesonderten Vektor $\mathbf{w}(t)$ als Störgrößen darzustellen (Abb. 14).

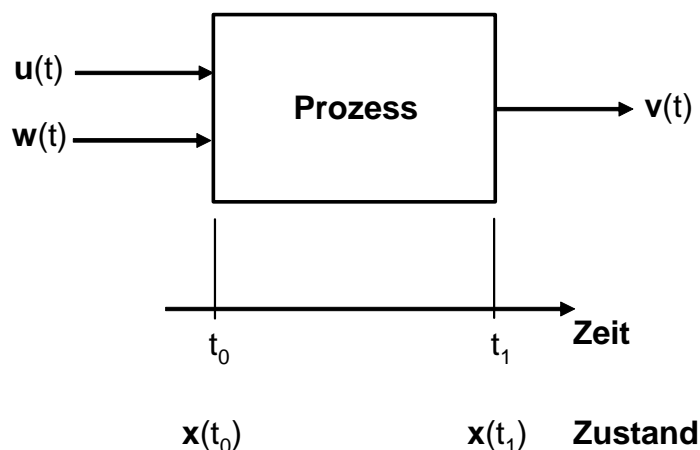


Abb. 14 Prozess mit beabsichtigten Eingangsgrößen $\mathbf{u}(t)$, unbeabsichtigten Störgrößen $\mathbf{w}(t)$, messbaren Ausgangsgrößen $\mathbf{v}(t)$, und Vektoren der Zustandsbeschreibung zu Prozessbeginn ($\mathbf{x}(t_0)$) und Prozessende ($\mathbf{x}(t_1)$).

Obschon Arbeitsabläufe als Prozesse angesehen werden können, bestehen Unterschiede:

- Arbeitsabläufe zeigen die Interaktionen zwischen arbeitenden Personen, Arbeitsmitteln und Arbeitsobjekt meist in Zeit und Raum. In der Regel liegen quantitative Daten über Zeitdauern oder Häufigkeiten vor (BWB 1989, D-1.3.5 S.3). In Prozessdarstellungen fehlen diese Daten häufig aus Gründen der Vereinfachung.
- Mit Arbeitsabläufen ist meist eine Betrachtungsebene verbunden, die einzelne Handlungen oder Tätigkeiten des Menschen umfassen. Prozesse werden dagegen häufig auf höheren Ebenen und damit allgemeiner formuliert.
- Unter einem Arbeitsablauf wird oft ein Fallbeispiel in Form einer Dokumentation eines Ablaufes verstanden. Dagegen zeigen Prozessdarstellungen häufig mehrere, mögliche Varianten durch Fallunterscheidungen und Verzweigungen.
- Daten zu Arbeitsabläufen stehen mit Beobachtungen des realen Geschehens in Zusammenhang. Beispielsweise wird eine „Ablaufanalyse“ von Haberfellner et al. (1999, S.482) als ein Verfahren der Beobachtung klassifiziert. Daten für Prozessdarstellungen werden dagegen auch qualitativ und entkoppelt vom Geschehen, beispielsweise durch Befragungen in Workshops erhoben.
- Die Elemente eines Arbeitsablaufes sind meist in ihrer Wirkungsweise bekannt, z.B. bestimmte Tätigkeiten. Bei Prozessen findet sich häufiger das „Black-Box“- oder das „Grey-Box“-Prinzip, bei dem Wirkungszusammenhänge durch den inneren Aufbau oder die Struktur des Prozesses nicht oder nur wenig bekannt sind.

Zur Beschreibung von Arbeitsabläufen kann eine Analogie gebildet werden: Eine Digitalkamera besitzt einen Sensor mit bestimmten Vermögen der Auflösung, der Trennschärfe, und weiteren Eigenschaften, um damit Bilder aufzeichnen zu können. Diese Rolle des Sensors besitzt in der Aufzeichnung und Beschreibung von Arbeitsabläufen das System der Definitionen von wahrnehmbaren Einheiten. Dies können einzelne Handlungen oder Tätigkeiten, Wege, Körperhaltungen oder -bewegungen, Betriebszustände der Arbeitsmittel, etc. sein. Eine Ordnung dieser Ereignisse bedingt in der Regel eine Subsummierung unter bestimmten Begriffen oder Kategorien. Sind die aufzuzeichnenden Ereignisse definiert und nach einem Konzept geordnet, so wird dies als Beobachtungsschema oder Kategoriensystem bezeichnet (Lamnek 2005, S.560 und S.565). Genauer definieren Greve und Wentura (1997, S.121), dass die einzelnen Klassen des Kategoriensystems einander ausschliessend definiert sein müssen, und für jede beobachtbare Einheit auch eine Klasse zuteilbar sein muss. Zwischen der Menge an beobachtbaren, unterschiedlichen Ereignissen und einem denkbaren Speicher zur Aufzeichnung der Beobachtungen muss also mit dem Kategoriensystem eine bijektive Abbildung möglich sein. Dies ist immer dann möglich, wenn neben dem eigentlichen Set an Ereignissen eine „Restkategorie“ (Greve und Wentura 1997, S.122) eingeführt wird, die dann alles Andere oder Sonstiges enthält. Ein Beispiel hierfür sind die Ablaufgliederungen nach REFA (1978, S.25ff), die jeweils eine Restkategorie „nicht erkennbar“ enthalten.

Das Aufstellen eines Kategoriensystems wird durch die Zielsetzung der Untersuchung bestimmt. Beispiele hierfür sind:

- Die empirische Überprüfung deduktiv entwickelter Theorien und Hypothesen.
- Eine explorativ ausgerichtete Suche nach Forschungsfragen.
- Die Beschreibung des Arbeitsablaufes zur Ableitung von Gestaltungsaussagen.

Die Beschreibung ist naturgemäss eine sehr vielseitige Zielsetzung, sie wird auch meist als Grundlage einer empirischen Überprüfung benötigt werden. Das Bilden eines Kategoriensystems zur Beschreibung eines Arbeitsablaufes ist dabei selbst ein wichtiger Beitrag zur Beschreibung. Damit ist die Bedeutung einer Rekursion oder ein Zirkelbezug begründet: Um das Kategoriensystem für eine Beschreibung des Arbeitsablaufes zu bilden, muss man den Arbeitsablauf mit einem Kategoriensystem der Beschreibung beschreiben.

Eine Ablaufbeschreibung kann der systemorientierten Analyse von Arbeitsplätzen dienen. Nach Luczak (1998, S.26) erfährt dies eine Einordnung in einem Gesamtrahmen der Betrachtungsebenen von Arbeitsprozessen als „Systembetrachtung von Arbeitsplätzen“ und meint „das funktionale und zeitliche Zusammenwirken von Menschen und technischen Sachmitteln zur Erfüllung des Systemzwecks (Erstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung).“ (Abb. 15).

7. Arbeit und Gesellschaft	
6. Betriebliche Arbeitsbeziehungen und Organisation (Produktion, Dienstleistung, Verwaltung)	
5. Kooperationsformen in Arbeitsgruppen	
4. Personales Handeln und Arbeitsformen	
3. Arbeitstätigkeit und Arbeitsplatz Psychische Regulation der Arbeitstätigkeiten	Systembetrachtung von Arbeitsplätzen
2. Operationen und Bewegungen mit Werkzeugen und Maschinen Biologische und psychologische Grundlagen	Technische Grundlagen der Arbeitsgestaltung
1. Autonome Körperfunktionen und Arbeitsumgebung Anatomie und Physiologie der autonomen Körperfunktionen	Physikalische und chemische Umgebungseinflüsse

Abb. 15 Betrachtungsebenen von Arbeitprozessen und die Beschreibung von Arbeitsabläufen als „Systembetrachtung von Arbeitsplätzen“ (Ebene 3). Die Ebenen 1-3 sind nach Luczak und Volpert (1987), zitiert in Luczak (1998, S.26) aufgeteilt in Subjekt- (links) und Objektbereich (rechts),.

Für die mit Abb. 15 dargestellte Unterscheidung zwischen Subjekt- und Objektbereich findet sich in der Arbeitspsychologie in Zusammenhang mit Daten aus der Aufzeichnung von Arbeitsabläufen der Ausdruck „Oberflächenstruktur“. Gemeint ist der Umstand, dass die Aufzeichnungsdaten nur Erkennungszeichen von Handlungen widerspiegeln, die bildlich gesprochen an die Oberfläche getreten sind und wahrnehmbar wurden. Mit diesen Handlungen sind aber Vorstellungen, Bedeutungen und Pläne verbunden, die in der Tiefe beim einzelnen Akteur liegen und dort verborgen sind. Eine Aufzeichnung von Arbeitsabläufen ist jedoch nur dann völlig von einer Tiefenstruktur entkoppelt, wenn sich der Systemanalytiker nicht selbst an ihrer Ausführung beteiligt und ihm letztlich nur die Daten der Aufzeichnung als Information vorliegen. In der Aufzeichnung selbst bietet sich dagegen die Möglichkeit, phänomenale Fähigkeiten, wie das Einfühlen oder die Empathie, aber auch „joint attention“ und „Kommunikation durch Motorik“ (Goldstein 2002, S.347) zu nutzen, um die beobachteten Handlungen besser zu verstehen. Was nun aber die Tiefenstruktur betrifft, so erscheinen interventive Ansätze oder Beobachtungsinterviews als Erhebungsmethode geeignet zu sein (Hacker 1995, S.120,132). Aber offenbar auch qualitative Beobachtungen der Tätigkeiten, wie Peter und Ulich (2003, S.78,86) in zwei Projektbeispielen berichten. Drei ihrer insgesamt sieben Kategorien zur Beobachtung waren: „Ganzheitlichkeit der Aufgaben“, „Möglichkeiten sozialer Interaktion“, und „Zeitdruck“ (ebd., S.78). Diese sind aber auch aufgrund der Beobachtungen zur sogenannten Oberflächenstruktur bewertbar, zumal es sich bei Aufgaben, Interaktionen, und Zeitaspekten auch um Quantitäten handelt.

Man kann daher folgern, dass eine konsequente Aufteilung in Oberflächen- und Tiefenstruktur, sowie Objekt- und Subjektbereich die Gefahr birgt, die Aufzeichnung von Tätigkeiten als ein mechanisches Scannen von Merkmalen abzuwerten. Wird dagegen die Bedeutung der Aufzeichnung auch als Prozess des Einfühlens und Lernens anerkannt, so kann die Möglichkeit bestehen, in der Datenerhebung und Bewertung Synergien besser zu nutzen.

Beispiel zur Selbsteinschätzung von Systembenutzern bezüglich ihrer Arbeitsabläufe

In einem Neubauprojekt eines Intensivbehandlungs-, Notfall- und Operationszentrums (INO) mit circa 50'000 qm Geschossfläche wurden 15 Benutzerteams entsprechend der betroffenen Gestaltungsbereiche gebildet. Diese Teams erstellten Anforderungen an den Planungsprozess. Ein Ergonomie-Experte war als „Benutzerteam Ergonomie“ mit aufgenommen worden, und er steuerte unter anderem die Anforderung „Transparente Arbeitsabläufe“ bei. Gefordert war damit der Einsatz von Arbeitsablaufanalysen als Input für die Planung und Gestaltung. Es entstanden durch die 15 Teams insgesamt 180 Anforderungen, die hinsichtlich ihrer fördernden und hemmenden Wirkungen aufeinander von den einzelnen Benutzerteams bewertet wurden. Abb. 16 zeigt das Ergebnis in einer graphischen Repräsentation der zusammengeführten Wirkungs-Beziehungs-Matrix. Die Anforderung „transparente Arbeitsabläufe“ resultierte als aktive und dabei hoch vernetzte, fördernde Variable im Gesamtnetzwerk (INO 1997, S.96). Obschon alle Benutzer Experten in der Ausführung ihrer Arbeit darstellen, bewerten sie es als positive, fördernde Einwirkung auf die Umsetzung ihrer Anforderungen, wenn eine Analyse ihrer eigenen Arbeitsabläufe und die Analyse der Arbeitsabläufe anderer Arbeitssysteme der Planung zugrunde gelegt würden.

Fördernde (●) und hemmende (▲) Wirkungen ausgewählter Anforderungen der Systembenutzer

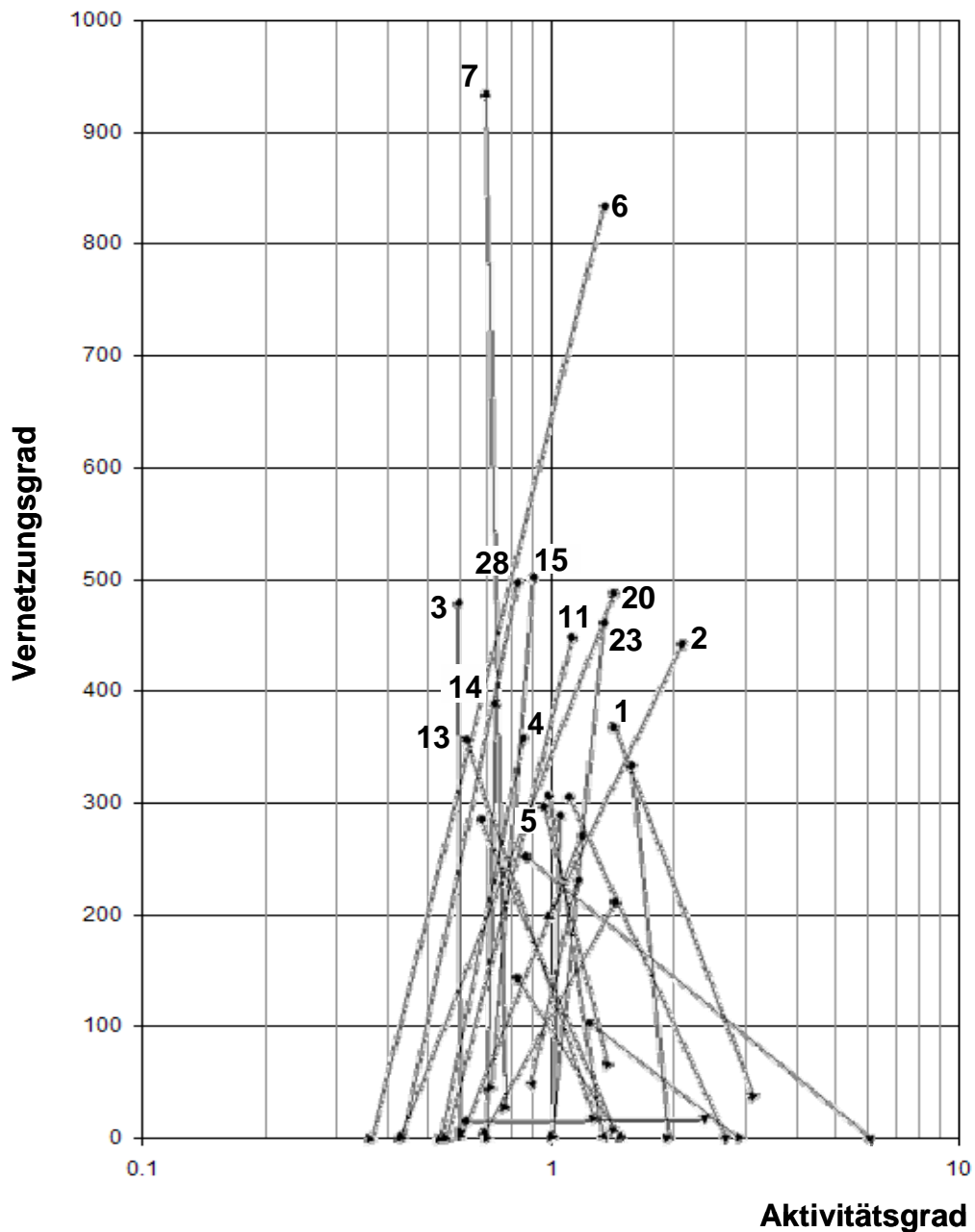


Abb. 16 Graphische Repräsentation der Wirkungsbeziehungen zwischen einer Auswahl von Anforderungen der Systembenutzer an die Spitalplanung. Dargestellt sind fördernde und hemmende Wirkungen der jeweiligen Anforderung mit ihrem Vernetzungsgrad (Anzahl an Beziehungen) und ihrem Aktivitätsgrad (Verhältnis der Anzahl erwirkte zur Anzahl einwirkende Förderungen oder Hemmungen).

1 Versorgungsmodelle, Marketing	11 Zentrale Koordinationsstelle
2 Informationsmanagement	13 Lernen und Lehren am Patienten
3 Qualitätssicherung	14 Aus-/Weiterbildungsqualität
4 Qualitätsbeauftragte	15 Logistikkonzept
5 Veränderungsprozesse fördern	20 Übersichtliche Arbeitsabläufe
6 Transparente Arbeitsabläufe	23 Datamanagement mit Zeiterfassung
7 Kundenorientierung	28 Zufriedenes Personal

Kapitel 2: Aufzeichnung und Analyse von Ereignissen

Ein Arbeitsablauf kann als eine Menge von Ereignissen aufgefasst werden, die durch einen Beobachter wahrnehmbar sind. In dieser Definition soll ein Ereignis entweder nur einen Zeitpunkt des Auftretens (Einzelereignis), oder zusätzlich eine Zeitdauer des Bestehens besitzen. Solche Ereignisse können z.B. die Arbeitstätigkeiten, aber auch Körperhaltungen und -bewegungen, oder bestimmte Arbeitsfortschritte sein. Je nach Beobachtungsaufgabe kann ein Teil dieser Ereignisse einer einzelnen Arbeitsperson, oder unterschiedlichen Personen eines Teams zugeordnet werden.

Möchte der Beobachter Gedanken über wahrgenommene Ereignisse für einen späteren Verwendungszweck festhalten, so benötigt er hierfür einen dauerhaften Speicher. Vom Beobachter ausgehend, besteht eine interne und direkte Speicherungsmöglichkeit seiner Gedanken im Langzeitgedächtnis. Alle externen Speicher erfordern dagegen eine Ausdrucksweise, z.B. die Sprache, und eine Dokumentationstechnik, z.B. einen Schreibstift und ein Blatt Papier. Die Dokumentationstechnik erfordert weiterhin eine Bedienung durch den Beobachter, etwa die Handbewegungen und -kräfte für den Schreibstift. Die nötigen Arbeitsschritte zur externen Speicherung der Gedanken des Beobachters sollen hier mit dem Begriff Aufzeichnungsverfahren beschrieben werden.

Verbreitung besitzen die folgenden Aufzeichnungsverfahren:

- Handschriftliche Aufzeichnung, z.B. mittels Stift und Papier.
- Sprachaufzeichnung.
- Manuelle Daten- und Befehlseingabe in einen Computer.

Eine Besonderheit ist der Einsatz eines externen Zwischenspeichers in Form einer Film- oder Videoaufnahme. Scheinbar kann sie den Beobachter vor Ort ersetzen. Dies erfordert jedoch ein weiteres Verfahren. Beispielsweise wird eine Videoaufzeichnung nach ihrer Erstellung abgespielt, betrachtet, und es erfolgt eine nachgeschaltete Aufzeichnung durch manuelle Dateneingabe in einem Computer. Aufgrund der fehlenden Wirklichkeit soll in diesem Fall nicht von einem Beobachter, sondern von einem Betrachter gesprochen werden (Abb. 17).

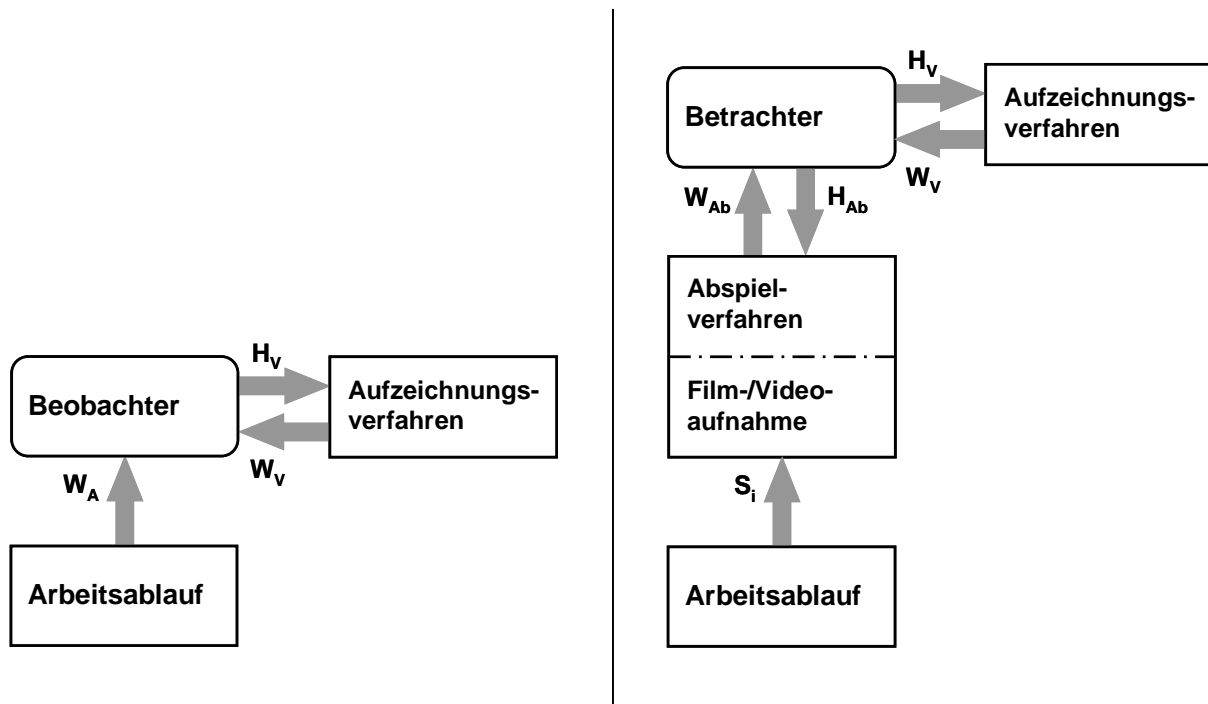


Abb. 17 Direkte Beobachtung mit Aufzeichnung (links) und nachgeschaltete Betrachtung einer Film-/Videoaufnahme mit Aufzeichnung (rechts). Handlungen (H) und Wahrnehmungen (W) können mit dem Ablauf (A), dem Aufzeichnungsverfahren (V) oder dem Abspielverfahren (Ab) in Verbindung stehen. Die Film- oder Videoaufnahme benötigt Sensoren (S_i).

2.1 Anforderungen komplexer Systeme

Wählt man technikintensive, medizintechnische Arbeitssysteme als Beispiel für Systeme hoher Komplexität, so ist eine Aufzeichnung wahrnehmbarer Ereignisse aus den Arbeitsabläufen durch folgende Merkmale erschwert:

- Relativ kurze Dauer und relativ hohe Wechselfrequenz.
Technikintensive Arbeitsplätze, wie sie durch die Abb. 5 bis Abb. 8 dargestellt sind, lassen durch die hohe Zahl an gleichzeitig betriebenen, einzelnen Geräten einen häufigen Wechsel und kurze Abschnitte von Tätigkeiten vermuten. Untersuchungen zeigen, dass z.B. auf Intensivstationen viele kurze Einsätze unterbrochen durch häufige Bewegungen typisch sind (Gessner et al. 1981, S.246). Boquet et al. (1980) ermitteln anhand von Filmaufnahmen der Anästhesietätigkeiten im OP-Saal minimale Ereignisdauern von 3 bis 8 Sekunden.
- Hohe Zahl unterschiedlicher Ereignisse.
Die systemtechnischen Merkmale im Spital (vgl. Kap. 1) führen zu einer hohen Ereignisvielfalt. Beispielsweise setzt die erwähnte Untersuchung von Gessner et al. (1981) ein Kategoriensystem mit insgesamt 39 Ereignissen ein, und diejenige von Boquet et al. (1980) ein System mit insgesamt 57 Ereignissen.

- Parallel auftretende Ereignisse sind häufig.
Schon der häufige Wechsel des Arbeitsortes von Ärzten und Pflegefachpersonen bedeutet die Notwendigkeit, zwei Kanäle (Ort und dort auftretende Ereignisse) parallel aufzuzeichnen. Weiterhin können gleichzeitig zu erfüllenden Aufgaben häufig auftreten, wie z.B. Weinger et al. (1994, 1997) bei Tätigkeitsanalysen in der Anästhesie feststellen. In OP-Sälen oder Intensivstationen können aufgrund der hohen Zahl an Beziehungen im Gesamtsystem häufig Störgrößen auftreten, die parallel zur Ausführung der Arbeitsaufgabe auf ein betrachtetes Untersystem einwirken.
- Ereignisse treten während des Transportes und der Behandlung des Patienten unterwegs und an verschiedenen Orten auf.
- Die Arbeitsabläufe erfordern Ruhe und Konzentration auf engstem Raum.
Daher müssen Störungen durch Geräusche in der Aufzeichnung von Ereignissen vermieden werden. Ebenso dürfen Geräte des Aufzeichnungsverfahrens nicht durch ihre Abmessungen oder ihre auffällige Erscheinung die Arbeit beeinträchtigen.

Verfahren mit manueller Zeitnahme und handschriftlichen Aufzeichnungen erscheinen daher als Lösungsmöglichkeit nicht praktikabel. Sie kosten dem Beobachter zuviel Zeit und können somit nicht die erforderte Auflösung (Ereigniszahl, -frequenz) leisten. Überprüft man dagegen den Einsatz von Film- oder Videoaufnahmen als Zwischenspeicher, so stellen sich allgemein die folgenden Probleme:

- Filmaufnahmen stellen eine Reduktion der Wirklichkeit dar. Es gilt hier das Gleiche, was Eco (1995) über Bedeutungen und Beziehungen folgert: „Es gibt keine zweidimensionalen physischen Welten. Vielmehr gibt es Körper und Beziehungen zwischen ihnen.“ (ebd., S.340). Filmaufzeichnungen können geeignet sein um bestimmte Ereignisse zu erkennen, doch bieten sie generell zu wenig Einblick in das Geschehen. Denn während ein Beobachter vor Ort durch geringe Augen-, Kopf- und Körperbewegungen seine Perspektiven räumlich mit der Situation und dem Geschehen ständig abgleichen kann, ist dies bei Bildern der üblichen Filmaufnahme- und Wiedergabeverfahren nicht möglich. Sie bieten der menschlichen Wahrnehmung keine hinreichenden Informationen über räumliche Tiefen.
- Auch aufgrund des genannten Aspekts zur fehlenden Wirklichkeit bedeuten Film- oder Videoaufnahmen teilweise hohe Aufwendungen durch schrittweise und wiederholte Betrachtung von Sequenzen. Diese Aufwendungen können das acht- bis 20fache der Aufzeichnungszeit betragen (Sanderson und Fisher 1997).

Speziell bei medizintechnischen Systemen im Spital stellen sich folgende Schwierigkeiten:

- Einwilligungsfragen für Filmaufnahmen erscheinen ethisch fragwürdig.
In der Zeit vor dem operativen Eingriff werden dem Patienten im Spital die Risiken der Operation erläutert. Dies führt bei vielen Menschen zu Besorgnis, bis hin zur Beängstigung. Es ist schwer abzuschätzen, wie belastend für einen Patienten in dieser Verfassung noch weitere Entscheidungen sind.

- Unfallopfer und schwer Erkrankte können nicht um Einverständnis befragt werden. Abgesehen von ethischen Bedenken sind sehr schwer erkrankte oder verunfallte Patienten nicht in der Lage, über Einwilligungen zu entscheiden. Filmaufnahmen in Notfall- oder Intensivstationen sind daher schwierig durchzuführen.
- Die Eingriffe an Patienten können häufig nicht geplant werden. Beispielsweise besteht auf Intensivstationen und Operationsabteilungen immer ein gewisser Prozentsatz ungeplanter Einlieferungen und Eingriffe.
- Für eine Kamera findet sich oft keine einfache Aufstellmöglichkeit. Aufgrund der Konzentration der Arbeit um den liegenden Patienten sahen sich z.B. Gessner et al. (1981) gezwungen, Filmkameras unterhalb der Zimmerdecke zu befestigen. In einem anderen Beispiel mussten den operierenden Chirurgen Kameras auf dem Kopf befestigt werden (Sjoerdsma 1998).
- Ereignisprotokolle müssen evt. zusätzlich vor Ort geführt werden. Beispielsweise sahen sich Gessner et al. (1981) gezwungen, die Kameraaufnahmen durch einen ständigen Beobachter mit handschriftlichen Protokoll zu begleiten.

Weitere Einschränkungen für Filmaufzeichnungen sind:

- Eine Kamera und ihr Stativ können zu Behinderungen mit grosser Tragweite führen, beispielsweise wenn der Einsatz eines Reanimationsteams stattfinden muss.
- Weist ein Raum sterile und nicht-sterile Bereiche auf, so ist eine Bewegung von Kamera und Kamerabediener auf einen der beiden Bereiche eingeschränkt.
- Schliesslich benötigt eine Kamera auf einem stabilen Stativ mehr Standfläche als ein Mensch, und kann nicht vorausschauend aus dem Weg gehen.

Aus den angeführten Überlegungen folgen Anforderungen für ein Aufzeichnungsverfahren:

- A1 Auflösungsvermögen: Das Verfahren zur Aufzeichnung muss für eine hohe Gesamtzahl unterschiedlicher Ereignisse (grösser als 40 Ereignisse) und kurze Ereignisdauern (kleiner als 5 Sekunden) geeignet sein.
- A2 Parallele Ereignisse: Mehrere parallele Ereignisse müssen registriert werden können.
- A3 Mobilität: Das Aufzeichnungsverfahren muss mobil und im Gehen bedienbar sein.
- A4 Störungsfreiheit: Das Aufzeichnungsverfahren darf keine Ruhestörung darstellen und die erforderlichen Geräte dürfen durch ihre Abmessungen, und ihre Erscheinung nicht störend wirken. Dabei ist räumliche Enge und eine grosse Anzahl Personen im Raum vorauszusetzen.
- A5 Direkt vor Ort: Die Aufzeichnung muss vor Ort durch einen Beobachter in direkter Beobachtung und ohne Film- oder Videoaufnahmen erfolgen.

Aus der Anforderung „A5 - Direkt vor Ort“ folgt die weitere Betrachtung von Verfahren zur Aufzeichnung mittels manueller Daten- und Befehlseingabe in einem tragbaren Computer. Diese Verfahren werden im folgenden Kapitel hinsichtlich der Anforderungen A1 - A4 und hinsichtlich Schwachstellen der Bedienung untersucht.

2.2 Stand der Technik und Verbesserungen

Die auf dem Markt befindlichen mobilen Aufzeichnungsverfahren sollen hier nach ihrem Interface in drei Kategorien unterteilt werden:

Keystroke-Recorder Die Aufzeichnung von Ereignissen erfolgt durch das Betätigen einer oder mehrerer vorgegebener Tasten (keystroke). Welche Tasten welche Bedeutung haben, kann in der Regel vom Benutzer festgelegt werden. Das Interface wird je nach Ausführung durch Anzeigen, ein Anzeigedisplay, oder einen Bildschirm ergänzt.

Button-Recorder Auf einem druckempfindlichen Bildschirm oder Display werden beschriftete Bedienfelder, sogenannte Buttons, angezeigt. Die Aufzeichnung von Ereignissen erfolgt durch direktes Antippen dieser Felder mit einem Stift oder einem Finger. Welche Felder welche Bedeutung und Beschriftung haben kann vom Benutzer festgelegt werden. Eine Variante bildet das Betätigen der Buttons durch ein indirektes Zeigeinstrument, z.B. eine Computermaus.

Icon-Recorder Auf einem druckempfindlichen Bildschirm oder Display werden Symbole (Icons) angezeigt. Die Aufzeichnung von Ereignissen erfolgt durch direktes Antippen dieser Symbole mit einem Stift oder einem Finger. Die Symbole sind entweder fest vorgegeben oder sie können unter bestimmten Vorgaben vom Benutzer erstellt werden.

Tabelle 2 zeigt repräsentative Lösungen dieser Kategorien und ihre Interfacegestaltung.

Tabelle 2 Stand der Technik für Aufzeichnungsverfahren.
Referenzen der Produkte siehe Anhang, Tabelle 16 S.190.

Kategorie	Produkt	Interfacegestaltung
Keystroke	ORTIM a3/a4 REFA PLAN T1	Beschriftung von fest installierten Funktionstasten eines Computergerätes wählbar.
	EthoLog INTERACT	Tastaturcodes wählbar.
Button	PocketObserver SpectatorGo! ORTIM b3/c3	Beschriftung von Buttons des Touchscreens wählbar.
	UMTplus Workstudy+	Beschriftung und Farbgebung von Eingabefeldern des Touchscreens wählbar.
Icon	Accustudy	Auswahl und Beschriftung von Computer-Icons aus einer vorgegebenen Icon-Sammlung.
	Actopalm	Beschriftbare Rechtecke und Ellipsen können elektronisch auf den Touchscreen erstellt werden.

A1 - Auflösungsvermögen

Die Anforderung nach dem Registrieren sehr kurzer Ereignisse verlangt nach einer möglichst direkten und einheitlichen Eingabe. Jeweils ein einzelner Tastendruck oder jeweils das direkte Antippen eines Feldes auf einem Touchscreens erscheint als die schnellstmöglichste und damit praktikable Methode.

Bei Keystroke-Recordern können hierfür einstellige Tastaturcodes (z.B. „w“ für warten) oder Funktionstasten definiert werden. Zwei Lösungen (ORTIM a3/a4, REFA PLAN T1) können durch ihre Anzahl von circa 10 - 15 direkt anwählbarer Funktionstasten die Anforderung nach hoher Auflösung nicht erfüllen. Die beiden anderen Keystroke-Verfahren (EthoLog, INTERACT) besitzen durch die einstelligen Tastaturcodes und die vorgegebene Computertastatur circa 40 direkt anwählbare Ereignisse. Es sind jedoch Schwierigkeiten zu erwarten, über eine grössere Zahl von Tastenbefehlen auch hinreichend schnell verfügen zu können. Den vorgegebenen Tastaturen fehlt beispielsweise die Möglichkeit, durch Layout und graphische Gestaltung Gruppierungen zu bilden. Die Wahrscheinlichkeit einer Fehlbedienung (Human Error Probability) gegenüber gruppierten Bedienelementen kann dabei im Median um das sechsfache steigen (BWB 1989 A-13.1.5 S.5f). Diese Lösungen können die Anforderung A1 nicht zufriedenstellend erfüllen. Warum diese Verfahren dennoch mit hoher Ereigniskapazität ausgestattet sind, liegt in ihrem eigentlichen Verwendungszweck begründet: Es sind Verfahren, die wie bei „INTERACT“ auf die Analyse von Videoaufnahmen ausgelegt sind und durch Play & Pause dem Benutzer von der schnellen Reaktion auf Ereignisse entbinden.

Die untersuchten Button-Recorder ermöglichen dagegen die Benennung von Eingabefeldern oder Buttons und dadurch eine Reihenfolge innerhalb einer Spalte, einer Zeile, oder eines schachbrettartigen Feldes. Diese Eingabefelder sind nach dem Stand der Technik meist einfarbig und weisen bis auf den Text ihrer Beschriftung keine Unterscheidungsmerkmale auf. In zwei Ausnahmen (UMTplus, Workstudy+) ist eine weitere Unterscheidung durch die Wahl einer Hintergrundfarbe des Eingabefeldes möglich (Abb. 18).

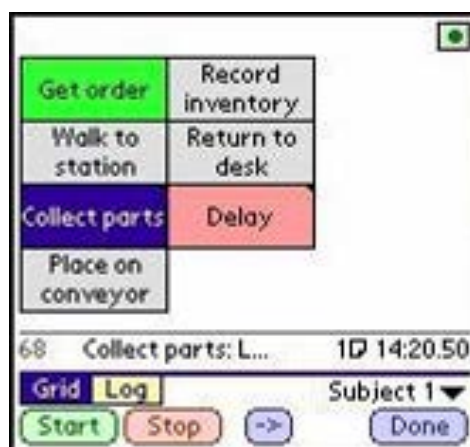


Abb. 18 Lösung „Workstudy+“, Fläche des Interfaces circa 4 x 5 cm.

Während eine Lösung (Workstudy+) nur maximal 16 unterschiedliche Ereignisse ermöglicht, können mit den anderen Verfahren (PocketObserver, SpectatorGO!, ORTIM b3/c3, UMTPlus) 56 bis über 100 Ereignisse realisiert werden. Zu beachten ist jedoch, dass dabei nur eine Menge von circa 15 Ereignissen jeweils als direkt anwählbare Buttons oder Eingabefelder auf dem Interface dargestellt werden kann. Das Anwählen der übrigen Ereignisse muss daher durch eine mehrstufige Eingabe über Scrollkommandos, oder über das Umschalten (Umblättern) der Displayinhalte erfolgen.

In der Kategorie der Icon-Recorder weist die Lösung „Accustudy“ circa 25 Icons auf, die auf einem Touchscreen direkt anwählbar sind. Schliesslich bietet das von Kerguelen (1999) vorgestellte Verfahren „Actopalm“ die Möglichkeit, auf dem druckempfindlichen LCD-Display eines tragbaren Computergerätes mit einem Eingabestift Symbole als elektronische Graphik zu erstellen. Dabei sind circa 15 Symbole mit Beschriftung darstellbar und direkt anwählbar. Alle drei Kategorien (Keystroke, Button, Icon) können daher die Anforderung A1 nach schnellstmöglichem Anwählen von über 40 Ereignissen nicht erfüllen (Tabelle 3).

Tabelle 3 Auflösungsvermögen bezüglich Anzahl Ereignisse.

Keystroke	Button	Icon
10-15 Funktionstasten oder circa 40 Tasten der Schreibmaschinentastatur.	circa 15 Eingabefelder auf einem Display.	15 Symbole frei gruppierbar oder 25 Icons in vorgegebener Struktur.

A2 - Parallele Ereignisse

Die untersuchten Lösungen der Tabelle 2 haben ihren Ursprung und ihre Zielgruppe entweder in der Verhaltensforschung oder in der Arbeitsanalyse. In der Gruppe der Arbeitsanalyse (REFA PLAN T1, UMTPlus, Workstudy+, AccuStudy, Actopalm) sind die Verfahren (Ausnahme: Actopalm) deutlich von der Tradition industrieller Zeitstudien geprägt. Mit ihnen können nur hintereinander geschaltete Arbeitsablaufabschnitte gemäss REFA (1978, S.20ff) erfasst werden.

Die Verfahren aus der Verhaltensforschung (EthoLog, INTERACT, PocketObserver, SpectatorGO!) und das Verfahren „Actopalm“ ermöglichen die Aufzeichnung paralleler Ereignisse, jedoch durch eine vorgegebene Eingabesyntax. Diese kann man sich anhand einzelner Lichtschalter und eines Raumes voller Lampen verdeutlichen: Für jedes Ereignis muss der Benutzer eine eigene Lampe einschalten. Endet das Ereignis muss er die Lampe wieder ausschalten. Für parallele Ereignisse muss der Benutzer daran denken, dass er bestimmte Lampen eingeschaltet hat und er muss daran denken, diese bei Ende des betreffenden Ereignisses wieder auszuschalten. Schränkt man sich auf zwei parallele Verläufe von Ereignissen ein, so kann der Benutzer bei einigen Verfahren (EthoLog, PocketObserver, INTERACT) die Ereignisse oder Lampen in zwei Gruppen unterteilen. Eine Gruppe bildet den Vordergrund und eine den Hintergrund. Schaltet er eine Hintergrundlampe ein, so brennt diese solange, bis er eine andere Hintergrundlampe einschaltet.

Für Vordergrundlampen gilt das Gleiche. Das Prinzip, im Hintergrund eine Zusatzinformation für die Ereignisse ein- und auszuschalten, wird bei den drei Verfahren (EthoLog, PocketObserver, INTERACT) auch für das Aufzeichnen von verteilten Ereignissen angeboten. Verteilte Ereignisse wären z.B. Tätigkeiten die von verschiedenen Personen ausgeführt werden. Im Hintergrund wird dann jeweils der Wechsel von Person zu Person registriert, deren Tätigkeiten dann als Ereignisse im Vordergrund eingegeben werden.

A3 - Mobilität, A4 - Störungsfreiheit

Die Verfahren aus den Kategorien der Button- und Icon-Recorder setzen kleine, unauffällige Computergeräte vom Typ „Personal Digital Assistant“ (PDA) ein. Diese PDAs sind mit einer Hand über längere Zeit tragbar und auch im Gehen bedienbar. Dagegen besitzen die untersuchten Keystroke-Recorder (REFA PLAN T1, EthoLog, INTERACT) eine sehr geringe Mobilität, da sie nur mit Geräten vom Typ Laptop/Notebook einsetzbar sind. Ihre Bedienung mit einer Hand ist auch dann problematisch, wenn mehrere Tasten gleichzeitig betätigt werden müssen. Bei räumlicher Enge können Laptops oder Notebooks, aber auch das Verfahren „ORTIM a3/a4“ störend sein. Letzteres bedingt ein Gerät in Form eines grossen Schreibbrettes von 32 x 38 cm Fläche und circa 1,3 Kilogramm Gewicht. Diese Schreibbretter, aber auch Laptops oder Notebooks müssen einhändig längere Zeit gehalten werden. Die Haltetechnik entspricht dem Tragen eines Serviertabletts auf dem Handteller. Aus physiologischen Gründen führt dies zu Beeinträchtigungen durch Ermüdung.

Zusammenfassen ergibt der Stand der Technik gegenüber den Anforderungen aus dem Spital folgendes Bild:

Tabelle 4 Stand der Technik von Aufzeichnungsverfahren gegenüber den Anforderungen A1 - A4 (X = erfüllt die Anforderung).

Anforderung/Verfahren	Ortim a3/a4	REFA PLAN T1	EthoLog	INTERACT	PocketObserver	SpectatorGO!	ORTIM b3/c3	UMTplus	Workstudy+	Accustudy	Actopalm
A1 - Auflösungsvermögen											
A2 - Parallele Ereignisse			X	X	X	X					X
A3 - Mobilität					X	X	X	X	X	X	X
A4 - Störungsfreiheit					X	X	X	X	X	X	X

Schwachstellen der Bedienung

Die Icons der Lösung „Accustudy“ können vom Benutzer nicht selbst gestaltet werden. Er muss vielmehr aus 1200 vorgefertigten, farbigen Computer-Icons eine Auswahl treffen. Die Icons besitzen alle die gleiche, vorgegebene Grösse und eine vorgegebene Beschriftung, deren Inhalt der Benutzer nach Wahl ändern kann. Die Icons werden automatisch in einer Matrix auf dem Bildschirm angeordnet. Der Benutzer kann einzelne Icons in diese Struktur einfügen. Jedoch kann keinerlei Gruppierung oder Anordnungsmuster als Orientierungshilfe für die Bedienung des Interfaces gebildet werden (Abb. 19).



Abb. 19 Interface mit Auswahl von Icons des Verfahrens „Accustudy“.

Mit dem Verfahren „Actopalm“ kann der Benutzer nur einfarbige Rechtecke oder Ellipsen in verschiedener Grösse gestalten (vgl. Abb. 20). Diese können vom Benutzer beschriftet werden, wozu ein Eingabefeld mit erlernbaren Buchstabenkürzeln oder eine kleine Touchscreen-Tastatur dient. Da das Display nur 5 x 5 cm Fläche zur Verfügung stellt, muss der Benutzer sein Interface über mehrere Displayseiten verteilen. Zur Eingabe von Ereignissen muss zwischen diesen Seiten hin- und hergeblättert werden, wobei eine Gesamtübersicht nicht möglich ist. Die Eingabe von Ereignissen erfolgt durch das Antippen der Symbolflächen. Dabei stellt die Fläche der Ellipsen eine Täuschung dar, denn es kann nur die von ihnen umschriebene, aber nicht sichtbare Rechteckfläche angetippt werden. Es können in der Lösung „Actopalm“ keinerlei zusätzliche Interfaceelemente, wie z.B. Linien, frei positionierbare Beschriftungen oder andere Zeichen gestaltet werden. Der Einsatz von Kodierungstechniken durch Farben, Schraffuren, Schattierungen, unterschiedlichen Strichstärken und -formen, etc. ist nicht möglich. Schliesslich bedeutet das Erstellen und Verändern eines Interfaces aus Rechtecken oder Ellipsen eine aufwendige Interaktion mit dem Computergerät. Um beispielsweise Symbole zu verschieben, muss repetitiv für jedes Pixel Wegstrecke (0,3 mm) extra ein Befehl eingegeben werden.



Abb. 20 Display der Lösung „Actopalm“. Interfacefläche circa 5x5 cm.

Die untersuchten Verfahren bieten dem Benutzer keine freie Gestaltung der Eingabetechnik. In zwei Fällen (PocketObserver, INTERACT) besteht eine Auswahl von zwei vorgegebenen Modi der Eingabe: Beginn und Ende eines Ereignisses werden durch Eingabe in das Computergerät erfasst (start-stop mode), oder jeweils nur der Beginn von Ereignissen, die sich im Auftreten gegenseitig abwechseln (mutually excluded mode).

Alle betrachteten Verfahren sind für eine flexible Anwendung vorgesehen. Ihre Konfiguration und damit auch das Interface kann vom Benutzer geändert werden. Ein Anpassen dieser Konfiguration direkt in der Situation der Aufzeichnung bedeutet bei allen Verfahren Interaktionen mit der Software des Computergeräts. Bei zwei Lösungen (PocketObserver, SpectatorGo!) muss die Konfiguration sogar zuerst an einem Personal Computer (PC) geändert werden. Der Benutzer muss dann die am PC neu konfigurierte Software auf das tragbare Computergerät überspielen. Nur für wenige der untersuchten Verfahren gilt, dass unterschiedliche Konfigurationen und ihre Interfaces gespeichert und verwaltet werden können. Ein gleichzeitiger, vergleichender Überblick über verschiedene Konfigurationen und Interfaces ist jedoch nach dem Stand der Technik bei keinem der Verfahren möglich. Damit fehlt ein wichtiges Hilfsmittel, um alleine oder in einem Team, die Konfiguration und das Interface zu optimieren.

Für alle erwähnten Lösungen gilt, dass ihre Konfiguration und Interfacegestaltung vertiefte Kenntnisse im Umgang mit der Software der Computergeräte erfordern. Eine Beteiligung an diesen Prozessen ist damit nur eingeschulten Experten vorbehalten.

Die untersuchten Aufzeichnungsverfahren stehen selbstverständlich in Zusammenhang mit einer Analyse und Darstellung der aufgezeichneten Daten. Die meisten Verfahren besitzen dabei folgendes Angebot:

- eine Auswertung in Form deskriptiver Statistik der Einzelereignisse und ihrer Zeiten und Häufigkeiten.
- Zeit-Linien- oder Zeit-Balken-Diagramme, die den Verlauf der Ereignisse als Linienzug oder als Balkenelemente über eine Zeitachse darstellen.

Meist nur durch zusätzliche Software bieten wenige Verfahren (INTERACT, PocketObserver, Actopalm) noch weitere Möglichkeiten, z.B.:

- Funktionen zum Subsummieren oder Ausblenden von Ereignissen.
- Übergangsmatrizen, die Wechselhäufigkeiten zwischen den Ereignissen darstellen.
- Matrizen, die das parallele Auftreten von Ereignissen untereinander in Häufigkeiten oder Zeiten aufzeigen.
- Analyse von Ereignisabfolgen, die das Auftreten bestimmter Ereignissequenzen untersuchen.

In wenigen Verfahren (z.B. INTERACT) kann der versierte Benutzer seine Daten durch Prozeduren in einer Art Befehls- und Abfragesprache selbst manipulieren. Hier zeigt sich der Übergang zu Software für Analysen und Darstellungen quantitativer Daten (z.B. SPSS, MacSHAPA, Referenzen: Tabelle 16 S.190). Die untersuchten Aufzeichnungsverfahren besitzen daher eine Schnittstelle für den Transfer der Aufzeichnungsdaten.

Die Computergeräte aller besprochenen Verfahren sind mit einem LCD-Display oder einem Flachbildschirm ausgestattet. Dies führt zu Schwierigkeiten mit der Lesbarkeit dieser Anzeigeflächen durch ihre geringe Auflösung oder bei bestimmten Umgebungsbedingungen, insbesondere bei Touchscreens, die technologiebedingt nur wenig entspiegelt sind.

Als Fazit weist der Stand der Technik folgende Schwachstellen auf:

- Der Benutzer kann das Interface nicht frei gestalten.
- Eine freie Gestaltung der Eingabesyntax ist nicht möglich.
- Durch die vorgegebene Syntax zum Aufzeichnen paralleler Ereignisse ist der Benutzer zu ständigem Mitdenken über den Status der Aufzeichnung gezwungen.
- Eine Anpassung der konfigurierten Aufzeichnung in der Situation vor Ort ist nicht auf direkte Weise möglich.
- Am Prozess der Konfiguration und Interfacegestaltung können sich nur eingeschulte Benutzer und keine weiteren Personen beteiligen.
- Alle Verfahren führen aufgrund ihrer LCD-Displays zu Einschränkungen der Lesbarkeit bei bestimmten Umgebungsbedingungen.
- Einige der Verfahren sind durch ihre Computergeräte nicht mobil. Sie wirken auffällig und störend. Gewicht und erforderliche Haltetechnik führen zu Beeinträchtigungen.

Verbesserungen

Für die Suche nach Verbesserungen des Standes der Technik, soll der Beobachter und Benutzer des Verfahrens zur Aufzeichnung als Teil eines Mensch-Maschine Systems betrachtet werden. Der Begriff Maschine steht in diesem Fall für das Computergerät zur Aufzeichnung. Die Bedienung dieses Computergeräts kostet dem Beobachter Arbeitsleistung

und stellt die bedeutendste Einschränkung der Beobachtungsaufgabe dar. Je weniger Zeit diese Bedienung von der Beobachtung ablenkt, und je weniger Denkprozesse des Beobachters für die Bedienung erforderlich sind, desto besser wird er seine Ressourcen für die Beobachtung einsetzen, und freie Ressourcen für eine höhere Leistung in der Auflösung der Aufzeichnung (Anzahl der Ereignisse, Parallele Ereignisse) nutzen können.

Typischerweise erfordert die Bedienung eines Computergerätes für den Benutzer das Erlernen von Regeln. Im Falle der Ereignisaufzeichnung sind diese Regeln beispielsweise folgender Art: Wenn Ereignis A identifiziert, dann drücke Funktionstaste-Nr. 1. Es ist dabei zu erwarten, dass die damit verbundenen Gedächtnisleistungen oder Denkprozesse unter folgenden Bedingungen sehr aufwendig sind:

- Die Gesamtzahl der Regeln ist hoch.
- Die Regeln sind leicht miteinander zu verwechseln.
- Die Regeln stehen nicht in Zusammenhang mit vorhandenem Wissen des Benutzers.
- Der Benutzer findet keine Merkhilfen (Mnemotechnik) für die Regeln.

Der Benutzer wird unter diesen Bedingungen für die einzelnen Bedienschritte jeweils lange Zeit nach- und umdenken zu müssen. Unter Zeitdruck besteht zudem ein hohes Risiko einer Fehlbedienung. Die angeführten Bedingungen können weiterhin das Bilden von Routine und Übung erschweren. Unter diesen Umständen sind hohe Trainingsaufwendungen nötig, um einen Übergang von einem nachdenklichen, regelbasierten Bedienen zu einem Bedienen fast ohne Nachdenken zu erreichen.

Bei gleicher Anzahl von Regeln können diese Schwierigkeiten prinzipiell reduziert werden, indem die Gestaltung des Interfaces auf schon vorhandene Wissensstrukturen des Benutzers ausgerichtet ist (vgl. „analogical reasoning“ aufgrund „a priori knowledge“, van der Veer 1991, S.76). Von Bedeutung ist hierbei die Beobachtungsaufgabe. Der Beobachter wird in seinem Gedächtnis Merkmale der Ereignisse und bestimmte Zusammenhänge mit der zu beobachteten Situation speichern müssen, ohne die er eine Erkennung und Identifikation der Ereignisse nicht ausführen kann. Es ist zu erwarten, dass diese gedanklichen Konstrukte sich von Beobachter zu Beobachter individuell verschieden ausbilden. Zudem werden sie sich je nach Beobachtungsaufgabe und Situation vor Ort voneinander unterscheiden können. Diese gedanklichen Konstrukte können auch als innere Repräsentation oder mentales Modell eines Benutzers bezeichnet werden.

Wenn die Gedächtnis- und Denkleistungen zur Interfacebedienung möglichst gering sein sollen, dann muss das Interface in der Lage sein, auf die mentalen Modelle der jeweiligen Benutzer möglichst optimal Bezug zu nehmen (vgl. „ecological interface“, Rasmussen und Andersen 1991, S.13). Die Interfaceelemente müssen ohne Umdenkleistungen direkt mit der Gedankenwelt des Benutzers/Beobachters in Verbindung stehen. Es wird vorgeschlagen, dies in Analogie zur Verwendung von Symbolen in der Sprachwissenschaft zu betrachten (Bußmann 2002, S.596). Die Interfaceelemente sind dann idealerweise Bestandteil eines semiotischen Dreiecks (Abb. 21).

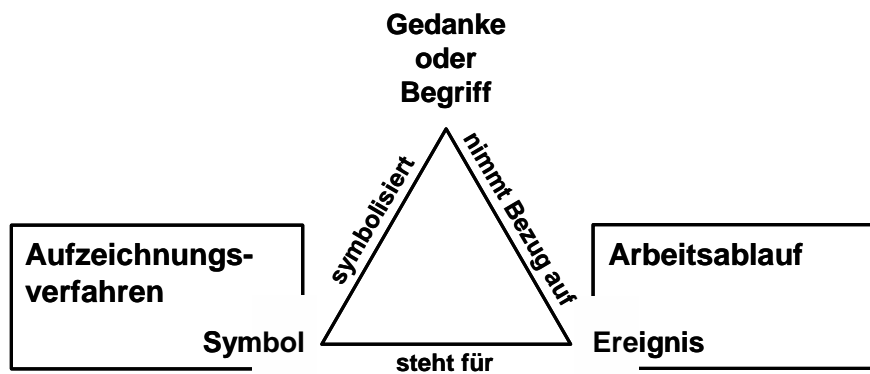


Abb. 21 Semiotisches Dreieck übertragen auf die Konstellation von: Ereignissen des Arbeitsablaufes, Gedankenwelt des Beobachters und Interfaceelemente des Aufzeichnungsverfahrens.

Dabei muss das Interface nicht nur mit der gedanklichen Welt des Benutzers in Bezug auf die Ereignisse in Verbindung stehen, sondern auch in Bezug auf die Speicherung oder Aufzeichnung der Ereignisse. Beispielsweise will ein Benutzer jeweils ein identifiziertes Ereignis dann eingeben, wenn er den Ereignisbeginn feststellt. Ein anderer Benutzer könnte jeweils Beginn und Ende speichern wollen. Auch parallele Ereignisse werden eine bestimmte Form der Eingabe in das Aufzeichnungsgerät erfordern, die je nach Gedankenwelt des Benutzers unterschiedlich sein kann. Wenn nach Abb. 21 der Benutzer über seine Symbole mit dem Aufzeichnungsverfahren verbunden ist, dann müssen auch die Relationen zwischen diesen Symbolen vom Computergerät so verstanden werden, wie es der Benutzer denkt. Das bedeutet, dass die Syntax der Eingaben nicht vom Computergerät, sondern jeweils vom Benutzer bestimmt werden muss.

Dieser Idealzustand der Interfacegestaltung kann erreicht oder angenähert erreicht werden, wenn die folgenden Verbesserungen eingeführt werden:

1. Freie Interfacegestaltung Das Interface des Computergerätes muss vom Benutzer/Beobachter auf einfache und direkte Art und Weise völlig frei gestaltbar sein. Insbesondere muss es dem Benutzer möglich sein, Symbole, Beschriftungen und alle denkbaren Elemente zur bildlichen Darstellung von Gedanken und Begriffen, sowie ihre Anordnung auf dem Interface selbst zu gestalten.
2. Freie Syntaxgestaltung Die formalen Regeln zur Verarbeitung der Eingaben des Benutzers dürfen nicht vom Computergerät und seinem Interface vorgegeben werden. Der jeweilige Benutzer muss die Möglichkeit besitzen, diese Regeln auf einfache Weise selbst zu gestalten.
3. Einfaches Prototyping Das Interface muss schrittweise und direkt in der Aufzeichnungsaufgabe auf einfache Art und Weise ergänzt oder umgestaltet werden können.

Weitere Verbesserungen sind aus folgenden Überlegungen möglich:

4. **Beteiligungsförderlichkeit** Der Vorgang zur Interfacegestaltung muss einfach, transparent, robust und spielerisch handhabbar sein, damit das Interface als Vehikel der Kommunikation eingesetzt werden kann. Einerseits kann somit das Wissen mehrerer Personen besser beteiligt werden, z.B. wenn Merkmale von Ereignissen erfragt werden. Andererseits ist es somit einfacher, bei den zu beobachtenden Personen Verständnis über den Aufzeichnungsvorgang zu erzielen.
5. **Ergonomische Gestaltung** Für eine sichere und zuverlässige Bedienung des Verfahrens müssen auch Anforderungen einer ergonomischen Gestaltung erfüllt werden. Auf die Aufzeichnungsaufgabe übertragen bedeutet diese:
 - Alle Zeichen müssen gut erkennbar sein.
 - Das tragbare Computergerät muss über lange Zeiträume (z.B. 4 Stunden) ermüdungsfrei gehalten oder getragen werden können.
 - Der Benutzer muss über seine Eingaben in das Computergerät eine eindeutige Rückmeldung erhalten.
 - Der Benutzer muss sich einfach über den Zustand des Aufzeichnungsgerätes (z.B. Zeitdatum, gespeicherte Eingaben, Batteriezustand) informieren können.
 - Fehlerhafte Eingaben in das Computergerät müssen sofort, ohne Folgen, und auf einfache Weise vom Benutzer rückgängig gemacht werden können.

Eine Umsetzung dieser Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik wird im folgenden Kapitel aufgezeigt.

2.3 Lösung FIT-System

Das Akronym FIT bedeutet: „Flexible Interface Technik“ und bezeichnet ein vom Autor erfundenes Aufzeichnungsverfahren. Als Computer werden in einer Hand tragbare Geräte, sogenannte „Handheld-Computer“ oder „Personal Digital Assistant“ eingesetzt. Die ersten Prototypen des Verfahrens wurden in den Jahren 1996 und 1997 in Systemanalysen einer OP-Abteilung und einer Notfallstation des Universitätsspitals Zürich eingesetzt. In den folgenden Jahren wurde das FIT-System weiterentwickelt und für verschiedene tragbare Computergeräte angepasst (vgl. Kap. 2.3.4 „Entwicklung“ S.66). Patentanmeldungen für den Wirtschaftsraum USA und Europa erfolgten in den Jahren 1998 und 1999. Das US-Patent wurde erteilt (Held 2003), während die Europäische Anmeldung derzeit (2006) im Status der Patentprüfung ist.

Das Grundprinzip der Erfindung ist die Unabhängigkeit der Benutzungsoberfläche vom tragbaren Computergerät, so dass der Benutzer in der Gestaltung des Geräteinterfaces völlige Freiheit besitzt und keinerlei Restriktionen oder Interaktionen aufgrund des Computergerätes bestehen. Hierzu wird ihm ein Papier oder eine Folie angeboten, auf die das Interface als Zeichnung mit beliebigen Elementen, Formen, Farben und Beschriftungen erstellt wird. Zur Aufzeichnung wird diese Schablone auf einem Touchscreen des Computergerätes befestigt (Abb. 22).

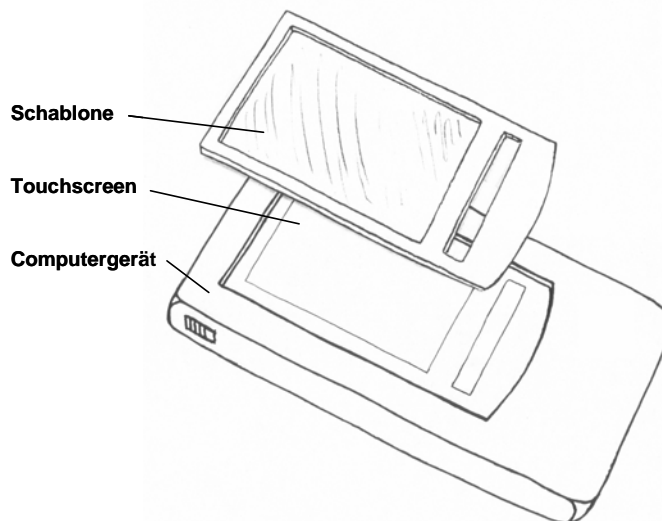


Abb. 22 Grundprinzip des Verfahrens FIT-System:
Trennung von Interfaceschablone und Computergerät.

Es ist festgelegt, dass der Benutzer die Bedeutung seines Interfaces dem Computergerät gegenüber nicht definieren muss oder kann. Die Software des Gerätes registriert lediglich die vom Benutzer während der Beobachtung mit einem Stift angetippten Eingabepunkte in Form von Koordinaten (x, y) des Touchscreens. Sie speichert diese Koordinaten mit dem zur Eingabe bestehenden Zeitstempel (Uhrzeit) in eine sequentielle Datei. Erst nach Abschluss der Aufzeichnungen erfolgt eine Benennung oder Signatur dieser Punkte anhand ihrer Koordinaten. So entsteht eine Liste mit den Ereignisnamen und ihren Zeitstempeln.

Die Verfahrensschritte sind insgesamt wie folgt:

1. Bilden einer strukturierten Sammlung von Ereignissen und eines gedanklichen Modells über diese Struktur und entsprechender Interfaceelemente.
2. Gestalten von Eingabesyntax und Interfaceelementen (Symbole, Zeichnungen, Beschriftungen).
3. Starten der Software des tragbaren Computergerätes und Eingabe eines Dateinamens. Auflegen der Schablone und Aufzeichnen der Ereignisse durch Antippen der dafür gedachten Interfaceelemente. Beenden einer Aufzeichnung durch Antippen einer dafür reservierten Stelle des Touchscreens.
4. Transferieren der Aufzeichnungsdatei zum PC. Bezeichnen und Signieren der angezeigten Datenpunkte durch Polygonzüge und Ereignisnamen.
5. Bedienen und eventuell Konfigurieren des Softwaremoduls zur Berechnung, Analyse und Visualisierung der Ergebnisse.

Für den letztgenannten Arbeitsschritt (Berechnung, Analyse und Visualisierung der Ergebnisse) wurde vom Autor eine Software als eingebettetes Modul (Add-In) in einer Tabellenkalkulation (EXCEL, Microsoft Inc.) entwickelt. Der Benutzer kann dort die Daten mehrerer Aufzeichnungen in den Arbeitsblättern der Tabellenkalkulation speichern und kontrollieren, sowie direkt Berechnungen ausführen lassen (Abb. 23).

Microsoft Excel - FIT-MAKER_Kombi

Frage hier eingeben

Nr.	Name	n	Z	Z [%]	X	S	Min.	Med.	Max.		
1	Pflege	1	0:00:24	0	-	-	-	-	-		
2	sozialer Kontakt	120	0:58:44	11	0:00:29	0:01:29	0:00:00	0:00:07	0:15:16		
3	vorbereiten Medikament	2	0:00:12	0	0:00:06	0:00:01	0:00:05	-	0:00:07		
4	Applikation Medikament	24	0:05:10	1	0:00:13	0:00:08	0:00:02	0:00:11	0:00:33		
5	protokollieren	31	1:00:48	12	0:00:40	0:00:45	0:00:01	0:00:28	0:04:25		
6	Information/Kommunikation	32	0:30:38	6	0:00:57	0:01:10	0:00:02	0:00:28	0:05:24		
7	beobachten Infusionen	2	0:00:27	0	0:00:14	0:00:05	0:00:10	-	0:00:17		
8	beobachten Leitungen	2	0:00:47	0	0:00:24	0:00:02	0:00:22	-	0:00:25		
9	beobachten Geräte	37	0:07:12	1	0:00:12	0:00:09	0:00:02	0:00:08	0:00:38		
10	manipulieren Infusionen	16	0:03:55	1	0:00:15	0:00:10	0:00:05	0:00:11	0:00:38		
11	manipulieren Leitungen	17	0:03:23	1	0:00:12	0:00:09	0:00:02	0:00:10	0:00:40		
12	manipulieren Geräte	31	0:09:16	2	0:00:18	0:00:19	0:00:02	0:00:10	0:01:32		
13	ordnen	9	0:06:49	1	0:00:45	0:01:28	0:00:05	0:00:13	0:04:35		
14	Weg	49	1:12:27	14	0:01:29	0:02:22	0:00:01	0:00:39	0:11:31		
15	Sonstiges	-	-	-	-	-	-	-	-		
Summe		433	8:40:24	50	0:06:13	0:08:16	0:00:59	0:02:44	0:46:01		
Mittel		31	0:18:35	4	0:00:29	0:00:38	0:00:05	0:00:16	0:03:32		
Stabw		35	0:25:55	5	0:00:24	0:00:45	0:00:06	0:00:11	0:04:48		
Min		1	0:00:12	0	0:00:06	0:00:01	0:00:00	0:00:07	0:00:07		
Med		21	0:06:00	1	0:00:18	0:00:10	0:00:02	0:00:11	0:00:40		
Max		120	1:12:27	14	0:01:29	0:02:22	0:00:22	0:00:39	0:15:16		

Übersicht über weitere Spalten: Pilot B_1_D, *Mitte-links, manipulieren Monitor, manipulieren Infusionen, Sonstiges, *Mitte-links, manipulieren Leitungen, *Mitte-links, manipulieren Infusionen, *Mitte-links, beobachten Perfusor, *Mitte-links, beobachten Perfusor, *Kopfende-links, manipulieren Perfusor, *Mitte-links, ordnen, *Mitte-links, *Mitte-links, ordnen, *Mitte-links, Sonstiges, *Mitte-links.

Navigation: Daten / Ereignisse / Ablauf / Dichte / Struktur / Kombi / Matrix / +Graph

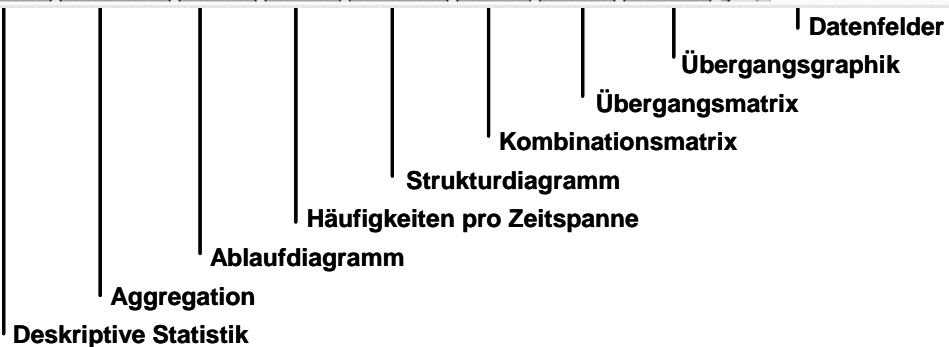


Abb. 23 Softwaremodul des FIT-Systems als Add-In einer Tabellenkalkulation. Daten der Aufzeichnungen, Berechnungen und Darstellungen sind auf mehreren Arbeitsblättern aufgeteilt. Erläuterung der Funktionalität: siehe Kap. 2.3.4.

Zu Erläuterung der Verfahrensschritte mit dem FIT-System dient das folgende Beispiel:

Beispiel: Ausrichtungen in der Anästhesie

Es soll in einer Stichprobe aufgezeichnet werden, wie häufig sich der Anästhesist jeweils dem Patienten bzw. dem Operationsfeld oder den einzelnen Arbeitsmitteln zuwendet. Solche Zuwendungen oder Ausrichtungen sind im vorliegenden Beispiel deutlich zu erkennen, da Patient und Arbeitsmittel relativ weit voneinander angeordnet sind und auf unterschiedlichen Höhen im OP-Saal positioniert sind. Abb. 24 zeigt die Situation aus der Perspektive des Beobachters.

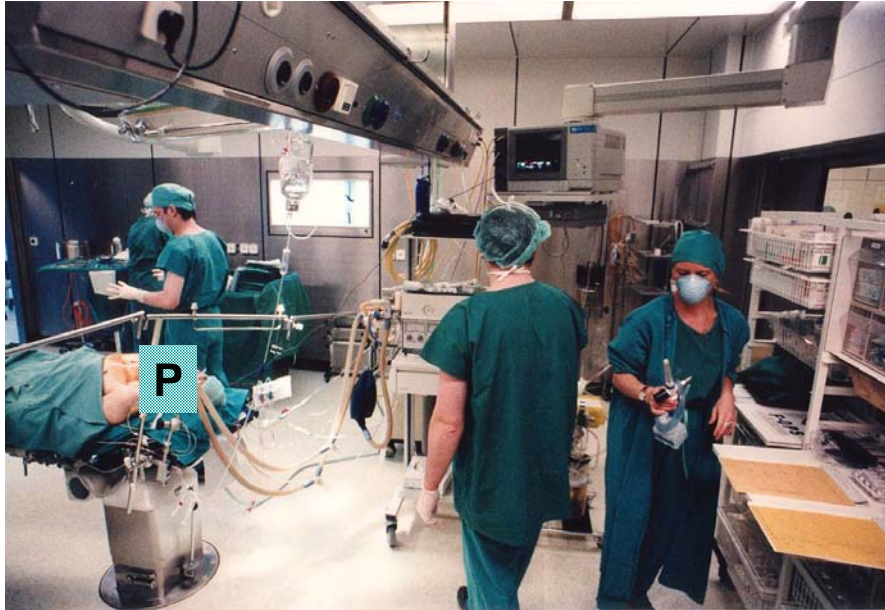


Abb. 24 Arbeitsplatz der Anästhesie im OP-Saal am Kopfende des Patienten.

Schritt 1 und 2: Ereignisse, Eingabesyntax und Interfacelemente.

Die Ereignisse sind durch die Arbeitsplatzelemente bezeichnet, denen der Anästhesist sich zuwendet. Zusätzlich wird ein Ereignis „Kommunikation“ zur Erfassung der Häufigkeit von Gesprächen mit Mitarbeitenden definiert. Die Syntax zur Eingabe soll das Antippen eines entsprechenden Symbols als Zeitmarke sein, sobald ein Ereignis vom Beobachter erkannt wird. Die Symbole werden vom Beobachter in engen Bezug zur beobachteten Situation gestaltet (Abb. 25).



Abb. 25 Schablone (Gestaltung: T. Overes) für die Aufzeichnung der Ausrichtungen und Kommunikation während der Anästhesieführung im OP-Saal.

Schritt 3: Aufzeichnung der Ereignisse.

Die Aufzeichnung soll während eines Routineeingriffs seitens der Chirurgie und bei einer niedrigen Risikoeinstufung seitens der Anästhesie erfolgen. Der beobachtete Anästhesiearzt soll eine mittlere Berufserfahrung besitzen. Es wird eine intraoperative Phase von 170 Minuten Dauer aufgezeichnet.

Schritt 4: Transferieren zum PC und Signatur.

Erst nach Abschluss aller Aufzeichnungen vor Ort erfolgt der Datentransfer zum PC. Dort stehen dem Benutzer durch eine Software Funktionen zur Verfügung, um die Eingabepunkte nach seinen Vorstellungen und nach seiner Schablone zu bezeichnen und zu benennen. Damit entsteht eine Signatur dieser Eingabepunkte. Das Bezeichnen erfolgt durch Ziehen von Polygonzügen mit der Computermaus als Zeigeinstrument. Die Bildschirmanzeige kann vom Benutzer an die Abmessungen der Schablone angepasst werden und die Schablone kann somit als Vorlage für die Bezeichnung der Gebiete dienen. Geschlossene Polygonzüge sind für die Software das Signal, vom Benutzer eine Benennung dieses Gebietes abzufragen. Benannte Polygonzüge können vom Benutzer als „Maske“ in einer Datei verwaltet, wieder verwendet, weiter entwickelt, oder ausgedruckt werden. Die geschlossenen Polygonzüge können verschoben oder gelöscht werden. Ihre Eckpunkte lassen sich einzeln verschieben (Abb. 26).

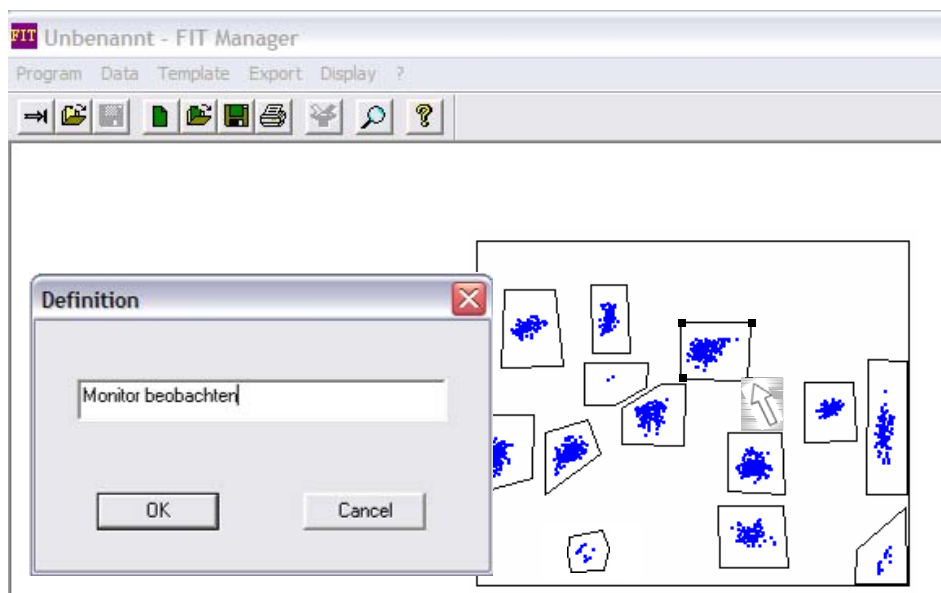


Abb. 26 Graphische Repräsentation der Eingabepunkte und Benennung der vom Benutzer durch Polygonzüge bezeichneten Gebiete am PC nach Ende der Aufzeichnung und Datenübertragung zum PC.

Schritt 5: Berechnungen

Mit der Signatur der Polygonegebiete und der von ihnen umschlossenen Eingabepunkte erstellt die PC-Software eine Ereignis-Zeit-Liste als sequentielle Datenstruktur als Grundlage für Berechnungen (Abb. 27)

Monitor	0:14:01
Infusion 1	0:14:04
Monitor	0:14:13
Materialschrank	0:14:19
Infusion 1	0:14:24
Materialschrank	0:14:36
Infusion 1	0:14:46
Leitungen am Patienten	0:14:47
Respirator	0:14:54
Leitungen am Patienten	0:14:56
Respirator	0:15:01
Leitungen am Patienten	0:15:07
Respirator	0:15:19
Infusion 1	0:15:22
Monitor	0:15:25
Infusion 1	0:15:27
Andere Arbeitsmittel	0:15:45
Monitor	0:15:55
Respirator	0:16:02
Monitor	0:16:10
Protokollbogen/Schreibbrett	0:16:12
Patient	0:16:21
Protokollbogen/Materialschrank	0:16:25
Monitor	0:17:04
Infusion 1	0:17:07
Protokollbogen/Schreibbrett	0:17:16
Röntgenbilder	0:17:21
Protokollbogen/Materialschrank	0:17:32
Infusion 1	0:17:50
Protokollbogen/Materialschrank	0:17:53
Materialschrank	0:18:02
Infusion 1	0:18:04

Ausrichtungen während 2h50 Anästhesieführung

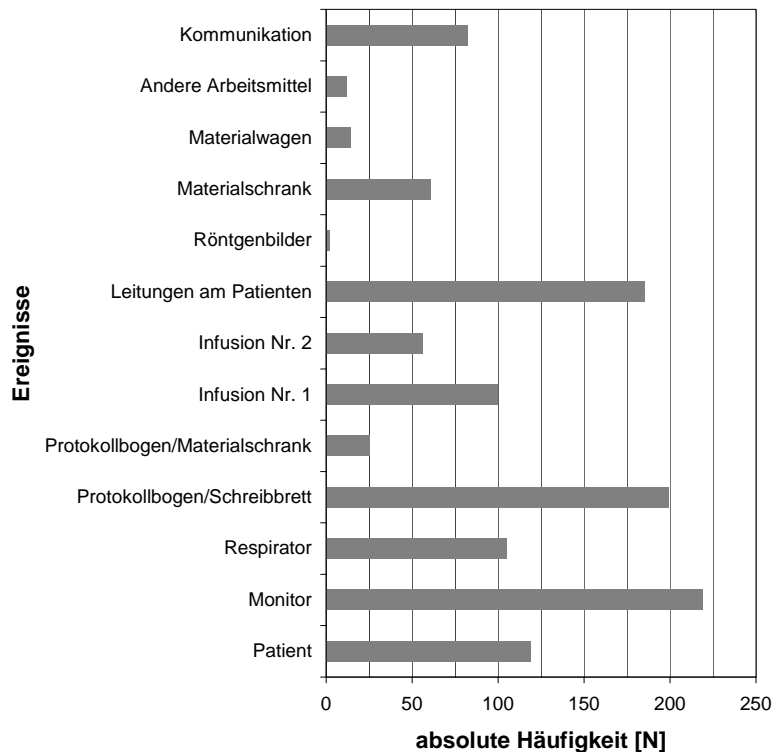


Abb. 27 Ereignis-Zeit-Liste und vom Benutzer erstelltes Diagramm aus den Werten der von der Software des FIT-Systems berechneten Statistik. Neben der hohen Zahl an Ausrichtungswechsel ist die Aufmerksamkeit gegenüber den Leitungen am Patienten auffallend und stellt einen Klärungsbedarf dar, da es sich evt. um eine Unsicherheit oder unzulängliche Gestaltung dieser Arbeitsmittel handelt.

2.3.1 Eingabetechniken

Die Eingabetechnik wird durch die Beobachtungsaufgabe bestimmt, wodurch auch die aufzuzeichnenden Ereignisse beschrieben sind. Für diese soll die folgende Unterteilung gebildet werden:

- Seriell: Pro Zeitpunkt ist entweder kein, oder nur ein Ereignis vorhanden
- Parallel: Mehrere Ereignisse können pro Zeitpunkt gleichzeitig vorhanden sein.

Serielle Ereignisse können in Bezug zum Auftreten in drei Gruppen unterschieden werden:

- Singuläre Ereignisse

Es besteht kein Zusammenhang zwischen Anfangszeit des Ereignisses und Zeitdauer des vorher aufgezeichneten Ereignisses und kein Zusammenhang zwischen Zeitdauer des Ereignisses und Anfangszeit des nachfolgend aufzuzeichnenden Ereignisses. Ein Sonderfall singuläre Ereignisse sind Ereignisse mit Zeitdauer = 0 oder Ereignisse, bei denen nur das Auftreten und nicht die Dauer von Interesse ist (vgl. vorheriges Beispiel „Anästhesie“).

- Sequentielle Ereignisse
Es bestehen zwischen aufeinander folgend aufgezeichneten Ereignissen bekannte oder modellhafte Zusammenhänge zwischen ihren Zeiten. In der Regel ist dieser Zusammenhang wie folgt: Die Anfangszeit eines Ereignisses ist gleich dem Endpunkt der Zeitdauer des vorher aufgezeichneten. Die Ereignisse wechseln sich in dieser Modellvorstellung ohne zeitlichen Unterbruch direkt ab.
- Singuläre und zeitlich zusammenhängende Ereignisse
Eine Mischung der beiden oben genannten Formen.

Aus dieser Unterscheidung folgt: Mit einer Eingabesyntax für serielle Ereignisse muss ein Erkennungszeichen (Symbol) für jedes Ereignis, einen Zeitpunkt, und gegebenenfalls ein weiterer Zeitpunkt formuliert werden. Die Forderung nach möglichst schneller Interaktion mit dem Computergerät verbietet lange Formulierungen. Die einzige Reduktion entsteht, wenn das Symbol des Ereignisses mit einem Zeitpunkt gleichgesetzt wird. Es bestehen dann mögliche Kurzformen der Eingabe wie folgt:

Start-Ende	Für ein singuläres Ereignis wird je ein Symbol zu Beginn des Ereignisses und je ein Symbol am Ende des Ereignisses angetippt. Entweder das Startsymbol oder das Endesymbol können für alle Ereignisse dasselbe Symbol sein.
Zeitmarke	Der Sonderfall eines singulären Ereignisses mit Zeitdauer = 0 kann am kürzesten mit dem Antippen eines Symbols formuliert werden.
Start-Start, Ende-Ende	Zeitlich zusammenhängende Ereignisse können entweder nur durch Antippen von Symbolen für ihren Beginn oder nur durch Antippen von Symbolen für ihr Ende formuliert werden. Die jeweils fehlenden Zeitpunkte ergeben sich aus dem bekannten Zusammenhang. Entweder für das letzte oder das erste Ereignis kann aufgrund dieser Syntax keine Zeitdauer angegeben werden.

Parallele Ereignisse können unterschieden werden in:

- Konstante Parallelität
Zwei oder mehrere serielle Folgen von zeitlich zusammenhängenden Ereignissen verlaufen ständig parallel. Zu jedem Zeitpunkt existiert eine konstante Zahl paralleler Ereignisse. Typisches Beispiel ist die gleichzeitige Erfassung von Körperhaltungen und Tätigkeiten, oder von Arbeitsorten und Tätigkeiten.
- Stochastische Parallelität
Zufällig treten Ereignisse parallel zu anderen Ereignissen auf. Typische Beispiele hierfür sind Mehrfachtätigkeiten einer Person, verteilte Tätigkeiten durch Teamarbeit an einem Objekt, oder zufällig wirkende Störgrößen.

Da dem Beobachter immer eine bestimmte Menge von N Ereignissen (Kategoriensystem) bekannt ist, sind die möglichen Kombinationen für 2,3,...,N parallele Ereignisse abzählbar.

Damit kann für jede Kombination ein eigenes Symbol gestaltet werden. Die hohe Zahl an Kombinationen und die Unmöglichkeit sich diese (und ihre Redundanzen durch Permutation der Reihenfolge) einprägen zu können, widersprechen jedoch einer Verwendung solcher Symbole. Eine Eingabesyntax ist daher auf die Form einer Aufzählung einzelner Symbole angewiesen. Mögliche Formen hierfür sind:

- Zweikanal** Der Beobachter/Benutzer zeichnet bei jedem Ereigniswechsel alle parallelen Ereignisse auf. Es werden also ständig beide parallelen Kanäle (z.B. Orte und Tätigkeiten, oder Personen und Tätigkeiten) aktualisiert, auch wenn nur auf einem Kanal eine Änderung auftritt. Die vom Benutzer vergebenen Benennungen der Ereignisse eines Kanals (z.B. Orte) müssen ein gemeinsames Erkennungszeichen besitzen, beispielsweise mit einem „*“ beginnen.
- Paketweise** Der Beobachter/Benutzer beobachtet und entscheidet, welche Ereignisse im Moment zeitlich parallel auftreten und tippt die entsprechenden Symbole dieser Tätigkeiten an. Diese Aufzählung schliesst er durch das Antippen eines speziellen Symbols ab. Ändert sich nun eine oder mehrere der laufenden Tätigkeiten, beginnt der Benutzer wiederum alle noch verbleibenden und auch neu hinzugekommenen Tätigkeiten durch Antippen ihrer Symbole aufzuzählen, und schliesst dieses Paket an Tätigkeiten wieder durch das Antippen des speziellen Symbols ab. Somit entsteht eine Ereignis-Zeit-Liste mit Paketen, getrennt durch das spezielle Symbol. Fehlen Ereignisse in einem Paket, die im vorherigen Paket noch enthalten waren, so bedeutet dies, dass diese Ereignisse beendet sind. Alle Ereignisse eines Paketes starten mit dem Zeitpunkt des zuerst angetippten Symbols.
- Postfix** Der Beobachter/Benutzer will nur jeweils ein zufälliges paralleles Ereignis berücksichtigen. Wenn eine Tätigkeit beginnt, so tippt er auf das entsprechende Symbol. Wenn zusätzlich ein paralleles Ereignis beginnt, so tippt er auf das dazugehörige Symbol dieses Ereignisses und danach auf ein spezielles Symbol. Endet eine der beiden parallel verlaufenden Ereignisse, muss der Benutzer das bestehen gebliebene Ereignis oder das neue Ereignis oder die zwei neuen, parallelen Ereignisse neu registrieren. Später kann so rekonstruiert werden, an welchen Stellen in der Ereignis-Zeit-Liste welche Ereignisse zu welchem Zeitpunkt parallel verlaufen.

Bei der postfixen Eingabe muss der Beobachter nur im Fall der Parallelität ein zusätzliches Symbol antippen. Diese Eingabesyntax eignet sich daher für vereinzelt auftretende parallele Ereignisse. Dagegen ist die paketweise Eingabe auf viele mögliche parallele Ereignisse ausgerichtet. Hier muss der Beobachter ständig ein zusätzliches Symbol antippen.

Abb. 28 zeigt zusammengefasst die Überlegungen zur Eingabesyntax, mit der Gliederung der Ereignisse, einem beispielhaften Zeitverlauf, die anzutippende Symbolfolge und den Syntaxnamen.

Gliederung	Zeitverlauf	Symbolfolge	Syntaxname
Ereignisse / seriell / singulär / konstant / parallel / stochastisch		A Ende #B C Ende	Start-Ende Zeitmarke
		A B C	Start-Start
		*Y A *Y B *Z C	Zweikanal
		A B Y "doppelt" B C	Postfix
		A "alles" A Y "alles" B Y "alles" B Y V "alles" B V "alles"	Paketweise

Abb. 28 Ereignisse und ihre Eingabetechniken mit dem Verfahren FIT-System.

Der Benutzer muss die speziellen Symbole seiner Eingabesyntax wie „alles“, „doppelt“ oder die Präfix-Zeichen wie „#“ und „*“ erst in der Signatur der Eingabepunkte am PC bezeichnen. Andere als die in Abb. 28 aufgezeigten Möglichkeiten der Eingabesyntax erfordern als Gegenleistung für die freie Wahl eine Transformation der Daten auf diese vier Grundformen.

Beispiel: Intensivstation

Ziel dieser Aufzeichnung und Analyse soll eine detaillierte Beschreibung des Arbeitsablaufes während der Pflęgetätigkeiten am Patientenbettplatz sein. Dabei sollen Häufigkeiten, Zeitdauern, und die zeitlichen Ablaufstrukturen der Tätigkeiten, Wege und des Aufenthaltes an bestimmten Arbeitsorten erfasst werden. Abb. 29 gibt einen Eindruck der Situation am Patientenbettplatz der Intensivstation.

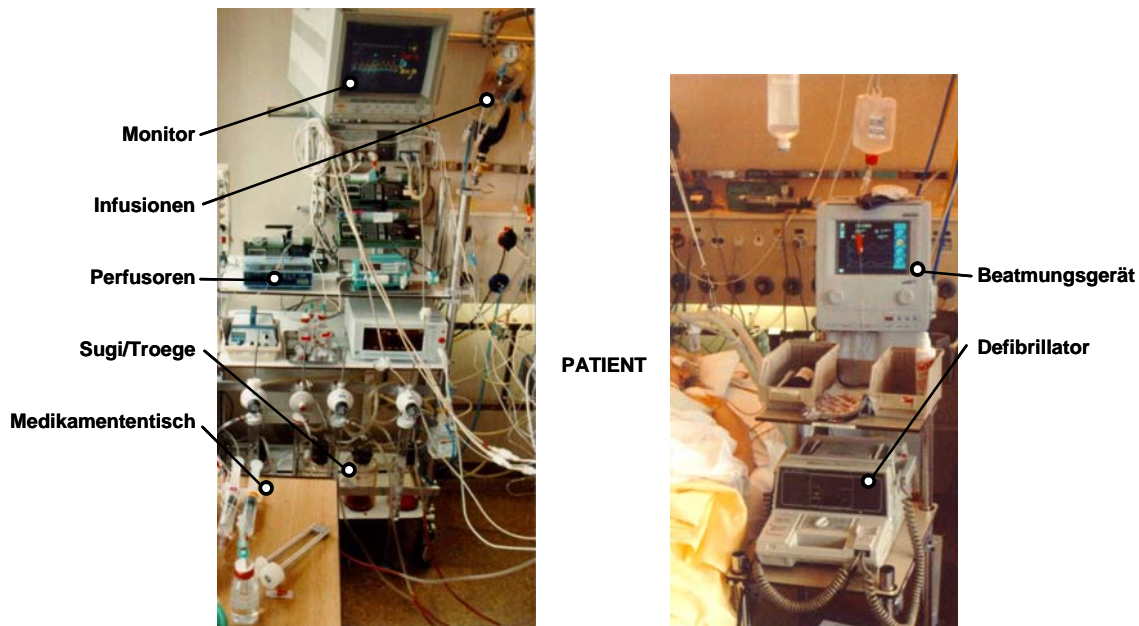


Abb. 29 Linke und rechte Seite eines Patientenbettplatzes der Intensivstation mit Anordnung einiger Arbeitsmittel.

Schritt 1 und 2: Ereignisse, Eingabesyntax und Interfaceelemente

Die Ereignisse sind Tätigkeiten und Wege der Pflegefachperson. Die gewählte Syntax ist die Aufzeichnung der Aufenthaltsorte und Tätigkeiten durch eine Mehrkanal-Eingabe. Gewählt wird die ständige Aktualisierung der Kanäle. Dies erfordert bei jeder erkannten Änderung das Antippen von Symbolen für den Aufenthaltsort und Tätigkeitssymbolen. Das Beobachten ist damit durch die ständige Doppelfrage gelenkt: Wo steht die Pflegeperson, was macht sie dort? Dabei wird eine Aufenthaltszone dann angetippt, wenn eine Tätigkeit in dieser Zone beginnt und sofort danach wird das Symbol dieser Tätigkeit angetippt. Tritt eine Tätigkeit auf, für die kein eigenes Symbol besteht, so wird das Symbol „Sonstiges“ angetippt. Weiterhin entscheidet sich der Benutzer jeweils nur den Anfang eines Ereignisses durch das Antippen des entsprechenden Symbols zu erfassen (Start-Start Syntax).

Die Schablone wurde vom Beobachter in Bezug zum beobachteten Arbeitsplatz des Patientenbettes gestaltet. Am Arbeitsplatz war durch die dort verlegten Bodenfliesen mit schwarzen Trennfugen ein Raster erkennbar. Dieses Raster und die Umrandung des Patientenbettes wurden vom Benutzer in der Schablone abgebildet. Für die einzelnen Tätigkeiten in Zusammenhang mit den Geräten wurde die Unterscheidung der Ereignisse zwischen „manuell“ und „beobachten“ gewählt (Abb. 30).

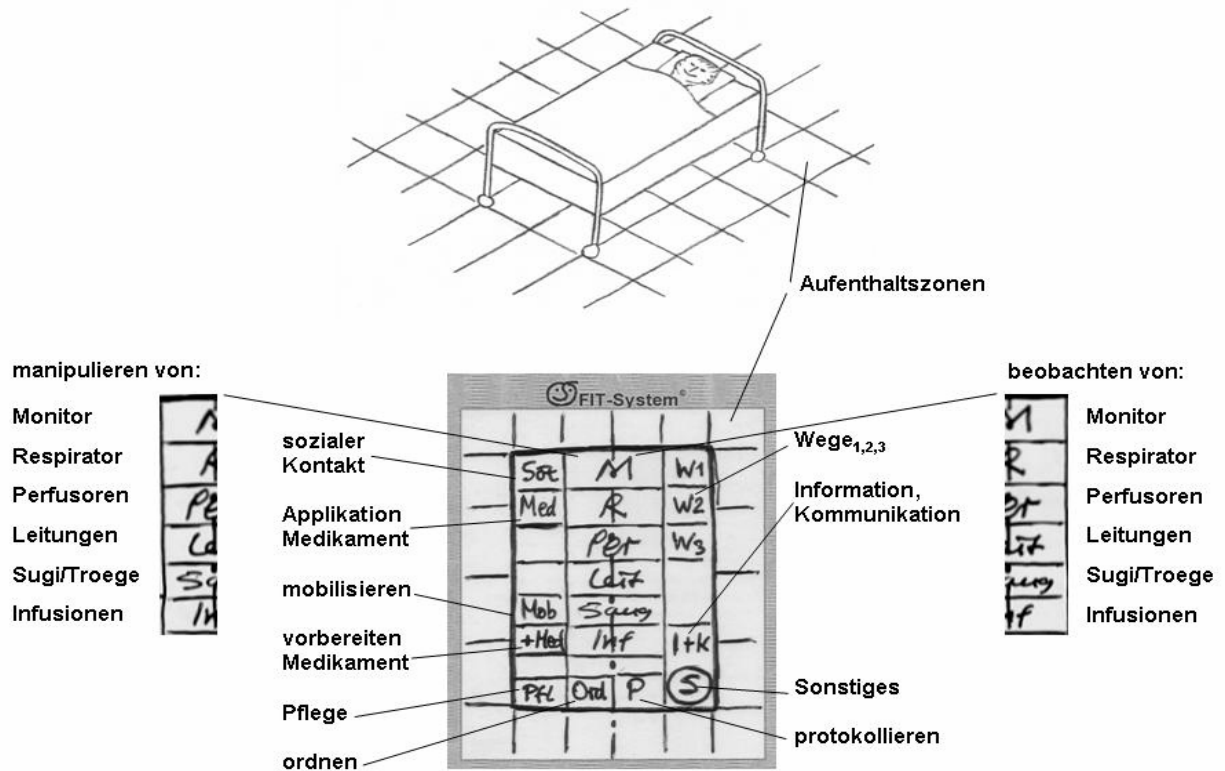


Abb. 30 Schablone (Gestaltung: J. Held) für die Aufzeichnung von Tätigkeiten, Aufenthaltsorten und Wegen in der Ausführung von Aufgaben des intensivmedizinischen Pflegedienstes.

Schritt 3: Aufzeichnung der Ereignisse

Die Aufzeichnung soll während einer halben Arbeitsschicht (4 Stunden) an einem Patienten mit hohem Pflegeaufwand erfolgen. Für die untersuchte Station stellen solche Patienten den Normalfall dar. Die Pflegefachperson soll eine durchschnittliche Berufserfahrung besitzen. Das tragbare Computergerät zeigt dem Benutzer die laufende Nummer seiner Eingaben an. Wenn genügend Zeit besteht, kann diese Nummer als Referenz für handschriftliche Kommentare dienen. Beispielsweise um die Ziele unterschiedlicher Laufwege zu notieren. Der Stift für diese Notizen kann ein einfacher Kugelschreiber sein, der dann ausgeschaltet gleichzeitig zum Antippen des Geräteinterfaces dient (Abb. 31).

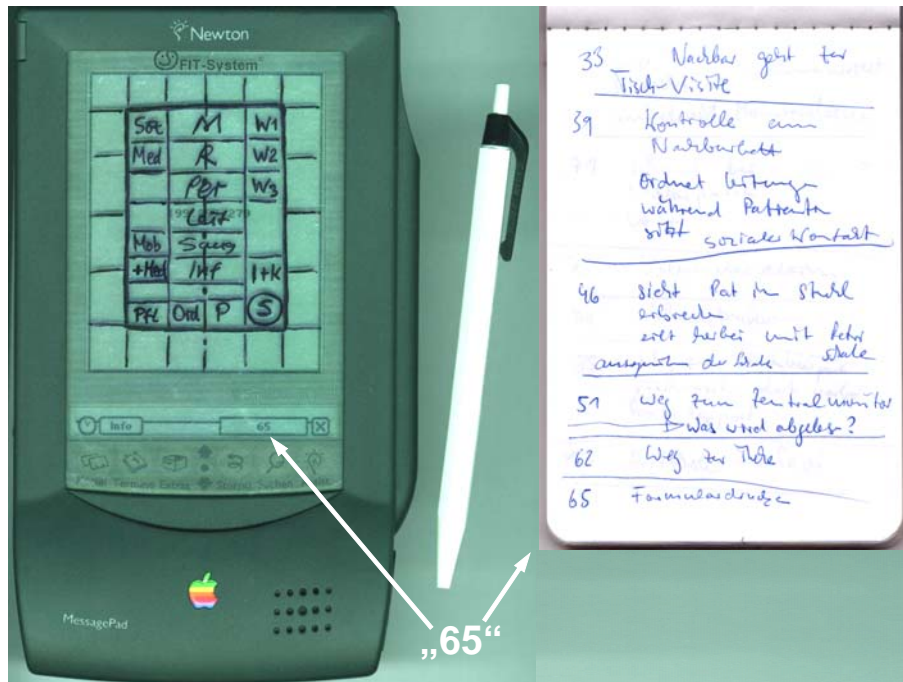


Abb. 31 Computergerät mit aufgesetzter Schablone und Statuszeile des Displays mit Ereignisnummer. Beispiel einer handschriftlichen Notiz mit Referenz zur Ereignisnummer. Der Stift dient sowohl für das Computergerät, als auch für den Notizblock als Instrument der Eingabe.

Schritt 4: Transferieren zum PC und Signatur

Am Ausdruck der vollständigen Maske wird deutlich, dass der Benutzer bei der Benennung der Aufenthaltszonen gegenüber der Schablone eine Zusammenfassung von mehreren Zonen gewählt hat. Zusätzlich sind die Aufenthaltszonen von ihm mit einem Präfixzeichen „*“ gekennzeichnet worden (Abb. 32).

25		26			
27	1	6	19	20	31
	2	7	18	21	
28		8	17	22	33
		9	16		
29	3	10	15		
	4	11	14		
				23	32
	5	12	13	24	
		30			34

- 1 sozialer Kontakt
- 2 Applikation Medikament
- 3 mobilisieren
- 4 vorbereiten Medikament
- 5 Pflege
- 6 manipulieren Monitor
- 7 manipulieren Respirator
- 8 manipulieren Perfusor
- 9 manipulieren Leitungen
- 10 manipulieren Sugi/Troege
- 11 manipulieren Infusionen
- 12 ordnen
- 13 protokollieren
- 14 beobachten Infusionen
- 15 beobachten Sugi/Troege
- 16 beobachten Leitungen
- 17 beobachten Perfusor
- 18 beobachten Respirator
- 19 beobachten Monitor
- 20 Weg 1
- 21 Weg 2
- 22 Weg 3
- 23 Information/Kommunikation
- 24 Sonstiges
- 25 *hinter-Kopfende-links
- 26 *hinter-Kopfende-rechts
- 27 *Kopfende-links
- 28 *Mitte-links
- 29 *Fussende-links
- 30 *am Protokolltisch
- 31 *Kopfende-rechts
- 32 *Fussende-rechts
- 33 *Mitte-rechts
- 34 *Ecke-rechts

Abb. 32 Ausdruck der Signatur aller Eingabefelder durch eine Maske von geschlossenen Polygonzügen.

Schritt 5: Berechnungen

Für Mehrkanal-Aufzeichnungen transformiert das Softwaremodul die Ereignis-Zeit-Liste in eine Ereignis-Zeit-Matrix. Ein direktes Abbild davon ist das Strukturdiagramm (Abb. 33).

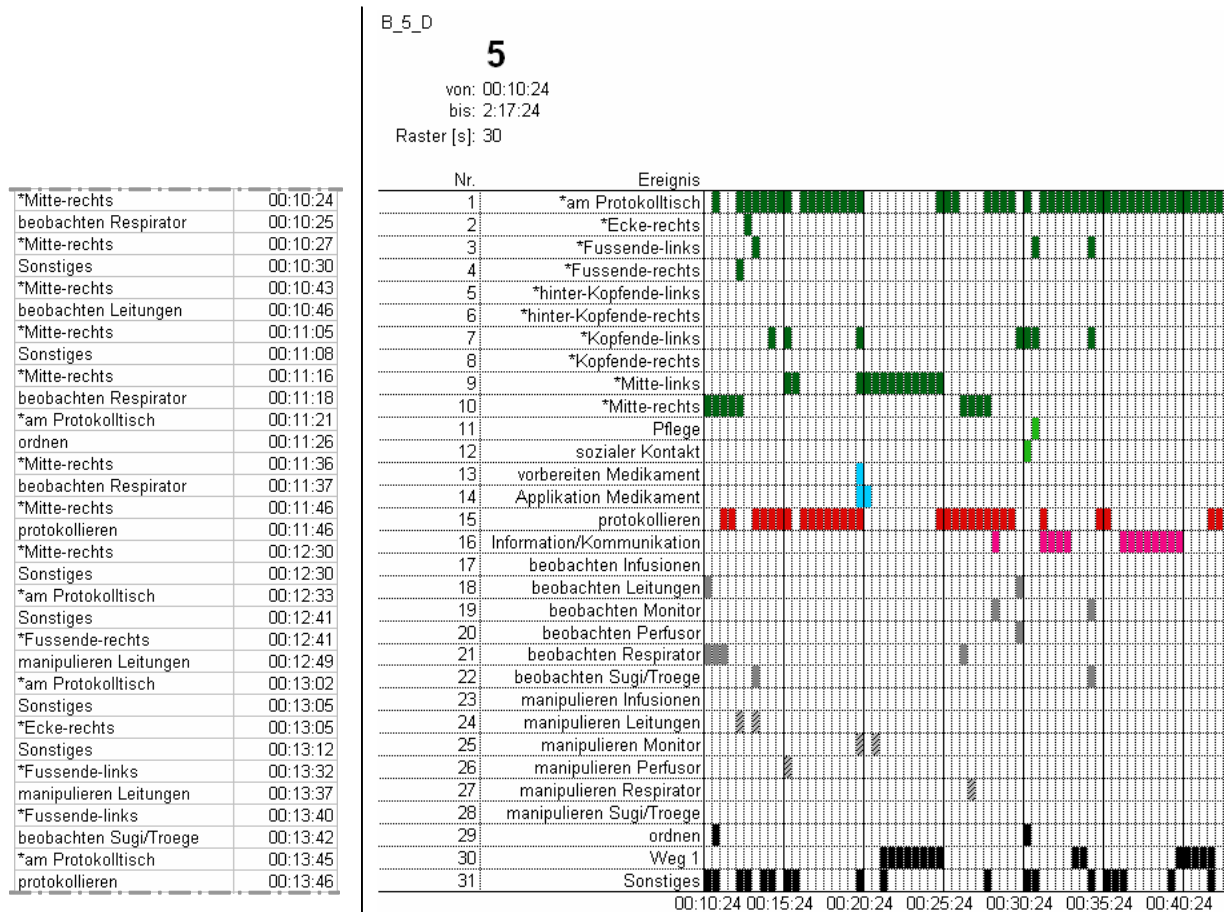


Abb. 33 Ereignis-Zeit-Liste und Strukturdiagramm der Orte und Tätigkeiten (Ausschnitt, Rasterweite entspricht 30 Sekunden). Die Zellen der Tabellenkalkulation werden hierfür als „Pixel“ einer Anzeigefläche verwendet. Der Benutzer kann die Skalierung der Zeitachse bis zur Rasterweite von einer Sekunde auflösen.

2.3.2 Interfacebeispiele

Ziel der ersten drei Beispiele ist es, Interfacegestaltungen bei Pflegetätigkeiten und verschiedenen Untersuchungsfragen und Situationen vor Ort zu zeigen.

Im Anschluss daran wird mit Abb. 37 auf S.55 ein Beispiel von vier Schablonen jeweils für die Aufzeichnung von Teamarbeit im OP-Saal dargestellt. Ziel dieses Beispiels ist es, mögliche Unterschiede in der Interfacegestaltung durch verschiedene Autoren bei gleicher Aufgabenstellung zu zeigen.

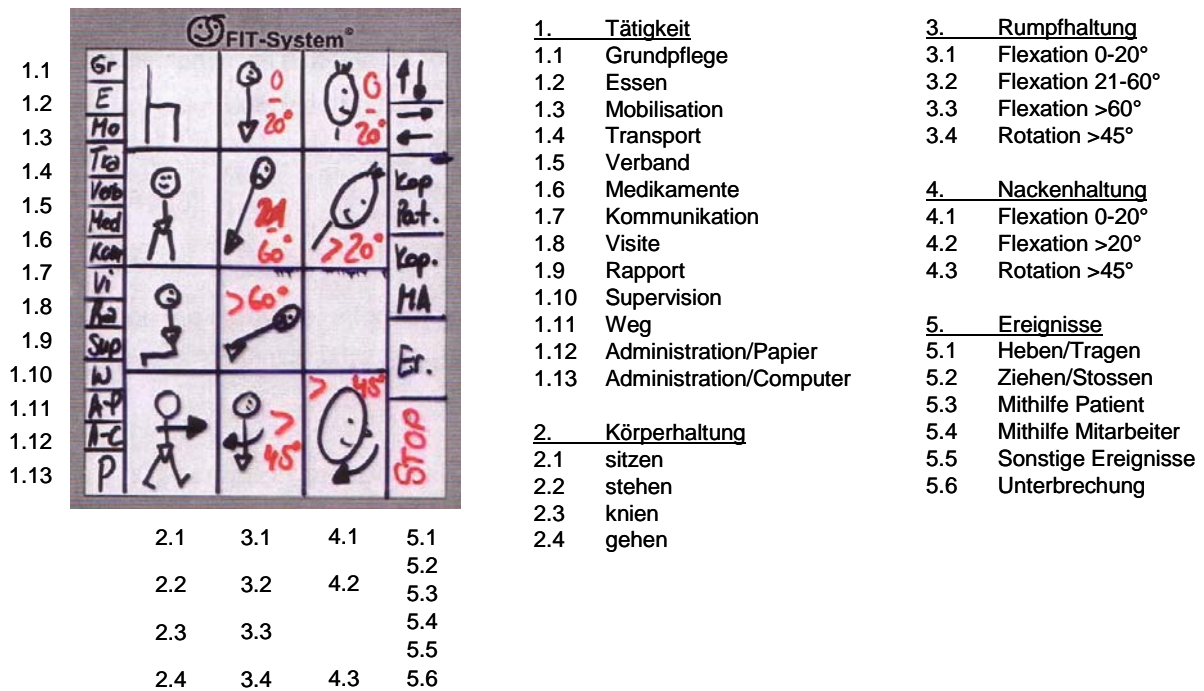


Abb. 34 Schablone und Kategorien der Aufzeichnung von Pflegetätigkeiten in verschiedenen Pflege- und Behandlungsabteilungen.

Beobachtung: Pflegetätigkeiten parallel zu Körper-, Rumpf-, Nackenhaltungen.

Ziel: Ermittlung typischer Risikofaktoren für Rückenbeschwerden.

Autorin: Spillmann (2003). Beitrag zum EU-Projekt NEW im 5. Rahmenprogramm: „The ageing population and disabilities“, gleichzeitig auch: Diplomarbeit MSc Health Ergonomics, University of Surrey.

Interface: 30 Ereignisse. Gestaltung: S. Spillmann.

Umfang: 9 Abläufe bei unterschiedlichen Pflegefachpersonen jeweils 4 Stunden. 2 Vorversuche (90 Min. und 4h).

Syntax: Modifizierte Zweikanal-Eingabe (2x2 Kanäle für Kategorien 1 bis 4) und Einsatz von Zeitmarken (Kategorie 5).

Besonderes: Die Ereignisse „Heben/Tragen“, „Ziehen/Stossen“, also schwere körperliche Arbeiten mit dem Patienten, traten entgegen aller Erwartungen in 36 Stunden der Aufzeichnung nur dreimal auf. Dagegen zeigten sich Risiken durch ungünstige Rumpf- und Nackenhaltung bei Grundpflege, Verband und insbesondere bei Administration.

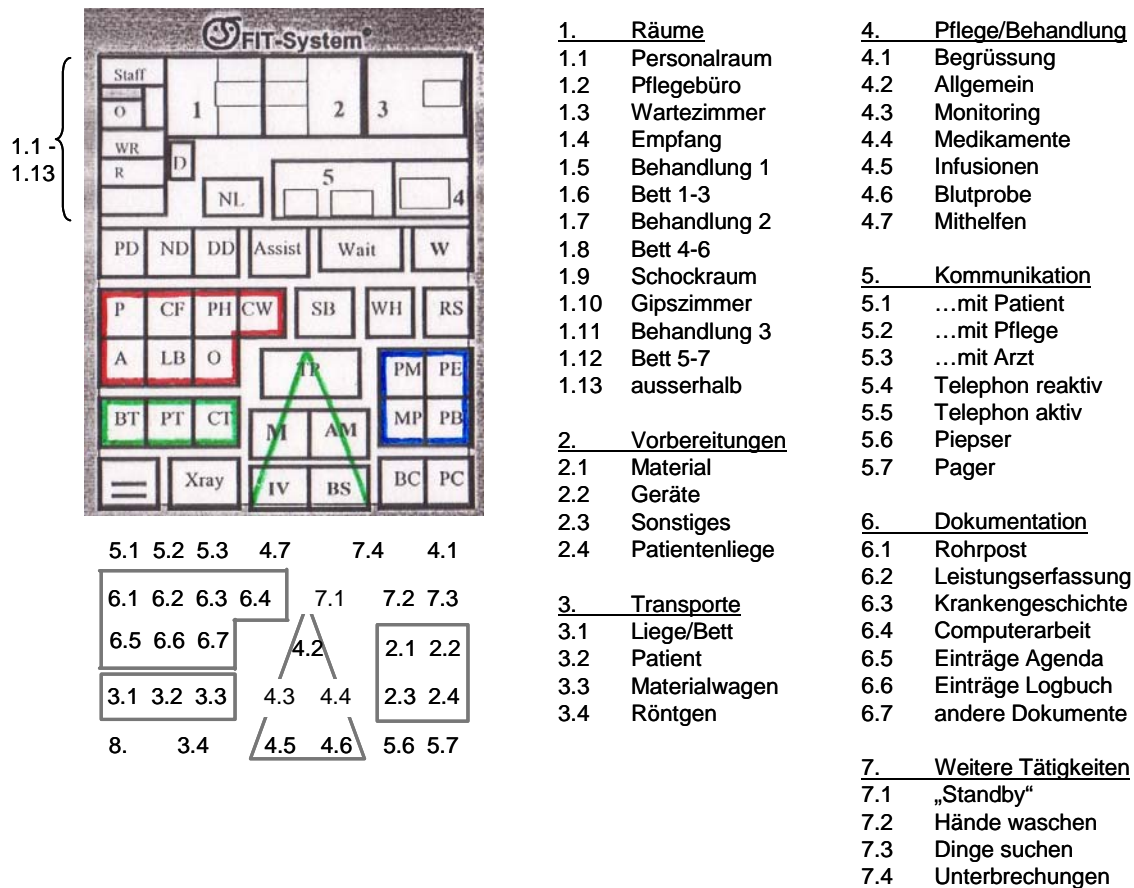


Abb. 35 Schablone und Kategorien der Aufzeichnung von Pflegetätigkeiten in einer Notfallstation. Erläuterung Symbol Nr. 8: siehe Text.

Beobachtung: Pflegetätigkeiten parallel zu Arbeitsorten in einer Notfallstation.

Ziele: Beschreibung von Normal- und Hochbetrieb der Station als Grundlage für die Einsatzplanung von Informationssystemen, für eine Anpassung der Einrichtung, und für den zukünftigen Neubau der Station.

Autoren: K. Riopelle und J. Held.

Interface: 46 Ereignisse, 1 spezielles Symbol.

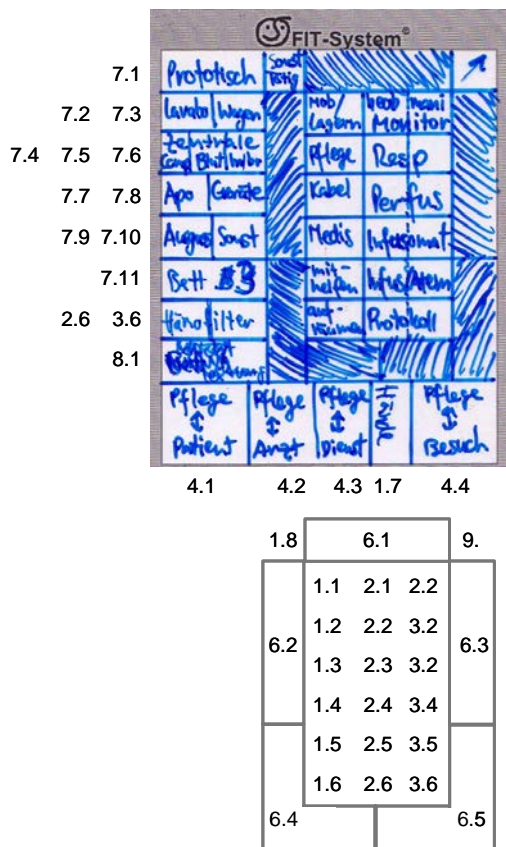
Gestaltung im Team durch: K. Riopelle, F. Ritter, V. Speerli, J. Held.

Oberes Drittel der Schablone entspricht dem Stationslayout (Grundriss).

Symbolabkürzungen nach englischen Ereignisnamen.

Umfang: 4 Ganzschichtbeobachtungen bei unterschiedlichen Pflegefachpersonen.
2 Vorversuche (3,5h, 5h).

Syntax: Zweikanal-Eingabe kombiniert mit Postfix-Paralleleingabe (Symbol-Nr. 8).



1. Tätigkeiten
 - 1.1 Mobilisieren/Lagern
 - 1.2 Pflege
 - 1.3 Kabel/Schläuche
 - 1.4 Medikamente
 - 1.5 Mithelfen
 - 1.6 Aufräumen
 - 1.7 Hände desinfizieren
 - 1.8 Sonstiges
2. Beobachten
 - 2.1 Monitor
 - 2.2 Respirator
 - 2.3 Perfusoren
 - 2.4 Infusomat
 - 2.5 Infusionen/Atembeutel
 - 2.6 Hämofilter
3. Manipulieren
 - 3.1 Monitor
 - 3.2 Respirator
 - 3.3 Perfusoren
 - 3.4 Infusomat
 - 3.5 Infusionen/Atembeutel
 - 3.6 Hämofilter
4. Kommunikation
 - 4.1 Pflege < > Patient
 - 4.2 Pflege < > Arzt
 - 4.3 Pflege < > Dienste
 - 4.4 Pflege < > Besuch
5. Dokumentation
 - 5.1 Ablesen Dokumente
 - 5.2 Manipulieren/Schreiben
6. Aufenthaltszonen am Bett
 - 6.1 Kopfende
 - 6.2 oben rechts
 - 6.3 oben links
 - 6.4 Fussende rechts
 - 6.5 Fussende links
7. Wegziele
 - 7.1 Protokolltisch
 - 7.2 Lavabo
 - 7.3 Materialwagen
 - 7.4 Zentrale - PC/Telemetrie
 - 7.5 Zentrale - Blutgasanalyse
 - 7.6 Zentrale - holen/bringen
 - 7.7 Apotheke
 - 7.8 Geräteraum
 - 7.9 Ausguss
 - 7.10 Sonstwo
 - 7.11 anderer Patient
8. Schichtleitung
 - 8.1 Tätigkeit/Weg

Abb. 36 Intensivstation: Schablone und Kategorien der Aufzeichnung der Pflergetätigkeiten am Patientenbettplatz. Erläuterung Symbol Nr. 9: siehe Text.

- Beobachtung: Pflergetätigkeiten parallel zu Arbeitsorten und Wegen auf einer Intensivstation.
- Ziele: Beschreibung des Normalbetriebes zur Nachkontrolle der Neugestaltung des Systems, und zum Vergleich mit früheren Stichproben und Studien.
- Autoren: R. Labruyére und J. Held.
- Interface: 43 Ereignisse, 1 Spezielles Symbol (Nr. 9). Gestaltung: R. Labruyére.
- Umfang: 5 Ganzschichtbeobachtungen bei unterschiedlichen Pflergefachpersonen.
2 Vorversuche (3,5h, 5h).
- Syntax: Zweikanal-Eingabe mit Tätigkeits-Ende Symbol (Nr. 9, rechts oben).

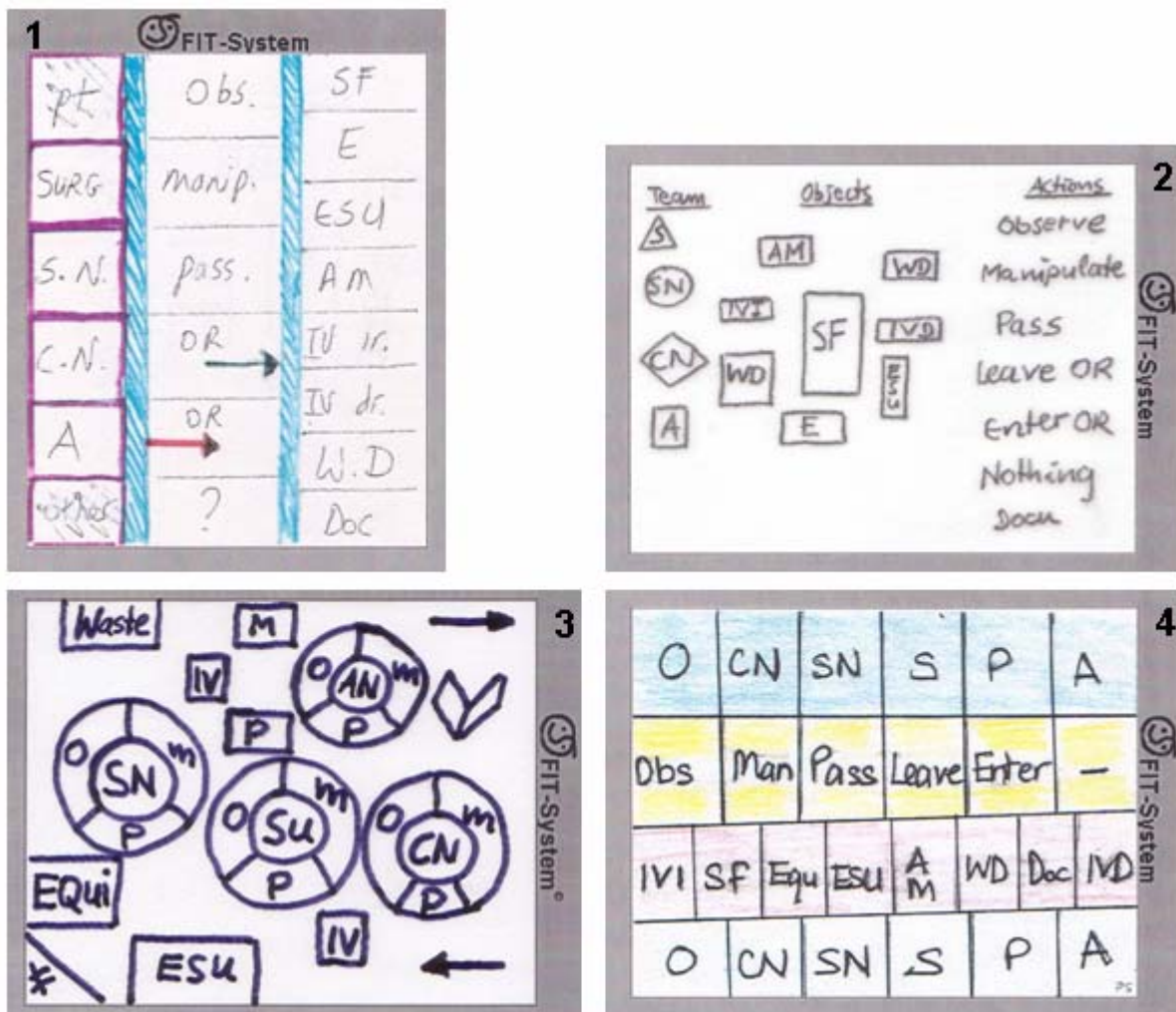


Abb. 37 Teamarbeit im OP-Saal: 4 Schablonen unterschiedlicher Gestalter/Beobachter bei vorgegebenen Kategoriensystem.

Beobachtung: Tätigkeiten während eines operativen Eingriffs im Team von: Chirurg, Instrumentier-Schwester, Springerin, Anästhesist, und Medizinstudenten.

Ziel: Untersuchung der Interfacegestaltung mit dem FIT-System durch unterschiedliche Autoren bei gleicher Beobachtungsaufgabe.

Autorin: Judson (1999). Diplomarbeit University of Birmingham.

Vorgaben: Videoaufzeichnung des operativen Eingriffs (105 Minuten Dauer). Kategoriensystem mit 5 Team-Mitglieder, 8 Tätigkeiten und 6 Arbeitsmitteln.

Interfaces: Probanden gestalteten ihre Schablonen alleine aufgrund des vorgegebenen Kategoriensystems und der Videoaufzeichnung. Englische Bezeichnungen: surgeon, scrub nurse, circulator nurse, anesthetist, other; observe, manipulate, pass, leaving the OR, entering the OR, waste disposal, documentation, nothing; surgical field, equipment, ESU (electrosurgical unit), anesthesia monitor, IV irrigation, IV drip.

Syntax: Zweikanal-Eingabe: Team-Mitglieder und Kombination Tätigkeit/Arbeitsmittel.

2.3.3 Gütekriterien

Überlegungen zur Objektivität, Zuverlässigkeit und Gültigkeit von Daten aus Verfahren der Beobachtung unterliegen den bekannten Diskussionen, wie sie z.B. von Greve und Wentura (1997), Bakeman und Gottman (1997), sowie im Vergleich zwischen quantitativen und qualitativen Methoden von Lamnek (2005) geführt werden. Objektivität bedeutet, dass unterschiedliche Beobachter in der Aufzeichnung von Arbeitsabläufen bei sonst gleichen Bedingungen zu demselben Resultat gelangen. Die Objektivität kann allerdings keine Auskunft über die Zuverlässigkeit im Sinn der Stabilität der Methode geben. Es muss also auch nachgewiesen werden, dass die Beobachtung im gesamten Untersuchungszeitraum nur solchen Schwankungen unterliegt, die sich aus den jeweiligen Untersuchungsbedingungen erklären. Wären diese Bedingungen aber immer gleich, so dürfte die wiederholte Anwendung einer zuverlässigen Methode keine Schwankungen (Varianz der Messfehler) in ihren Resultaten zeigen. Da die Methode der direkten Beobachtung von Arbeitsabläufen keine identische Wiederholung zulässt, muss für die Objektivität und Zuverlässigkeit auf folgende Überprüfungen ausgewichen werden:

- a) Es werden gleichzeitig mehrere Beobachter eingesetzt, die nach dem gleichen Kategoriensystem und mit dem gleichen Aufzeichnungsverfahren arbeiten. Die dabei ermittelte Beobachterübereinstimmung ist ein Mass für die inter-individuelle Zuverlässigkeit, die häufig zur Begründung der Objektivität herangezogen wird.
- b) Ein Beobachter, von dem bekannt ist, dass er mit seiner Beobachtungs- und Aufzeichnungsmethode zuverlässige Resultate erzielt, dient als Referenz. Ein weiterer Beobachter kann nun im Einsatz auf Genauigkeit geprüft werden, indem im Untersuchungszeitraum Doppelbeobachtungen mit dem Referenzbeobachter durchgeführt und verglichen werden. Mittels Wiederholung dieses Verfahrens kann die intra-individuelle Zuverlässigkeit des Testbeobachters überprüft werden.
- c) Eine Videoaufnahme eines typischen Arbeitsablaufes dient als Referenz. Mit ihr wird im Untersuchungszeitraum mehrmals die direkte Beobachtung simuliert und die Aufzeichnungsergebnisse zeigen im Vergleich mit der Referenz die Genauigkeit und Stabilität der Beobachtungs- und Aufzeichnungsmethode für einen Beobachter, oder dessen intra-individuelle Zuverlässigkeit.

Zwei Beispiele hierfür sind:

- In einer anspruchsvollen Beobachtungsaufgabe zur Erfassung und Aufzeichnung von parallel auftretenden Ereignissen mit dem FIT-System und mit der Syntax der paketweisen Eingabe (vgl. Abb. 28 S.47) führte Manser (2002) eine Überprüfung der Objektivität nach dem Verfahren (a) aus. Ihr Kategoriensystem umfasste 41 Ereignisse im Zusammenhang mit den Tätigkeiten eines Anästhesiearztes während eines operativen Eingriffes. Die Symbole waren auf der Schablone nach Art der Tätigkeiten (z.B.: beobachten, manipulieren, Kommunikation) gruppiert. Die Überprüfung ergab eine gute Übereinstimmung (Cohen's Kappa: 0,68) der beiden Beobachter.

- Riopelle (2002) prüfte nach dem Verfahren (c). Sein Ziel war, die Patientenvorbereitung als Teamarbeit (Anästhesieärzte, -assistenzärzte, Pflegedienst, Medizinstudenten) in einer OP-Abteilung mit hoher Detaillierung zu beschreiben. Er beobachtete hierfür 17 Teams und führte dabei Aufzeichnungen mit dem FIT-System durch. Sein Kategoriensystem umfasste 57 Tätigkeiten, maximal 8 verschiedene Arbeitspersonen und weitere 5 Ereignisse. Die Symbole für die Tätigkeiten waren nach ihrer typischen Abfolge im Arbeitsablauf gruppiert. Die 17 Beobachtungsabschnitte wiesen im Mittel eine Dauer von 30 Minuten auf. Zur Überprüfung der intra-individuellen Zuverlässigkeit wurde eine Videoaufnahme von 11 Minuten Dauer angefertigt und später im Untersuchungszeitraum viermal wiederholt die Ereignisse durch Betrachtung der Videoaufnahme aufgezeichnet. Der Vergleich mit der Referenz zeigte für die Zeitdauern der Tätigkeiten je Arbeitsperson des Teams eine Übereinstimmung von 86-91% und für die Häufigkeiten von 86-91%.

Schliesslich ist die Zuverlässigkeit notwendige Bedingung der Gültigkeit. Deren Frage ist, ob der Beobachter mit seinem Aufzeichnungsverfahren tatsächlich die Ereignisse erfasst, die von ihm erfasst werden sollen. Wenn im Beispiel Abb. 24 S.42 der Anästhesiearzt sich nach oben zum Monitor ausrichtet, dann muss geklärt werden, ob dies tatsächlich die Ausrichtung zum Monitor ist. Nicht gültige Daten würden entstehen, wenn z.B. ein Anteil dieser Ausrichtungen überhaupt nicht dem Monitor, sondern dem darunter befestigten Messgerät für das Atemgas gelten würde.

Die Schwierigkeiten in der Überprüfung der Gütekriterien sollen hier kurz angeführt werden:

- Beobachterübereinstimmung in einer Doppelbeobachtung: Beide Beobachter arbeiten zufällig gleich fehlerhaft und dies ist selbstverständlich weniger zufällig, wenn der eine Beobachter den anderen vorher eingeschult und trainiert hat.
- Wiederholte Überprüfungen mit einem zuverlässigen Beobachter als Referenz in Doppelbeobachtungen: Es besteht die genannte Möglichkeit der synchronen Fehler und es stellt sich die Frage, warum der zuverlässige Beobachter nicht die Datenerhebung alleine durchführt.
- Überprüfungen mittels Videoaufnahmen: Die Reduktion der Wirklichkeit und das Lernen des Beobachters bei Wiederholungen der Überprüfung sind Fehlerquellen.

Letztlich sind bei Beobachtungen alle Versuche der Überprüfung nur näherungsweise von Beweiskraft und bedeuten dabei hohe Aufwendungen. Zur Objektivität und Zuverlässigkeit sind daher präventive Massnahmen zur Reduktion möglicher Fehlerquellen von Bedeutung. Diese können aus bekannten Zusammenhängen und den Erfahrungen im Einsatz des FIT-Systems wie folgt abgeleitet werden:

- P1 Das Kategoriensystem muss Ereignisse umfassen, für die eindeutige Messpunkte einfach wahrnehmbar sind, und die Merkmale von Beginn oder Ende bedeuten.
- P2 Die Bedeutung der Ereignisse und die Wahl der Messpunkte müssen auf ihre Richtigkeit untersucht werden. Diese Abklärung muss durch Beteiligung der zu beobachtenden Personen erfolgen.
- P3 Die Entwicklung des Kategoriensystems sollte durch den späteren Beobachter selbst erfolgen. Sie sollte mit der Entwicklung der Eingabeschablone für das FIT-System gekoppelt werden, und durch Prototyping der Beobachtung direkt vor Ort erfolgen.
- P4 Das Kategoriensystem ist im Zweifelsfall feiner als nötig aufzulösen. Subjektive Rückmeldungen von Beobachtern zeigen, dass man durch eine feinere Auflösung in seiner Aufmerksamkeit gestützt werden kann. Entsprechende Aussagen sind: „näher dran zu sein“, „besser mitverfolgen können“, oder „ständig á jour zu sein“. Eine spätere Subsumierung ist durch die Datenverarbeitung immer möglich.
- P5 Die Eingabesyntax und die Gestaltung der Eingabeschablone muss für alle Ereignisse eine gleiche, einfache und schnelle Eingabe gewährleisten.
- P6 Die Möglichkeit eines „Storno“-Symbols sollte genutzt werden, welches in der späteren Datenauswertung auf Fehleingaben in der Ereignis-Zeit-Liste verweist.
- P7 Der Beobachter sollte ausreichend durch Probeaufzeichnungen vor Ort im Arbeitssystem trainiert sein. Ein Teil dieses Trainings wird durch die Entwicklung des Kategoriensystems nach P1-P3 abgedeckt. Die Probeaufzeichnungen müssen auch den Datentransfer und möglichst die gesamte Datenauswertung umfassen.
- P8 Der Versuch, den Beobachter zu „klonen“, also das Anlernen und Einsetzen weiterer Beobachter, sollt wenn möglich vermieden werden.
- P9 Den beobachteten Personen sollte erklärt werden, was und wie der Beobachter mit seinem Aufzeichnungsgerät erfasst.
- P10 Ein Beobachter sollte nicht länger als vier Stunden kontinuierlich aufzeichnen.
- P11 In der Beobachtung und Aufzeichnung sollte die Möglichkeit von Notizen mit Referenz zu den erfassten Ereignissen gemäss Abb. 31 S.50 genutzt werden.
- P12 Die zu beobachtenden Situationen müssen nach der Untersuchungsfrage überlegt ausgewählt werden.
- P13 Es muss gewährleistet sein, dass der Beobachter die zu beobachtende Situation nicht beeinflusst. Der Beobachter sollte so wirken, als ob er nicht anwesend sei.

Durch die Lösung FIT-System bestehen in diesem Zusammenhang drei Besonderheiten:

1. Die duale Entwicklung oder gegenseitige Anpassung von Kategoriensystem und Schablone zur Aufzeichnung (Massnahme P3) in der probeweisen Aufzeichnung ist gegenüber bestehenden Empfehlungen neu, und erklärt sich durch die Innovation des FIT-Systems mit seinem direkten, nicht-computergestützten Prototyping. Ein eigenes Interface zu entwickeln und zu gestalten kann dabei als ein weitaus intensiverer Prozess aufgefasst werden, als ein Aufzeichnungsgerät zu konfigurieren. Dies gewinnt noch an Bedeutung, wenn das Untersuchungsziel die Beschreibung eines Arbeitsablaufes ist, und somit in der Entwicklung des Kategoriensystems das explorative Vorgehen gegenüber einem theoriegeleiteten überwiegt. Letztlich leistet das FIT-System das, was man als sinnvollen Umgang mit Systemanforderungen und Gestaltungsprinzipien bezeichnet (vgl. Breiing und Knosala 1997, S.28, Frieling und Sonntag 1999, S.334): Der Benutzer als Gestalter seines Aufzeichnungsverfahrens erhält keine verpflichtenden Vorgaben, sondern inventive und innovative Flexibilität.
2. Die Empfehlung, das Kategoriensystem feiner als nötig aufzulösen (P4) steht im Widerspruch zu Greve und Wentura (1997), die Gellert (1995) zitieren: „Je weniger Kategorien, je präziser definiert, (...) desto grösser wird die Reliabilität der Daten sein.“ (ebd., S.185). Auch Hacker (1995, S.113) empfiehlt ein möglichst einfaches Kategoriensystem. Dem stehen die Erfahrungen mit dem FIT-System und damit eingesetzten Systemen mit 30 bis 60 Ereignissen gegenüber. Doch ist hierbei zu beachten, dass der Gegenstand der Aufzeichnung Arbeitsabläufe sind, die trotz und vielleicht gerade aufgrund von Unschärfen gewisse, ritualisierte Sequenzen oder einfach logische Abfolgen aufweisen. Einem Beobachter kann es daher leichter fallen diese Sequenzen mit zu verfolgen, indem er einzelne Ereignisse darin registriert. Bakemann und Gottman (1997) stützen dies: „Dropping to a coding level more molecular than required for the question might seem to place additional burdens on the observers, but paradoxically we think that this strategy increases the chances of collecting reliable data.“ (ebd., S.24). Den Effekt des besseren Mitverfolgens beschreiben sie als: „...this seems to provide the passing stream of behavior with more „hooks“ for the observers to grab.“ (ebd., S.25, Hervorhebungen im Text). Sie nennen zwei weitere Argumente für eine feine Auflösung: Es können die später aus subsumierten Ereignissen gebildete Klassen besser nachvollzogen und evaluiert werden, und es können später auch andere, nicht vorhersehbare Fragestellungen mit den feiner aufgelösten Daten untersucht werden. Fehleingaben verlieren dabei an Bedeutung, wenn sie in hoher Auflösung geschehen, die später reduziert wird.
3. Den beobachteten Personen zu erklären, was und wie aufgezeichnet wird (P9), ist mit dem FIT-System und seiner Schablone als graphisches Benutzungsschnittstellen häufig eine leichte und erfolgreiche Aufgabe, wie die Erfahrungen gezeigt haben. Es kann dabei vertrauensbildend wirken, dass eine Schablone aus Papier oder Folie aufliegt. Wird diese an den Symbolen erklärt, sind nicht noch andere Computereingaben zu befürchten, da die Schablone das einzige Geräteinterface bildet.

Für die Gewährleistung der Güte zu fordern, der Beobachter sollte für die zu beobachteten Personen so gut wie überhaupt nicht anwesend sein (P13), liegt auf der Hand. Speziell für medizintechnische Systeme besteht hier eine Besonderheit und Erleichterung darin, dass es in grösseren Spitälern für alle Mitarbeitende zur Gewohnheit gehört, beobachtet zu werden. Denn es ist üblich und eine Routine der Ausbildung, dass Medizinstudenten und Schüler des Pflegedienstes mitlaufen oder „sich an die Fersen heften“ (engl.: shadowing), sowie in der Nähe des Geschehens stehen und neugierig zuschauen. Ein entsprechend eingekleideter Beobachter wird hier weniger stören, er entspricht beinahe der Forderung von Greve und Wentura (1997, S.75): „Beobachten Sie möglichst verdeckt, solange es ethisch vertretbar ist.“. Dafür wird er häufig als Spitalmitarbeiter angesprochen werden (Abb. 38).

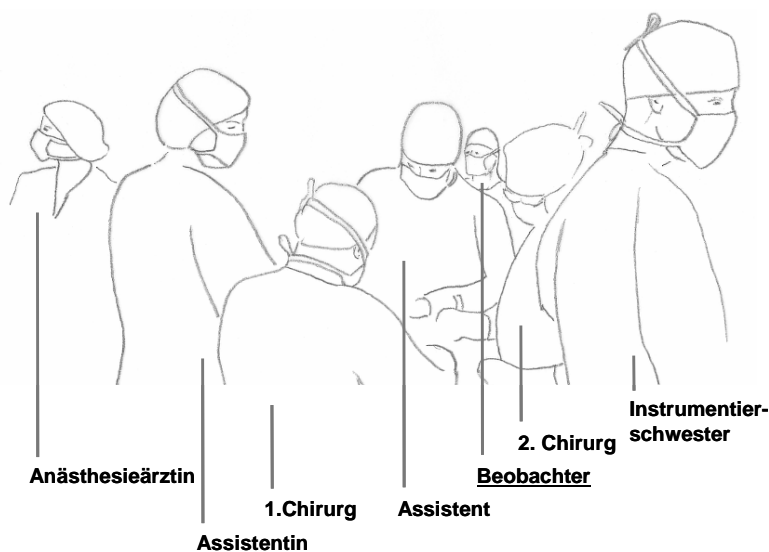


Abb. 38 Der Autor als teilnehmender Beobachter in einem OP-Saal. Gegenstand der Beobachtung sind die Tätigkeiten der Anästhesieärztin (links im Bild).

Zu den Gütekriterien zählen auch die Ökonomie und Nützlichkeit (Lienert und Raatz 1994, zitiert in Kubinger, 1995 S.25). Das FIT-System ist bezüglich Ökonomie im Vergleich mit dem Stand der Technik als sehr gut zu bewerten. Dies kann einerseits mit Rückmeldungen von Benutzern begründet werden, die auf eine Einarbeitungszeit von ein bis zwei Stunden schliessen lassen. Andererseits ist auch die Nachfrage von weltweit über 80 Lizenzen ein Indiz für die Ökonomie des Verfahrens (vgl. Anhang Tabelle 15 S.189). Die Nützlichkeit der durch Ereignisaufzeichnung erhobenen Daten scheint selbstverständlich, wenn es sich um Häufigkeiten von Tätigkeiten und Wegen, belastenden Ereignissen, oder Unfallgefahren handelt, die in der technischen und organisatorischen Systemgestaltung Veränderungen begründen helfen. Ein weiterer, bedeutender Beitrag zur Nützlichkeit besteht in den Erfahrungen des Beobachters, die sich während seiner Aufenthaltsdauern im System bilden.

2.3.4 Datenanalyse

Das Softwaremodul (vgl. Abb. 23 S.41) ordnet die Daten nach dem Modell eines zusammenhängenden, gerichteten Graphen. Die Ereignisse bilden die Knoten, die Übergänge von Ereignis zu Ereignis durch den Zeitfortschritt die gerichteten Kanten des Graphen. Auf einem gedachten Weg vom ersten bis zum letzten Ereignis des Arbeitsablaufs werden alle Kanten des gerichteten Graphen genau einmal durchlaufen. Womit aus einem bekannten Beweis der Graphentheorie (Diestel 2000, S.20) für die Knoten auf diesem Weg eine gerade Anzahl an Kanten, und für die Anfangs- und Endknoten jeweils eine ungerade Anzahl an Kanten folgt.

Die Zeitdauern der Ereignisse werden im Datenmodell als eine Bewertung des Graphen aufgefasst, und den Kanten zugeordnet. Für singuläre Ereignisse, zwischen denen Zeiten ohne Ereignisse stehen können, werden im Softwaremodul diese Lücken im Datenmodell durch einen Zusatzknoten und jeweils einer Kante pro Lücke aufgefüllt. Die absoluten Zeitpunkte (hh:mm:ss), z.B. der Ereignisbeginn, sind aufgrund dieses Datenmodells für Berechnungen von Zeitsummen überflüssig (Abb. 39).

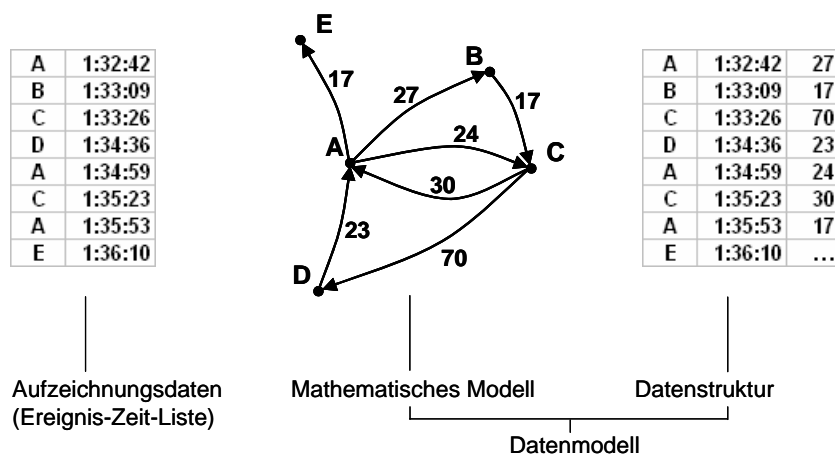


Abb. 39 Datenmodell der Ereignis-Zeit-Liste als gerichteter, bewerteter Graph. Die Knoten sind die Ereignisse, die Kanten ihre Dauer. Die Datenspeicherung erfolgt in einer Liste mit Ereignisnamen, Startzeit und Ereignisdauer.

Enthält eine Ereignis-Zeit-Liste aufgrund der Eingabesyntax des Benutzers parallele Ereignisse, so müssen diese zur Berechnung entflochten werden. Komplizierte Fälle sind Aufzeichnungen, die stochastische Parallelitäten enthalten. Hierbei existiert zu nicht vorhersehbaren Zeitpunkten eine beliebige Anzahl von Teilgraphen. In allen Fällen der Parallelität erstellt das Softwaremodul in den Berechnungsschritten mehrere Ereignis-Zeit Listen, die über die fortlaufende Zeit zusammenhängen und eine Ereignis-Zeit-Matrix bilden.

Folgende Möglichkeiten der Datenverarbeitung und Darstellung werden vom Softwaremodul angeboten:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| Aggregation | Zusammenfassen, Umbenennen, oder Ausblenden von Ereignissen. Die hierfür erforderlichen Benutzereingaben erfolgen durch Einträge in die Zellen der Tabellenkalkulation (vgl. Abb. 40 S.63). |
| Deskriptive Statistik | beinhaltet in Tabellenform für die einzelnen Ereignisse: Absolute Häufigkeit (n), Zeitsummen (Z), sowie für die Zeitdauer der Ereignisse: Arithmetisches Mittel (X). Standardabweichung (S), Minimalwert, Medianwert, und Maximalwert. Diese Verteilungsmerkmale werden auch für die Menge aller Ereignisse angezeigt (vgl. Abb. 23 S.41). |
| Kombinationsmatrix | bei parallelen Ereignissen die Darstellung deskriptiver Statistik unter Bedingungen des kombinierten Auftretens zweier Ereignisse. Beispielsweise die Häufigkeit einer bestimmten Tätigkeit an einem bestimmten Ort, oder die Zeitsummen bestimmter Tätigkeiten einer bestimmten Person eines Arbeitsteams (vgl. Abb. 41 S.64). |
| Ablaufdiagramm,
Strukturdiagramm | zeigt die Dauer und Abfolge der Ereignisse entlang einer Zeitachse. Ihre Skalierung kann vom Benutzer gewählt werden. Im Unterschied zum Linienzug des Ablaufdiagramm (Time-Line-Chart) zeigt das Strukturdiagramm Balken für die Zeitdauer der Ereignisse. Dadurch können Ereignisse farblich kodiert, und parallele Ereignisse dargestellt werden (vgl. Abb. 33 Beispiel Intensivstation). |
| Übergangsmatrix | fasst die Ereignisse als Knoten eines gerichteten Graphen auf und zeigt die Summen der Übergänge (Kanten) zwischen diesen Knoten. Die Spaltensumme dieser Matrix zeigt die Gesamtzahl der Übergänge aller Ereignisse auf ein bestimmtes Ereignis. Die Zeilensumme zeigt die Gesamtzahl der Übergänge eines bestimmten Ereignisses auf alle anderen Ereignisse (vgl. Abb. 42 S.65). |
| Übergangsgraphik | eine Veranschaulichung der Übergangsmatrix oder des gerichteten Graphen. Das Softwaremodul erzeugt eine Graphik der Knoten (Ereignisse) und Kanten (Übergänge) in Form eines Netzwerkes aus Punkten und Verbindungslinien. Die Gesamtzahl der Kanten wird für beide Richtungen auf den Linien angezeigt (vgl. Abb. 43 S.65). |
| Dichte | meint die Berechnung und Darstellung kumulierter Häufigkeiten in Klassen mit frei wählbarer Zeitspanne (vgl. Abb. 44 S.66). |

A	B	C	D	E	F
B 5. D					
5					
0/1	Name	Bezug	Farbe	Nr.	Definition
0	*am Protokolltisch	1		1	*am Protokolltisch
0	*linke Seite	3,5,7,9		2	*Ecke-rechts
0	*rechte Seite	2,4,6,8,10		3	*Fussende-links
0	*hinter-Kopfende	4,5		4	*Fussende-rechts
1	Pflege	26		5	*hinter-Kopfende-links
1	sozialer Kontakt	28		6	*hinter-Kopfende-rechts
1	vorbereiten Medikament	30		7	*Kopfende-links
1	Applikation Medikament	11		8	*Kopfende-rechts
1	protokollieren	27		9	*Mitte-links
1	Information/Kommunikation	18		10	*Mitte-rechts
1	beobachten Infusionen	12		11	Applikation Medikament
1	beobachten Leitungen	13		12	beobachten Infusionen
1	beobachten Geräte	14--17		13	beobachten Leitungen
1	manipulieren Infusionen	19		14	beobachten Monitor
1	manipulieren Leitungen	20		15	beobachten Perfusor
1	manipulieren Geräte	21--24		16	beobachten Respirator
1	ordnen	25		17	beobachten Sugi/Troege
1	Weg 1	31		18	Information/Kommunikation
1	Sonstiges	28		19	manipulieren Infusionen
				20	manipulieren Leitungen
				21	manipulieren Monitor
				22	manipulieren Perfusor
				23	manipulieren Respirator
				24	manipulieren Sugi/Troege
				25	ordnen
				26	Pflege
				27	protokollieren
				28	Sonstiges
				29	sozialer Kontakt
				30	vorbereiten Medikament
				31	Weg 1

Abb. 40 Arbeitsblatt des Softwaremoduls zur Aggregation, Umbenennung, oder Ausblenden von Ereignissen (Beispiel Intensivstation). Spalte F enthält die im Datensatz auftretenden Ereignisnamen und wird vom Modul erzeugt. Spalten A, B, C und D sind Benutzereingaben. Spalte A enthält den Indikator für Berücksichtigen „1“ oder Ausblenden „0“. Spalte B den geänderten oder unveränderten Ereignisnamen. Spalte C bildet über die Nummerierung von Spalte E die Referenz zu Spalte F. Spalte D dient in späteren Diagrammen der Farb- und Schraffurzuordnung zu Ereignissen.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Patient	1	1	27	12	10	2	8	7	30		5	1		16	119
Monitor	2	18	5	33	105	2	21	3	19	1	3			9	219
Respirator	3	17	19	1	21	1	5		31		2	3	1	3	104
Protokollbogen / Schreibbrett	4	14	100	19	8	3	8	2	22	1	9	1		11	198
Protokollbogen / Materialschrank	5	3	3		3		4	2	4		3			3	25
Infusion Nr. 1	6	16	5	6	12	2	4	8	21		13	1	4	7	99
Infusion Nr. 2	7	5	6	4	4	1	7	3	9		8		3	6	56
Leitungen am Patienten	8	29	37	21	20	1	18	17	16		6	4	2	14	185
Röntgenbilder	9	1				1									2
Materialschrank	10	6	1	1	5	4	14	3	10		5	1	2	9	61
Materialwagen	11		2	2	2		1		4		1	2			14
Andere Arbeitsmittel	12		2	2		1	1	2	2		1			1	12
Kommunikation	13	9	12	4	7	7	9	9	17		4	1		3	82
		119	219	105	197	25	100	56	185	2	60	14	12	82	1176
															1176

Abb. 42 Übergangsmatrix (Beispiel Anästhesie). Die Lesart bedeutet Übergänge von Matrixzeile zu Matrixspalte. Beispielsweise 8 Übergänge von Patient (Ereignis-Nr. 1) zu Infusion-Nr.1 (Ereignis-Nr. 6) und 16 in umgekehrter Richtung.

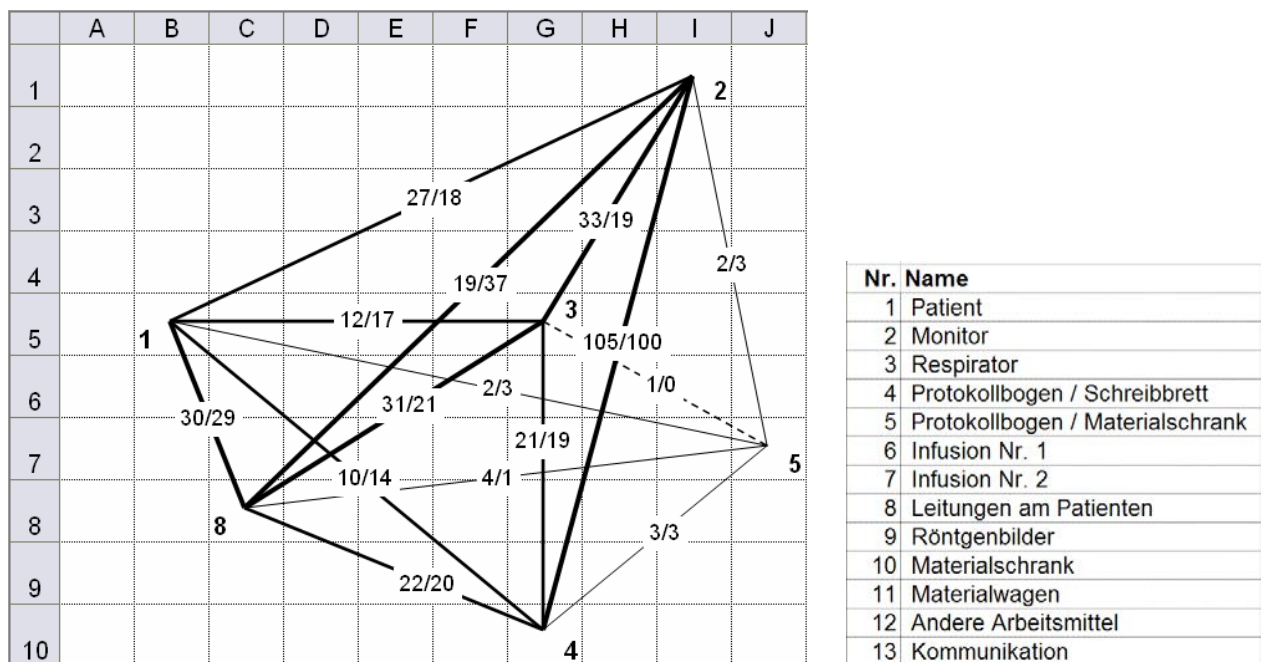


Abb. 43 Übergangsgraphik (Beispiel Anästhesie) für vom Benutzer ausgewählte Ereignisse. Lesebeispiel: Zwischen der Ausrichtung auf den Monitor (Ereignis-Nr. 2) und der Ausrichtung auf den Protokollbogen (Nr. 4) bestehen 105 Übergänge und 100 in umgekehrter Richtung.

**Ausrichtungen während 2h50 Anästhesieführung,
absolute Häufigkeiten kumuliert in Klassen zu 2 Minuten.**

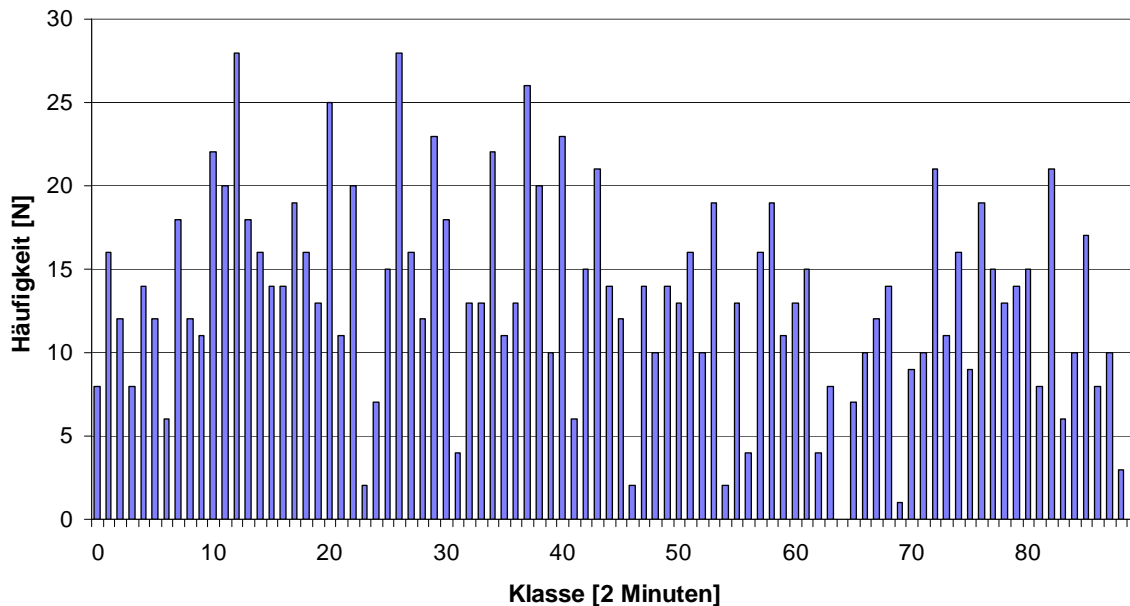


Abb. 44 Kumulierte Häufigkeiten der Ereignisse pro Zeitspanne als Ergebnis der Funktion „Dichte“ des Softwaremoduls. Dargestellt sind die Häufigkeiten der Ausrichtungen des Anästhesiearztes (vgl. Beispiel Anästhesie, Abb. 27 S.44). Es zeigt sich ein ungleichmässiges Profil mit einer Vielzahl einzelner Klassen hoher Dichte an Ausrichtungen. Im Mittelteil des operativen Eingriffs, von 0h46 bis 2h18 (Klasse 23-69), tritt eine geringere Dichte an Ausrichtungen auf.

2.3.4 Entwicklung

Zur Entwicklung und Erprobung der Lösung FIT-System wurden im Zeitraum von 1998 bis 2005 vom Autor 2 Promotions-, 7 Diplom- und 11 Semesterarbeiten angeleitet, und ein Projekt der Innovationsförderung eingeworben und durchgeführt.

Der erste Prototyp für das FIT-System bestand aus einem tragbaren Computergerät der Bezeichnung „Newton Messagepad“ (Apple Inc.) und einer Interface-Schablone aus Papier, verstärkt durch einen Kartonrahmen.

Die Software für das tragbare Computergerät und ihr Gegenstück für den PC zur Datenübertragung wurde in Kooperation mit den Abteilungen Elektrotechnik und Computertechnik der Fachhochschule Rapperswil entwickelt. Die Programme zur Verwaltung und Auswertung der Aufzeichnungsdaten wurden vom Autor selbst erstellt. Die erwähnte Förderung der Kommission für Technologie und Innovation (KTI), Projekt-Nr. 4562.1 „Entwicklung eines portablen Datenerfassungsgerätes mit frei definierbarer Benutzungsschnittstelle“, umfasste auch die Kooperation mit dem Unternehmen ALGRA AG. Ziel war die Entwicklung einer piezoelektrisch-drucksensitiven Eingabeoberfläche für das FIT-System als Grundlage für ein vereinfachtes, tragbares Computergerät.

Sowohl die Entwicklung der Personal Computer und ihrer Betriebssysteme, als auch die Entwicklung der tragbaren Computergeräte (Organizer, Personal Digital Assistants) erforderten Anpassungen und Weiterentwicklungen der Software für das FIT-System. Die rapide Senkung der Kosten für tragbare Computergeräte führte zum Stopp der Eigenentwicklung einer Hardware. Die beiden Softwareteile „Aufzeichnung mit tragbarem Computer“ und „Datenempfang und -definition am PC“ wurden durch insgesamt 11 Semesterarbeiten (ETH, Fachhochschule Rapperswil, Hochschule für Technik Zürich) und zwei Fachpraktika (TU Delft, Universität Wien) neuen Gerätegenerationen der Sammelbezeichnung „Palm“ (Palmone Inc.) angepasst und validiert. Darunter befanden sich auch mehrere Arbeiten, mit denen Machbarkeiten von Erweiterungen getestet wurden, wie etwa das zusätzliche Aufzeichnen von elektronischen Signalen (z.B. Schallpegel der Arbeitsumgebung). Für die ab 1998 von Apple Inc. nicht mehr produzierten Geräte des Typs „Newton Messagepad“ konnte ein eigener Lager- und Ersatzteilbestand für diese Hardware angelegt werden. Der gesamte Softwarebestand beläuft sich mit Stand vom Jahr 2005 auf über 12'000 Quellcodezeilen, und deckt vier Programmiersprachen (Applescript, Palm OS-C, C++, VBA), sowie vier Betriebssysteme (Newton OS, Palm OS, Windows, MAC) ab.

Hervorzuheben sind die beiden folgenden Entwicklungs- und Anwendungsgebiete:

- Aufzeichnungen paralleler Ereignisse.

Die ersten Aufzeichnungen paralleler Ereignisse betrafen Arbeitsabläufe der Anästhesie während der Vorbereitung, Einleitung und Intubation des Patienten. Sie wurden im Rahmen einer Diplomarbeit (Johnson 1997) und eines Projektauftrages (vgl. Kap. 4.1) ausgeführt. Weitere Untersuchungen und Entwicklungen zur Aufzeichnung paralleler Ereignisse fanden in einer Diplomarbeit zur Teamarbeit im OP-Saal (Judson 1999), sowie durch die Unterstützung einer Promotionsarbeit zum Thema überlagerter Handlungsverläufe in der Anästhesie (Manser 2002) statt.

- Interaktionsanalysen mit hoher Detaillierung.

Bönisch (2005) untersuchte in ihrer Doktorarbeit an 21 operativen Eingriffen 43 teilweise parallel überlagerte Ereignisse und Interaktionen mit dem Anästhesierespirator. Durch eine Diplomarbeit (Riopelle 2002) wurde die Ausweitung der Lösung FIT-System zur Analyse von Teamarbeit mit 55 Ereignissen und 8 möglichen Teammitgliedern weiter erprobt, und auch in einer daran anschliessenden Promotionsarbeit (Riopelle 2006) genutzt.

Akquisition und Abwicklung von Aufträgen.

Im Forschungszeitraum von 1998 bis 2005 konnten aus dem Bereich Spitalbau und Medizintechnik, der industriellen Produktion und dem Dienstleistungsbereich des Verkehrswesens jeweils drei Aufträge ausgeführt werden, deren Einwerbung und Inhalt durch die Lösung FIT-System bestimmt war (vgl. Abb. 1 S.2 und Tabelle 5).

Tabelle 5 Aufträge die durch die Lösung FIT-System in Akquisition und Ausführung ermöglicht wurden, und dabei eingesetzte Aufzeichnungen (seriell/parallel, Ereigniszahl, Dauer).

Jahr	Auftragsziel	FIT-System		
		Seriell / Parallel	Ereignisse	Umfang [h:m]
1998	OP-Zentrum, Neuplanung einer Operationsabteilung	P	36	8:00
1999	Umsetzung Thixoformingtechnologie in Arbeitsplätze	S,P	15	8:15
2000	Einrichtungsplanung einer Intensivstation	P	54	9:00
2001	Systemanalysen für den Beitrag zum EU-Projekt FINDER	S	24	2:00
2002	Neugestaltung von Check-In Abfertigungsplätzen	P	18	2:00
2003	Computereinsatz und Einrichtung einer Notfallstation	P	46	28:00
2003	Systemoptimierung Textilproduktion	P	23	12:00
2004	Vorstudie Arbeits- und Betriebsleitsystem Bahnverkehrslenkung	P	35	11:30
2005	Optimierung und Neuplanung Sicherheitskontrolle Handgepäck	P	27	3:00

Weitere Dienstleistungen wurden mit der Lösung FIT-System durch den Verleih von Geräten zur Aufzeichnung durchgeführt. So konnten z.B. Projekte des Institutes für Arbeitsforschung und Organisationsberatung (iafob) unterstützt werden. Diese erfolgreichen Vorhaben sind in einem Fachbuch (Ulich 2003) und als Musterbeispiele in der Neuauflage eines bekannten Lehrbuchs (Ulich 2005) aufgenommen worden. Die Einnahmen aus Aufträgen und Verleih wurden zur Mitfinanzierung der Forschungsarbeiten eingesetzt.

Experten der Arbeitswissenschaft und der Tierbeobachtung als Lizenznehmer.

Im Zeitraum von 1998 bis 2005 wurde die Lösung FIT-System auf vier Kongressen durch einen Ausstellungsstand präsentiert und Lizenzen zum Preis von 1500 - 2000 Sfr angeboten:

- 8. International Conference on Human Computer Interaction 1999 in München.
- 46. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (GfA) 2000 in Berlin.
- 14. Kongress der International Ergonomics Association (IEA) und Human Factors and Ergonomics Society (HFES) 2000 in San Diego.
- 8. International Behavioural Ecology (Tierbeobachtung) Congress 2000 in Zürich.

Daraus resultierten 35 Lizenznehmer aus der Arbeitswissenschaft und 11 aus dem Gebiet der Tierbeobachtung, inklusive des Mehrfacherwerbs stellt dies eine Gesamtzahl von 83 Lizenzen dar (vgl. Anhang S.189 Tabelle 15). Die Einnahmen dienten der Finanzierung der Patentanmeldungen, Entwicklungskosten, und der Deckung von Ausstellungskosten.

Kapitel 3: Befragung und Beteiligung

Erfahrene, routinierte Systembenutzer werden in Projekten der Systemgestaltung häufig aufgefordert, Auskunft über ihre Arbeitsabläufe und den damit verbundenen Anforderungen an Arbeitssysteme zu geben.

Dies kann prinzipiell in zwei Formen erfolgen:

- a) Mündliche Befragungen in Form von Interviews oder schriftliche Befragungen der Benutzer oder anderer Experten.
- b) Sitzungen, Besprechungen, Workshops, etc. in denen Benutzer und andere Experten nach einer Methode zusammenarbeiten.

Die anderen Experten können z.B. Ingenieure, Architekten, Techniker, oder Experten der Arbeitsgestaltung sein. Für diese Personen und die Benutzer gilt, dass sie sich durch ihre Berufsbiographien Spezial- und Erfahrungswissen angeeignet haben. Den erwähnten Formen (a) und (b) liegen also Interaktionen einer Expertengruppe zugrunde. Beispiele dieser Interaktionen sind:

- Benutzer werden von Geräteherstellern angeschrieben, und um Auskunft über die Häufigkeit bestimmter Tätigkeiten in ihren Arbeitsabläufen gebeten.
- Ingenieure oder Architekten besichtigen bestehende Arbeitssysteme und stellen dort den Benutzern Fragen über Erfahrungen mit ihren Arbeitsabläufen.
- In Sitzungen werden gemeinsam von Planern und Benutzern Abstraktionen oder Modelle der Arbeitsabläufe entwickelt, z.B. Diagramme der Arbeitsabläufe.

Nach ihrer Ausrichtung können diese Interaktionen wie folgt geordnet werden:

- | | |
|---------------------|---|
| Funktionsorientiert | Fragen und Antworten betreffen die Aufgaben, die in einem zukünftigen System ausgeführt werden sollen. Beispielsweise sollen Anforderung der Benutzer erfragt werden, von denen noch nicht bekannt ist, durch welche Gestaltung sie erfüllt werden. |
| Objektorientiert | Fragen und Antworten betreffen bestehende Lösungen oder Lösungen in Form von Ideen, Plänen, Simulationen, Prototypen, Musterräumen, etc., um hierüber Erfahrungen oder Bewertungen der Benutzer zu erheben. |

3.1 Anforderungen komplexer Systeme

Es kann davon ausgegangen werden, dass für erfahrene Benutzer in komplexen Arbeitssystemen das „Expertise-Paradox“ gilt: Mit zunehmender Kompetenz eines Experten, wächst dessen Explizierungs- und Verbalisierungsschwierigkeit (Obliers 1992, S.200). Differenziert und am Beispiel von Systemen des Spitals führt dies auf folgende Phänomene:

- Betriebsblindheit, Tendenz zum problemfreien Feld.

Allgemein nehmen erfahrene Benutzer Probleme, Risiken oder Schwachstellen ihrer eigenen, vertrauten Arbeitsweisen und Arbeitsbedingungen nicht, oder nur abgeschwächt wahr. Solche Erscheinungen werden mit der Vertrautheit und Gewohnheit (Siegler und Richards 1982, S.930) oder Adaptation und Habituation (Frieling und Sonntag 1999, S.82) erklärt. Im Volksmund finden sich für den resultierenden Vorgang Begriffe wie „abstumpfen“ oder „betriebsblind“ werden. Ulich (1994, S.356) vermutet hierbei „Mechanismen der Wahrnehmungsabwehr“ und eine „Tendenz zum problemlosen Feld“. Speziell für die Arbeitssysteme im Spital gilt, dass durch die Tragweite von möglichen Fehlern eine sehr hohe Aufmerksamkeit auf die Arbeitshandlungen und insbesondere auf den Menschen Patienten zu erwarten ist. Demgegenüber werden die Bedingungen oder das Umfeld der Arbeit weniger Beachtung und Hinterfragungstiefe erhalten können. So zeigt sich beispielsweise, dass offensichtliche Mängel in der Gestaltung eines OP-Saales, von den Mitarbeitenden nicht als Problemursache genannt wurden. Vordergründige Folgen dieser Mängel wurden jedoch reklamiert (Held et al. 2002). Diese Schwierigkeit wird von Kristof et al. (1996) wie folgt dargelegt: „Werden Mitarbeiter nach Schwachstellen oder Verbesserungsideen für den Klinikablauf gefragt, so fallen ihnen spontan nur wenige ein. (...) Offensichtliche, tagtäglich sich wiederholende Zwischenfälle werden oft übersehen. Nachgedacht wird zudem über Lösungen, bevor ein Problem und die ihm zugrunde liegenden Ursachen überhaupt konkret benannt sind. Dabei wird riskiert, dass eine Konzentration auf die Symptome und nicht auf die Ursachen eines Problems erfolgt.“ (ebd., S. 363).

- Ansichten versus Handlungen.

Es können Unterschiede bestehen zwischen der Erklärung eines Benutzers über die gedachte Ausführung einer Tätigkeit, und der tatsächlichen Ausführung dieser Tätigkeit durch den gleichen Benutzer. Sanders und McCormick (1993, S.305) untersuchten hierzu Ergebnisse aus Benutzungstests und Benutzerbefragungen und folgern: Die Analyse tatsächlicher Handlungen ist einer Benutzermeinung über die Handlungsweise vorzuziehen. Zum gleichen Schluss kommt Wilcox (2005) in der Übertragung umfangreicher Untersuchungsergebnisse von Wicker (1969), sowie von Loftus und Wells (1984) auf die Situation der Benutzerbefragung. Evans (2005) empfiehlt daher für Produktentwickler in der Medizintechnik: “It is important to remember that customers often say they do one thing when observation shows that they really do something different.” (ebd., S.92).

- Schwer aussagbare Wissensanteile.

Hacker (2005, S.392) vertritt die Auffassung, dass Experten grössere Anteile automatisierter Prozeduren und nicht-bewussten Wissens besitzen, als Anfänger und durchschnittliche Personen in dem betrachteten Arbeitsgebiet. Diese Wissensanteile sollen von ihren Besitzern nur schwer oder überhaupt nicht aussagbar sein. Automatisierte Prozeduren sind eine deutliche und häufige Ausprägung in den Arbeitsabläufen des Spitals. Beispielsweise berichtet ein Mediziner über einen operativen Eingriff, für den er zu Beginn seiner Ausbildung über eine Stunde Zeit benötigte, den er aber als routinierter Operateur in weniger als 10 Minuten und nahezu ohne visuelle Kontrolle ausführen konnte. Im Umgang mit den damit verbundenen schwer aussagbaren Wissensanteilen hält es Hacker (1992, S.36) für erforderlich, ein Bewusstmachen, ein Wiederbewusstmachen und Zugänge einzusetzen, die nicht auf verbalen Aussagen beruhen.

Explikations- und Erklärungsschwierigkeiten werden weiterhin im Spital durch den Kontext komplizierter Räume und Zeiten geprägt. Es ist z.B. eine Alltagserfahrung, dass Besucher in einem Spital orientierungslos werden und ihren Weg und ihr Ziel im offenbar labyrinthartigen Gebäude nicht finden. Zum Teil kann dies aber auch ein Beleg dafür sein, wie einem die Besorgnis um die Gesundheit des Patienten (ob angehörig oder anvertraut) von der Umgebung des Arbeits- oder Besuchsortes ablenken kann. Auch Zeitstrukturen können sich im Spital verwickelt darstellen. Aufgrund der Systemeigenschaft der Unschärfe lassen sich oft nur wenige zeitliche Fixpunkte angeben. Daher sind Schwierigkeiten zu erwarten, wenn ein Benutzer sein Wissen, verknüpft mit komplizierten Gebäuden und Zeiten des Spitals, einem Aussenstehenden durch verbale Aussagen näher bringen will.

Eine Befragung der Benutzer mit der Ausführung tatsächlicher Arbeitshandlungen zu koppeln kann dagegen im Spital aus folgenden Gründen nicht als eine Lösung dieser Schwierigkeit angesehen werden:

- Die Arbeitshandlung bindet weitgehend alle Ressourcen der Aufmerksamkeit und erlaubt keine parallele Frage-Antwort Interaktionen. Dies ist offensichtlich der Fall bei Tätigkeiten der Notfall- und Intensivmedizin, bei operativen Eingriffen, und bei anspruchsvollen Überwachungsaufgaben.
- Die Arbeitshandlung beruht unter Umständen weitgehend auf Kommunikation und wird daher durch parallele Frage-Antwort Interaktionen erheblich gestört. Beispielsweise kann das Ziel einer Zuwendung zum Patienten auf Pflegestationen nicht erreicht werden, wenn Gespräche zwischen Arzt/Pflege und Patienten mit Fragen eines Dritten, Aussenstehenden vermischt werden müssen.
- Spontanität und kontaktfreudige Ausstrahlung des aussenstehenden Fragestellers können durch das hohe Risiko, den Arbeitsablauf zu stören, sehr eingedämmt und behindert werden. Es ist z.B. während eines operativen Eingriffes oft nicht zu erspüren, ob eine Frage möglich ist, oder schon die Frage nach der Möglichkeit einer Frage zu einer empfindlichen Störung führt.

Es ist dabei ein Merkmal des Spitals, dass aufgrund der wechselnden Arbeitsorte und Arbeitszeiten Interviews schwierig zu vereinbaren sind. Die Teilnahme an Interviews wird den Benutzern im Spital während der Arbeitszeit oder am Rand der Arbeitszeit durch eine Ablösung, aber oft auch nur durch Verlängerung der Arbeitsschicht möglich. Daher ist der Arbeitsplatz oder dessen Nähe der geeignetste Interviewort, und demnach müssen Benutzerbefragungen nahezu überall im Spital durchführbar sein, beispielsweise in Pikettzimmern, in Korridoren, in Wartezonen, in ungenutzten OP-Sälen, etc. Eine Untersuchung in vier Spitälern (Riopelle 2006) zeigte, dass es noch weitaus schwieriger ist, Verabredungen mit mehreren Benutzern für Gruppeninterviews zu treffen. Dies bestätigt eine Erfahrung des Autors, dass Benutzergruppen im Spital lediglich im Rahmen periodischer Veranstaltungen zur Weiterbildung erreichbar sind, und auch dort nur mit ungewisser Teilnahme. Das Einzelinterview, bei dem eine Termin- und Ortvereinbarung noch am einfachsten möglich ist, kann daher als das vorrangige Mittel der Wahl zur direkten mündlichen Befragung angesehen werden.

Angesichts dieser Überlegungen bleibt für Benutzerbefragungen im Spital das vom Arbeitsablauf entkoppelte Interview mit folgender Anforderung:

In Benutzerinterviews müssen besondere Explikationshilfen eingesetzt werden. Diese müssen ein Bewusstmachen der Arbeitssituation ermöglichen und mobil einsetzbar sein.

3.2 Stand der Technik und Verbesserungen

Für den Stand der Technik zur geforderten, besonderen Explikationshilfe in Einzelinterviews von Benutzern werden folgende Rubriken untersucht:

- a) Lehr und Fachbücher der Arbeitswissenschaft, der Systementwicklung, und des Projektmanagements, in denen Auskünfte über Befragung und Beteiligung zu erwarten sind.
- b) Monographien und Übersichtswerke zum Thema Beteiligungsorientierte Gestaltung, Benutzerbeteiligung, Partizipation von Benutzern, Partizipative Ergonomie.
- c) Publikationen zum unter b) aufgeführten Themenbereich, aber mit speziell auf komplexe Arbeitssysteme bezogenen Methoden.

Untersucht man zu (a) eine Auswahl an Fach- und Lehrbüchern der Arbeitswissenschaft, der Systementwicklung, und des Projektmanagements zunächst nach Inhalten zur Vorgehensweise in Befragungen, Interviews, oder im Umgang mit Fragebogen, Questionnaires, so ergibt sich mit dem Vergleich dreier Fachbücher der Sozialwissenschaft folgendes Bild (Tabelle 6).

Tabelle 6 Umfang (Seitenanzahl: N) der Inhalte zum Thema der Befragungstechnik als Gegenstand in Lehr- und Fachbüchern des Projektmanagements und der Arbeitswissenschaft. Zum Vergleich mit drei Fachbüchern der Sozialwissenschaft. Sortiert nach Umfang und Jahreszahl.

Titel	Autor(en), Herausgeber	Jahr	N
Das Exerteninterview	Bogner et al.	2005	278
Interviewing for Social Scientists	Arksey und Knight	1999	208
Qualitative Sozialforschung	Lamnek	2005	74
Projektmanagement	Hansel und Lomnitz	1993	27
Systementwicklung	Böhm	2001	26
Projektmanagement	Heeg	1993	20
Evaluation of Human Work	Wilson und Corlett	2005	12
Arbeitspsychologie	Frieling und Sonntag	1999	5
Systems Engineering	Haberfellner et al.	1999	4
Arbeitstätigkeitsanalyse	Hacker	1995	4
Handbook of Human Factors and Ergonomics	Salvendy	1997	3
Arbeitswissenschaft	Luczak	1998	2
Ergonomie	Bullinger	1994	1
Allgemeine Arbeitspsychologie	Hacker	2005	0
Arbeitsgestaltung	Bullinger	1995	0
Arbeitspsychologie	Ulich	1994	0
Human Factors in Engineering and Design	Sanders und McCormick	1993	0
Ergonomie	Schmidtke	1993	0
Handbuch der Ergonomie	BWB	1989	0

In den angegebenen Quellen der Tabelle 6 finden sich ausser bei Hacker (1995) weder Lösungsvorschläge, noch Hinweise auf besondere Explikationshilfen in Interviews oder Befragungen, auch nicht bei den drei sozialwissenschaftlichen Werken. Die überwiegend als Lehrbücher ausgerichteten Werke der Tabelle 6 vermitteln somit den Eindruck, dass in der Befragung von Systembenutzern ausser dem Interviewleitfaden und dem Diktiergerät keine weiteren Hilfsmittel eingesetzt werden. Allerdings wird eine Kartenabfrage oder Kärtchenmethode als Hilfsmittel für Gruppendiskussionen genannt (Haberfellner et al. 1999, S.486; Heeg 1993, S.102), jedoch dort nicht genauer in Bezug auf ihren Einsatz als Explikationshilfe erläutert. Hacker (1995, S. 165ff) liefert diese Inhalte unter dem Oberbegriff der Strukturlegetechniken für Arbeitsanalysen, und definiert: „Gemeinsame Merkmale sind (*halbstandardisierte*) Interviews mit unterschiedlichen Fragetypen, die gestützt sind auf *Materialisierungen* anhand beschrifteter bzw. beschriftbarer Kärtchen mit Sachverhalts- und Beziehungsbezeichnungen, mittels derer im Dialog von einzelnen oder mehreren

Arbeitenden und dem Untersucher Netzwerke aufgebaut werden, über die zwischen den Beteiligten Übereinstimmung (Konsens) erzielt werden soll.“ (ebd., S.166, Hervorhebungen im Text). Als Vorteil wird genannt, dass durch die Kärtchen einerseits das Arbeitsgedächtnis der Beteiligten entlastet wird, andererseits „real manipuliert“ werden kann, „durch das Verschieben, Umordnen, Aussortieren oder Ergänzen“ (ebd., S. 165). Gemäss Hacker dient sie unter anderem der „ablaufbezogenen Ordnungshilfe von Handlungen“ (ebd., S.169), und stellt dabei eine „Wissensergänzungstechnik“ (ebd., S.169) dar.

Inwieweit die Kärtchen, beispielsweise geordnet in einem Netzwerk, durch die erforderliche Abstraktion von Vorgängen die entlastete mentale Kapazität wieder aufbrauchen, bleibt eine offene Frage. Festgestellt werden kann aber, dass Netzwerke oder Flussdiagramme wenig direkte, wieder erkennbare Bezüge zum räumlichen, gegenständlichen Kontext eines Arbeitsablaufes bieten. Die Kärtchentechnik besitzt die andere Zielsetzung, eine abstrakte Ebene zur Analyse zu modellieren, und kann somit die in Kap. 3.1 hergeleitete Anforderung, ein Bewusstmachen der eigenen Arbeitssituation zu ermöglichen, nicht erfüllen. Ganz im Gegenteil dazu, kann das, was durch die Anordnung der Karten entsteht, eine neue Welt für den Benutzer bedeuten. Derart wäre die Kartenabfrage eher als eine Abstraktionshilfe zu bezeichnen.

In der Praxis der Spitalplanung sind Kärtchentechniken verbreitet im Einsatz. Beispielsweise haben sie Einzug in Planungshandbücher der mit Bauaufgaben betrauten Spitalabteilungen gefunden. Sie dient auch Experten zur Systemoptimierung im Spital, so wurde z.B. von Marsolek (2003) eine Methode „TOPICS“ (Together Optimisation of Processes in Complex Systems) entwickelt, die auf einer Kärtchenmethode zur Ermittlung von Prozessablaufplänen aufbaut, und zur Verbesserung bestehender Arbeitsprozesse von Intensivstationen eingesetzt und dokumentiert worden ist. Diese Anwendungen sind als eine Serie von Gruppendiskussionen konzipiert. Wie schon mit den Untersuchungen von Riopelle (2006) erwähnt, kann hier eine Schwierigkeit darin liegen, dass sich schon bei kleinen Gruppen von 3-4 Systembenutzern wiederholte Treffen aus Gründen wechselnder Arbeitszeit und -orte nicht durchführen lassen.

Neben dem Aspekt der Abstraktion und dem Fehlen eines erkennbaren Bezuges zur architektonischen und technischen Arbeitsgestaltung, muss bei der Kärtchentechnik auch die Frage nach der Rolle des Moderators gestellt werden. Hier ist es denkbar, dass der Systembenutzer in der Manipulation der Karten sehr eingeschränkt wird, indem z.B. nur der Moderator die Kärtchen dirigiert, indem das Manipulieren von Karten im erstellten Netzwerk einen hohen Aufwand an Folgeänderungen nach sich zu ziehen droht, und indem besonders in Gruppendiskussionen Beeinflussungen oder Hemmschwellen entstehen können. Es ist im Zusammenhang mit der Handhabung zu beachten, dass der Arbeitsablauf als Struktur festgelegt werden kann, jedoch nicht durch z.B. ein Schieben und Versetzen der Karten nachgefahren werden kann. Die Handhabung der Kärtchen ist nicht mit dem Erfahren der dynamischen Vorgänge verbunden, sondern mit dem Erstellen einer statischen Struktur.

Es fällt schliesslich in Tabelle 6 auf, dass Aspekte der Befragung von Systembenutzern in den arbeitswissenschaftlichen Werken nicht eingehender behandelt werden (vgl. Umfang N in Tabelle 6 S.73), obschon es sich um eine sehr häufige Methode der Datenerhebung in der Arbeitsanalyse handelt. Mit Tabelle 7 sollen daher Monographien und Übersichtswerke zu folgenden Themengebieten untersucht werden: Beteiligungsorientierte Gestaltung, Benutzerbeteiligung, Partizipation von Benutzern, und Partizipative Ergonomie. Tabelle 7 zeigt die ausgewählten Quellen.

Tabelle 7 Monographien und Übersichtswerke zum Thema der Beteiligungsorientierten Gestaltung, Benutzerbeteiligung, Partizipation von Benutzern, und Partizipative Ergonomie.

Titel	Autor(en)	Jahr
Participatory IT Design	Bødker et al.	2004
Benutzerorientierte Software-Entwicklung	Rauterberg et al.	1994
Proceedings of the Participatory Design Conference	Trigg et al.	1994
Participatory Design - Principles and Practices	Schuler und Namioka	1993
Design at Work: Cooperative Design of Computer Systems	Greenbaum und Kyng	1991
Participatory Ergonomics	Noro und Imada	1991
Beteiligungsorientierte Systementwicklung	Jansen et al.	1989
Computer und Beteiligung - Beiträge aus der empirischen Partizipationsforschung	Kissler	1988
Partizipative Systementwicklung und Software Engineering	Koslowski	1988
Betroffenenorientierte Systementwicklung	Peschke	1986
Benutzerbeteiligung bei der Entwicklung von Computersystemen	Mumford und Welter	1984
Beteiligung von Betroffenen in der Entwicklung von Informationssystemen	Mambrey und Oppermann	1983
Forschungsstand und Perspektiven partizipativer Systementwicklung	Oppermann	1983
Industrielle Demokratie - Bericht über das norwegische Programm der industriellen Demokratie	Emery und Thorsrud	1982
Modelle und Methoden der Benutzermitwirkung in Mensch-Computer Systemen	Heilmann	1981

Die einzige Explikationshilfe für Benutzerinterviews, die in den Quellen aus Tabelle 7 vertreten ist, sind Zeichnungen. Die Benutzer werden beispielsweise bei der Methode des „Individually Drawing“ (Wilson, in Noro und Imada 1991) aufgefordert, ihren Arbeitsplatz zu zeichnen und dabei Schwachstellen zu beschreiben. Zwar finden sich viele Beispiele, in denen die Interaktion mit Benutzern durch Modelle, Prototypen, etc. unterstützt wird. Doch diese betreffen nicht Benutzerinterviews zur Systemanalyse, sondern sie betreffen die Realisation von Lösungen der Gestaltung, und die angegebenen Objekte dienen als

Kommunikationsvehikel zur Erprobung dieser Lösungen. Davon abgesehen werden in diesen Beispielen die Objekte (Modelle, Prototypen) als Material der Anschauung und nicht als Explikationshilfe angesehen.

Zur Tabelle 7 muss angemerkt werden, dass 10 von den 15 gefunden Quellen auf die Entwicklung von Informationstechnologie ausgerichtet sind, und diese Arbeiten von eben dieser Technologie initiiert wurden. Die Auseinandersetzung mit Modellen, Methoden, und Verfahren der Benutzerbeteiligung steht offenbar nicht mit der Architektur, auch nicht mit der gegenständlichen Arbeitsmittel- oder Arbeitsplatzgestaltung, sondern mit der Entwicklung abstrakter Informationssysteme am stärksten in Verbindung.

Schliesslich finden sich in der Literatur Dokumentationen und Erfahrungsberichte im Zusammenhang mit der Neugestaltung spezieller Systeme und Produkte. Sucht man hier nach Lösungen für die Anforderung der Explikationshilfe in Benutzerinterviews, so trifft man wieder auf den Vorschlag der Zeichenhilfe. Beispielsweise fordert Wilcox (2005) in einem Sammelband von Methoden zur Gestaltung medizintechnischer Geräte, dem Benutzer non-verbale Aussagen in Form von Stift und Papier für spontane Zeichnungen zu ermöglichen. Weiterhin wird vorgeschlagen, einen Graphiker als Zeichnungsgehilfe am Interview zu beteiligen. Dies für den Fall, dass der Benutzer selbst nicht zeichnen möchte, womit jedoch ad absurdum die Hilfe zur non-verbalen Explikation verbal gesteuert werden muss.

Speziell für die partizipative Arbeitsgestaltung im Spital wurden in Kanada von 1992 bis 2002 über 300 Architekturprojekte durch Experten der Ergonomie unterstützt (Kampagne „PARC“: Prévention-Aménagement-Rénovation-Construction, Villeneuve 2002 und ASSTAS 2003). Doch auch in dieser einzigartig umfassenden Kampagne finden sich keine Explikationshilfen in den Benutzerinterviews.

Aus den Untersuchungen kann abschliessend gefolgert werden: Der Stand der Technik kann durch Realisation einer Explikationshilfe für Benutzerinterviews verbessert werden.

Verbesserungen

Die Aufgabe der Explikation kann als Erklärung und damit als Verständniserzeugung aufgefasst werden. Verständnis zwischen zwei Personen entsteht unter anderem durch einen Austausch und Abgleich ihrer Interpretationen. Wenn es möglich ist, hierzu Objekte als Ziele von Zeigeoperationen einzusetzen, so können Interpretationen in einem Wechselspiel der Interaktionsschritte: „Zeigen-Erkennen“ und „Erklären-Verstehen“ deutlich und damit vergleichbar, sowie abgleichbar werden. Ohne Zeigeobjekte, beispielsweise in Interviewsituationen herkömmlicher Art, fehlt diese Möglichkeit. Dabei besteht das Risiko, dass gegenseitig unterschiedliche Interpretationen nicht „auf den Tisch kommen“ und damit nicht von dort aufgegriffen werden können, und somit ein Abgleich nicht möglich wird (Abb. 45 und Abb. 46).

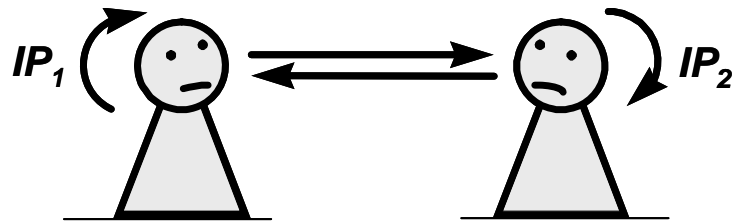


Abb. 45 Herkömmliche Interviewsituation (links) mit Frage und Erklärung und der Gefahr gegenseitig nicht aufgreifbarer Interpretationen.

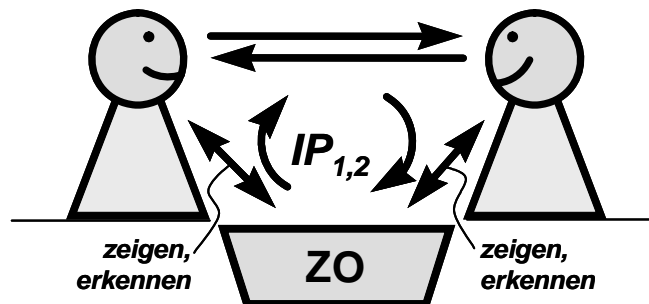


Abb. 46 Verbesserte Interviewsituation durch Zeigeobjekte (ZO) und die Möglichkeit des Deutlichwerdens und Aufgreifens von Interpretationen in den Interaktionsschritten: Zeigen-Erkennen, und: Erklären-Verstehen.

Die Notwendigkeit von Zeigeobjekten kann leicht übersehen werden, z.B. im Sinne, dass es doch klar sei, worum es geht, dass es doch alle Interviewpartner kennen, und dass es genügt, die Dinge beim Namen zu nennen. In der Auseinandersetzung mit Wissen und Verständigung hebt Polyani (1966) allerdings die Bedeutung der Kombination von Benennen und Zeigen hervor: "Indeed, any definition of a word denoting an external thing must ultimately rely on pointing at such a thing. This naming-cum-pointing is called an "ostensive definition"; and this philosophic expression conceals a gap to be bridged by an intelligent effort on the part of the person to whom we want to tell what the word means." (ebd., S.15, Hervorhebungen im Text). Damit ist eine erste Verbesserung wie folgt möglich:

1. Zeigeobjekte Für die Explikation von Arbeitsabläufen sind im Interview Objekte (external things) als Zeigeobjekte für die arbeitenden Menschen, Arbeitsmittel, Arbeitsplätze, und Räume anzubieten.

Weitere Verbesserungen können durch folgende Überlegungen erzielt werden:

2. Spielbar Will man den Beteiligten am Befragungsverfahren Freiräume für ihre Inspiration, Kreativität, Improvisation und Intuition anbieten, so ist das Spiel eine Möglichkeit hierfür. Dies kann direkt mit den Zeigeobjekten verbunden werden, die Stellvertreterobjekte, z.B. Spielsteine oder Symbole, für die realen Personen, Räume, etc. sein können. Diese Stellvertreterfunktion hilft, die Vorstellungskraft der Beteiligten zu fördern (Hoffmann und Knopf 1996, S.73). Im Spital ermöglicht erst die Spielsituation eine Kombination von Handlung und Freiräumen zur Reflektion, da eine „echte“ Behandlung des Patienten meist nicht wiederholt exerziert werden kann.

3. Einfach und Robust Es ist eine Verbesserung, wenn Hemmschwellen und Misstrauen zu Beginn, in der Annäherung, und im Vorgang des sich Einlassens abgebaut werden können. Hierzu sollte die Interviewmethode für den Benutzer einfach und damit überschaubar gestaltet werden. Hierzu gehört auch das Prinzip partizipativer Methoden, kleine Schritte und kleine Erfolgserlebnisse anzubieten (vgl. „small wins“, Weick 1984, S.40). Die Interviewmethode und ihre Materialien müssen unempfindlich oder robust sein, um Mobilität und auch die Handhabung in der Benutzerbeteiligung zu unterstützen.

Eine Umsetzung dieser Verbesserungen zeigt das folgende Kapitel.

3.3 Lösung VALAMO

VALAMO bedeutet: „Variables Layout Modell“ und wurde vom Autor als Explikationshilfe für die Befragung von Benutzern und Geräteherstellern mit dem Ziel der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen und Mensch-Maschine Interfaces entwickelt (vgl. Kap. 3.3.4 „Entwicklung“ S.88). Ein Vergleich von OP-Abteilungen verschiedener Spitäler führte zur Weiterentwicklung der Methode als Explikationshilfe für Arbeitsabläufe, und in Folge der Aufbereitung der Ergebnisse zur Entwicklung eines Verfahrens zur Datenanalyse und -darstellung der explizierten Abläufe. Der Grundaufbau des VALAMO besteht aus einer weissen Metallplatte (white board), Papier oder Layoutplänen, magnetisch haftenden Objekten, und weiteren Materialien wie Photoaufnahmen oder Schreibstifte. Abb. 47 zeigt die typische Zusammenstellung dieser Materialien und den Zusatz einer Videokamera auf einem dafür angefertigten Stativbrett.

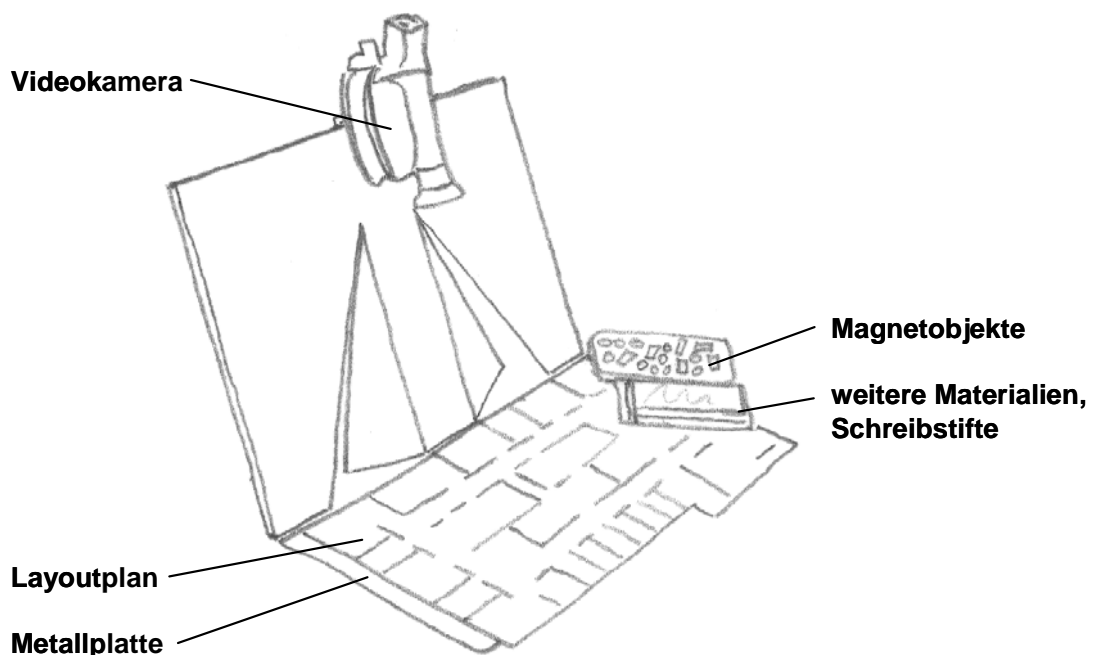


Abb. 47 Grundaufbau des VALAMO mit Metallplatte, Layoutplan, Magnetobjekte, weiteren Materialien (Schreibstifte, Photoaufnahmen) und Videoaufnahme.

3.3.1 Einsatzweise

Die prinzipielle Einsatzweise des VALAMO bedeutet die folgenden Schritte:

1. Vorbereitung des Layoutplanes
2. Vorbereitung der Magnetobjekte und weiteren Materialien
3. Interview
4. Transkription der Daten
5. Datenanalyse

Am Beispiel von Arbeitsabläufen in OP-Abteilungen sollen diese Schritte erläutert werden:

(1) Vorbereitung des Layoutplanes:

Vorlage hierfür sind Architekturpläne auf den Massstab 1:100 verkleinert. Diese Pläne müssen jedoch zur besseren Lesbarkeit retouchiert werden. Der Benutzer soll „seine“ Abteilung direkt wieder erkennen können. So gilt es alle Informationen aus den Architekturplänen zu entfernen, die für das Strukturelle des Raumlays nicht von Bedeutung sind. Beispielsweise Rasterlinien, Texte zu den Baumaterialien, Massangaben, verwirrende Schraffuren, etc. Meist muss ein Ausschnitt angefertigt werden. Je nach Grösse der Abteilung entstehen für den Grundrissplan Formate von DIN A3 bis zu DIN A2. Noch grössere Formate können auf zwei Metallplatten oder auf Vorder- und Rückseite einer Metallplatte aufgeteilt werden.

(2) Vorbereitung der Magnetobjekte und weiteren Materialien:

Zur Explikation von Arbeitsabläufen bieten sich Magnetobjekte für Akteure (Personal, Patienten) und Arbeitsmittel (Geräte, Patientenbetten) im Massstab 1:100 an. Für die Akteure werden kreisförmige Haftmagnete in unterschiedlichen Farben gewählt, deren Durchmesser von 9 mm massstäblich einem empfohlenen Konstruktions- oder Arbeitsfreiraum in der Horizontalebene einer Person entsprechen (BWB 1989, B-2.2.2 S.1). Je nach Einsatz können den Haftmagneten aufgrund ihrer Farbgebung Bedeutungen zugewiesen werden (Abb. 48).

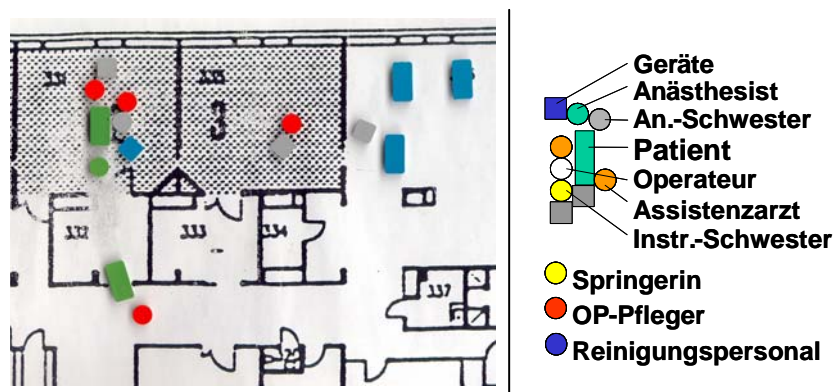


Abb. 48 Magnetobjekte (Haftmagnete) auf einem Grundrissplan M1:100, und das Beispiel einer Legende für Arbeitsabläufe in OP-Abteilungen.

Nicht nur für die angesprochene Aufgabe der Konfrontation, sondern auch zur Unterstützung der Explikation ist es erforderlich, Bildmaterial aus der Systemanalyse und gegebenenfalls Diagramme aus schon erfolgten Aufzeichnungen der Arbeitsabläufe vorzubereiten. Dies sind Photoaufnahmen von Arbeitsplätzen, einzelnen Arbeitsmitteln oder Momentaufnahmen aus den Arbeitshandlungen. Vorkenntnisse über das System, gewonnen durch Besichtigungen, Beobachtungsinterviews, Aufzeichnungen, etc. sind daher notwendig. Weiterhin sind Zusatzpapier (DIN A3, DIN A2) und Zeichenstifte vorzubereiten. Diese Materialien dienen für den Fall, dass Ideen zu einem fremden Rauml layout geäußert werden. Schliesslich ist für eine Aufzeichnung der Benutzeraussagen zu sorgen. Es muss abgeschätzt und eruiert werden, ob die Verhältnisse eine Videokamera, ein Tonbandgerät, oder handschriftliche Notizen bedingen.

(3) Interview:

Es werden Interviews mit jeweils einer Person vereinbart. Die Auswahl der Personen erfolgt nach dem Ziel, für alle beteiligten Akteure (Pflegedienst, Ärzte, Administration, etc.) 2-3 erfahrene Vertreter zu beteiligen. Als Erfahrungswert hat sich eine Interviewdauer von circa 45 Minuten als günstig hinsichtlich Konzentrationsvermögen der Beteiligten und Akzeptanz des Zeitopfers seitens der Benutzer herausgestellt. Die jeweils ersten Interviews mit Vertretern einer Profession sollten eine Vorrunde bilden, mit genügend eingeplanter Zeit für Anpassungen gegenüber der Hauptrunde.



Abb. 49 Beispiel für einen Aufbau des VALAMO im Nebenraum einer Intensivstation.

Zu Beginn des Interviews muss die Methode anhand des Aufbaus (vgl. Abb. 49) vorgestellt werden. Der Benutzer wird aufgefordert, den vorher abgegrenzten Arbeitsablauf zunächst als normale Arbeitsroutine mittels Setzen und Verschieben der Magnetobjekte zu beschreiben. Der Interviewer bittet den Benutzer, bei dieser Beschreibung Schwierigkeiten, Engpässe, Mängel, aber auch positive Aspekte oder Verbesserungsmöglichkeiten zu nennen. Während der Beschreibung ist es Aufgabe des Interviewers, an diese Reflexion zu erinnern.

An geeigneten Stellen ist es die weitere Aufgabe des Interviewers, durch Verständnisfragen und Zurückspiegelungen der Ausführungen des Benutzers präzisere Aussagen zu erzielen (vgl. Verständniserzeugung im problemzentrierten Interview, Lamnek 2005, S.365f). Wurde der Arbeitsablauf derart einmal durchgesprochen, so übernimmt der Interviewer nun die Aufgabe der Ablaufdarstellung und zeigt mit seinem Setzen und Verschieben der Magnetobjekte und seinen Erklärungen das, was er vom Benutzer erkannt, interpretiert und verstanden hat. Ziel ist es, dass zwischen Benutzer und Interviewer über diese Ablaufdarstellung Einigkeit erzielt wird (Abb. 50).



Abb. 50 Standbild der Videoaufnahme in einer typischen Interviewsituation.

Nach dem gleichen Schema (Benutzeraussagen mit Bitte um kritische Reflexion, sowie mit kurzen Verständnisfragen und Zurückspiegelungen; anschließende Wiederholung durch den Interviewer) müssen vom Interviewer Varianten oder Sonderfälle des Ablaufes erfragt werden, sofern diese nicht schon in der ersten Darstellung vom Benutzer mit eingeflochten wurden.

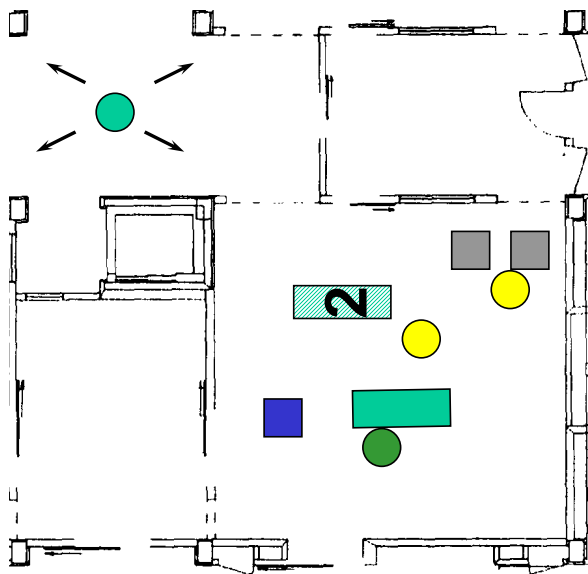
Nach dieser Phase der Verständnisbildung über den IST-Zustand der Abläufe können sich je nach genauerem Untersuchungszweck weitere Fragen anhand eines Interviewleitfadens anschließen. Beispielsweise könnten verschiedene Szenarien der Um- und Neugestaltung im Sinne von „Was wäre wenn...?“ diskutiert werden. Hierzu werden entweder vorbereitete Layoutvarianten oder spontane Zeichnungen auf zusätzlichen Papierbögen eingesetzt.

(4) Transkription der Daten:

Die Aufnahmen (Video, Tonband oder Notizen) werden in lesbare Form gebracht. Da Arbeitsabläufe aus Handlungen von Personen in Raum und Zeit bestehen, kann die Beschreibung eine drehbuchartige Schilderung dieser Handlungsstränge sein. Neben dem Arbeitsablauf sind die Aussagen zu Schwierigkeiten, Engpässen, Mängeln, sowie die positiven Aspekte und die genannten Verbesserungsmöglichkeiten in lesbare Form, beispielsweise in Form einer Tabelle zu bringen. Wurde zusätzlich ein Interviewleitfaden eingesetzt, so werden die Aussagen hierzu möglichst wörtlich in einen Text übertragen, und dieser nach den Themen des Leitfadens und nach weiteren Merkmalen, z.B. der Profession der befragten Person, strukturiert.

(5) Datenanalyse

Die Analyse der erhobenen und in lesbare Form übertragenen Daten besteht zunächst aus dem Vergleich der Beschreibungen über den Arbeitsablauf und der Zusammenführung zu einer Darstellung. Für diese können Standbilder des Arbeitsablaufes mit einem einfachen Graphikprogramm (z.B. Microsoft Powerpoint) nach den Bildern der Videoaufnahmen und auf dem Grund eines eingescannten Architekturplans gezeichnet werden. Abb. 51 zeigt als Beispiel hierzu Bild und Text als Ausschnitt aus einer Transkription von Interviews zu Arbeitsabläufen einer OP-Abteilung.



Der Patient wird im Patientenbett in den OP gefahren. Dort ist eine Instrumentierschwester schon mit der Vorbereitung der Instrumente beschäftigt. Eine weitere OP-Schwester (die spätere Springerin) hilft beim Umlagern des Patienten. Das leere Patientenbett wird von dieser OP-Schwester in den nicht genutzten Vorbereitungsraum gefahren. Der Anästhesiearzt im OP ist meist ein Assistenzarzt, während für je vier OPs ein mehr erfahrener Anästhesiearzt als Supervisor fungiert.

Abb. 51 Ausschnitt aus einer Transkription einer Videoaufnahme. Symbole, Text und eingescannter Grundrissplan wurden mit einem einfachen Graphikprogramm (Microsoft Powerpoint.) zusammengestellt.

Schliesslich sind die Aussagen über Schwachstellen und Mängel zusammenzuführen und nach Gemeinsamkeiten zu ordnen. In einer Art Inhaltsanalyse können in den wörtlichen Aussagen Kernaussagen identifiziert und insgesamt ausgezählt werden. Wurde zusätzlich ein Interviewleitfaden eingesetzt, so kann mit den Aussagen hierzu gleichermassen verfahren werden (vgl. Kap. 3.3.3 Informationssystem).

3.3.2 Anwendungsbeispiele

Ziel der beiden Beispiele ist es, über den beschriebenen Einsatz als Explikationshilfe für Arbeitsabläufe hinaus, weitere Anwendungen des VALAMO in der Systemplanung zu zeigen.



Abb. 52 Anästhesie-Respirator: Untersuchung und Gestaltung von Mensch-Maschine-Interaktion und Interface. Standbild der Videoaufnahme (Bönisch 2005, S.41).

- Ziele:** Beschreibung der Mensch-Maschine-Interaktion zwischen Anästhesisten und Anästhesierespirator und Ermittlung von Benutzeranforderungen in Bezug auf Auswahl und Positionierung von Interfaceelementen.
- Vorgehen:** Der Benutzer (Anästhesiearzt) wird aufgefordert, einzelne Anzeige- und Bedienelemente auszuwählen, zu einem neuen Geräteinterface nach seinem Wunsch zusammenzustellen, und dies schon im Prozess des Gestaltens zu zeigen und zu erklären.
- Autorin:** Bönisch (2005).
- Magnetobjekte:** 84 Interfaceelemente (Anzeigen und Bedienelemente).
- Materialien:** Photodokumentation (30 Seiten) von bestehenden Anästhesierespiratoren. Weisses Papier und Schreib-/Zeichenstifte.
- Umfang:** 9 Interviews mit Ärzten und Pflegefachpersonen der Anästhesie. Dauer je Interview circa 45 Minuten.
- Erhobene Daten:** 920 Benutzeraussagen, 9 Varianten für ein Interfacelayout.

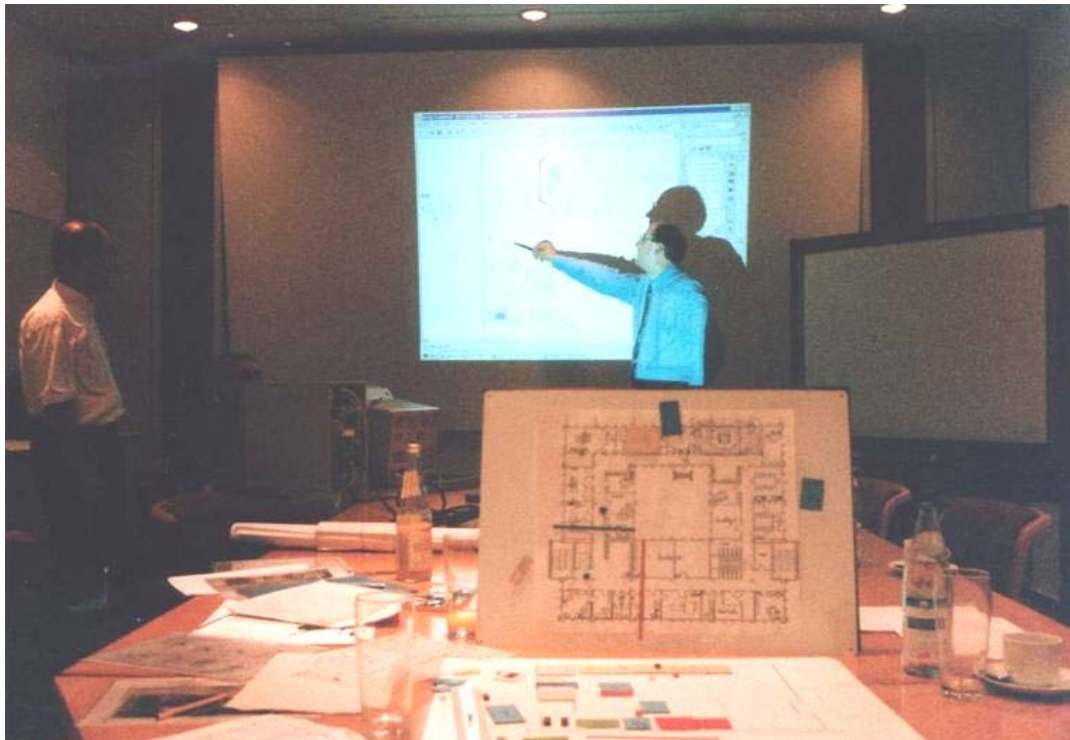


Abb. 53 Neue Radiologie-Abteilung: Planung von Rauml原因 und Arbeitsplätzen. Photoaufnahme aus einer Arbeitssitzung.

Ziele: Übertragung der Benutzererfahrungen mit der bestehenden Station auf die Neuplanung. Unterstützung der Verständigung und Entscheidungsfindung in den Arbeitssitzungen (Planer, Benutzer, Ergonomie-Experte) zur Planung.

Vorgehen: Der Grundriss der bestehenden Station und der Grundriss der neuen Station werden auf zwei Metalltafeln gegenübergestellt. Verschiedene Arbeitsabläufe werden mit Varianten der Geräteanordnung in der neuen Station nachgestellt und ihre Stärken und Schwächen werden in Bezug zur alten Station diskutiert. Die Flächen der Räume in der neuen Station werden durch Einsetzen der Magnetobjekte (Raumflächen der alten Station) beurteilt. Die anhand des VALAMO getroffenen Entscheidungen des Teams aus Benutzern, Planern und Ergonomie-Experte werden einem CAD-Systembediener zur Eingabe oder Änderung diktiert, und von dort projiziert.

Autor: J. Held.

Magnetobjekte: Geplante Geräte (Magnetresonanztomograph, Computertomograph, Anlage zur Nuklearmedizin, Digitales Röntgengerät), Arbeitsplätze und einzelne Raumflächen der bestehenden Station. Magnetobjekte (vgl. Abb. 48 S.79) für Personal und Patienten.

Materialien: Grundrisspläne M1:100 der bestehenden und der neuen Station. Papier und Schreib-/Zeichenstifte.

Umfang: Zwei Arbeitssitzungen mit jeweils circa 6 Stunden Dauer.

3.3.3 Informationssystem

Für die mit dem VALAMO erhobenen, durch die Benutzeraussagen oft sehr umfangreichen Daten über Arbeitsabläufe wurde ein System zur Verdichtung in Tabellen, sowie ein Informationssystem zur Darstellung entwickelt, welches über das Internet genutzt werden kann.

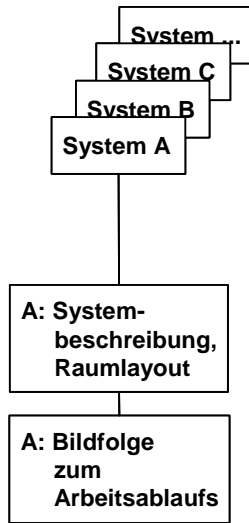
Zur Verdichtung werden aus den wörtlichen Aussage Kernaussagen entnommen und mit Verweis auf Herkunft und Häufigkeit des Auftretens den wörtlichen Aussagen vorangestellt. Tabelle 8 zeigt das Prinzip der Verdichtung an einem Beispiel von fünf Benutzeraussagen zur Sicherheit beim Transport des anästhesierten Patienten von einem Vorbereitungsraum in einen OP-Saal.

Tabelle 8 Beispiel von Kernaussagen, ihr Auftreten in wörtlichen Aussagen, und ihre Häufigkeit nach Berufsgruppe der Befragten (A=Anästhesie, C=Chirurgie, AP=Anästhesie-Pflegedienst, P=OP-Pflegedienst, LP=Lagerungspfleger). Lesart: Die zweite Kernaussage „Bei ASA IV...im OP einleiten“ ist in der wörtlichen Aussage Nr. 1 und 4 enthalten und wurde einmal von einem Anästhesisten (A) und einmal von einer Anästhesiepflegefachperson (AP) genannt.

Patientensicherheit (Transport Vorbereitungsraum→OP-Saal)	A	C	AP	P	LP	Σ
Kein Unsicherheitsfaktor, keine Gefahr, kurzer Weg /2/3/4/5	2	1	1			4
Bei ASA IV, Hochrisikopatienten direkt im OP einleiten /1/4	1		1			2
	3	1	2	0	0	6
1. Nein. Nur Hochrisiko-Patienten werden direkt im Saal vorbereitet und intubiert /AP.						
2. Das Konzept (mit Vorbereitungen) ist sicher, der Patient wird ja während des Transportes mit der Hand beatmet /AP.						
3. Diese Kurztransporte, da kann ich mich nicht erinnern, dass in 20 Jahren was passiert ist. Wenn ich mit dem Patienten nach der OP raus muss auf die Intensivstation, da habe ich viele Probleme, aber diese 3 Meter, da ist wirklich nie was geschehen, wir haben Ausleitungen gemacht jetzt seit etwa 15 Jahren /C.						
4. Patienten der Klasse ASA III sind ohne weiteres vom Einleitungsraum in den OP zu transportieren /A.						
5. Den Transport kann man durchaus so machen, dass das keine Gefahr ist für den Patienten /A.						

Das Konzept des Informationssystems ist es, einerseits für unterschiedliche Arbeitssysteme eine Folge von graphischen Darstellungen mit Erläuterungen gemäss Abb. 51 S.82 anzubieten. Andererseits soll es ermöglicht werden, wörtliche Benutzeraussagen aus verschiedenen Arbeitssystemen zu einem Thema gegenübergestellt anzeigen zu lassen, gewissermassen als eine Konfrontation unterschiedlicher Meinungen. Abb. 54 zeigt den prinzipiellen Aufbau.

Arbeitssysteme



Wissensthemen

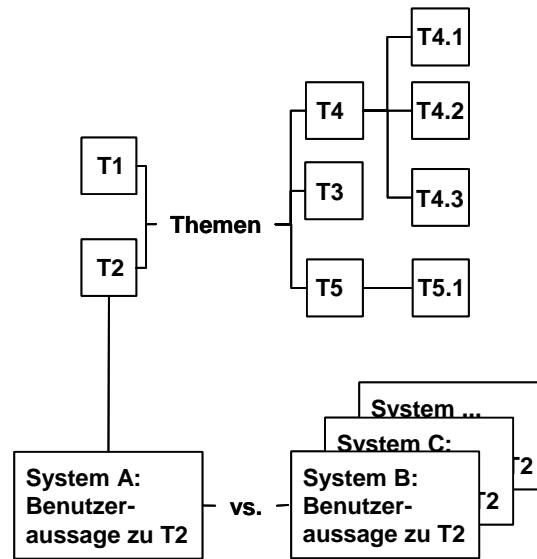


Abb. 54 Aufbau des Informationssystems der mit dem VALAMO erhobenen Daten. Ausgewählt werden können entweder Beschreibungen von Arbeitssystemen und ihrer Arbeitsabläufe (links), oder wörtliche Benutzeraussagen nach Themen einer Art von Wissenslandkarte geordnet (rechts). Die Benutzeraussagen können direkt gegenübergestellt gelesen werden.

Abb. 55 bis Abb. 58 zeigen Bildschirmseiten des Informationssystems mit Datenbeispielen.

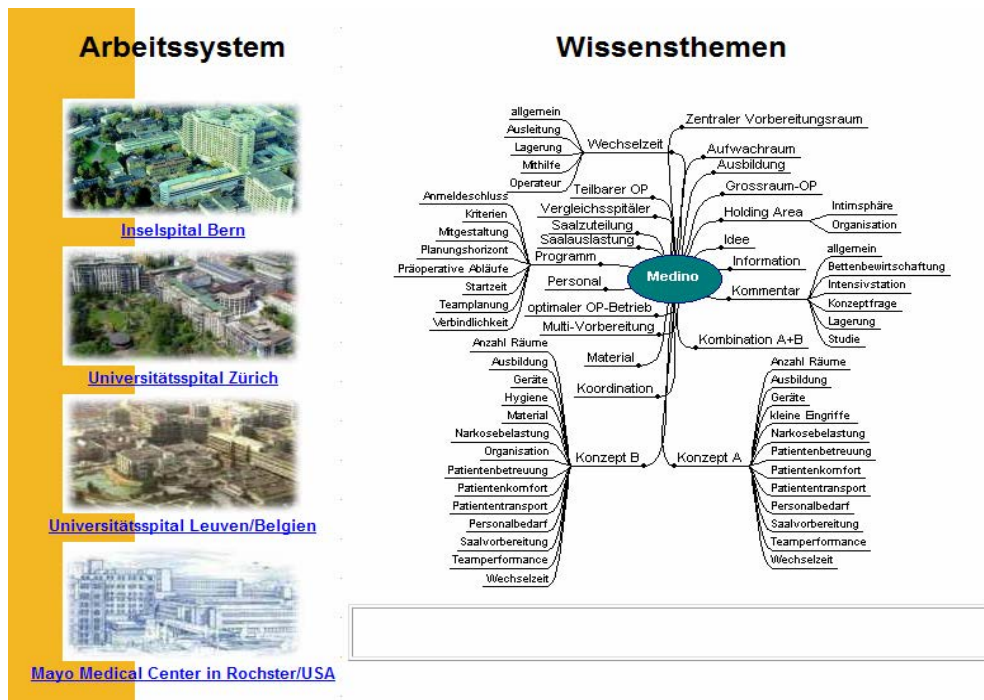
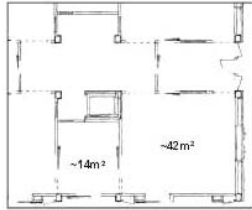


Abb. 55 Hauptseite des Informationssystems mit der Auswahl der Spitäler und der Struktur der Wissensthemen. Ein Anklicken eines Themas führt auf die Bildschirmseite der wörtlichen Benutzeraussagen.

Universitätsspital Leuven/Belgien

[Hauptseite](#) | [Architektur](#) | [Arbeitsablauf](#)



Post Anesthesia Care Unit (Kapazität: 15)

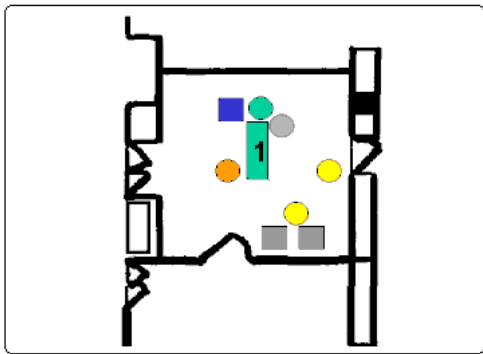
Daten 1996: Betten: 1584, stationäre Patienten: 47000, Durchschnittliche Aufenthaltsdauer: 8,5 Tage
16 OP-Säle wurden 1985 in Betrieb genommen. Weitere 12 OP-Säle folgten 1998.

Details: Der OP-Trakt ist in sogenannte Cluster zu je vier Sälen unterteilt. Diese Cluster bilden eine Einheit, die auch durch die Anordnung von Fenstern in den Wänden der OP-Säle überschaubar ist. Im Clusterzentrum ist ein offener Büroarbeitsplatz mit Computerterminal für die leitende OP-Schwester des Clusters eingerichtet, Jeder Cluster enthält einen Aufzug zur Zentralsterilisation. Die Saalbelegung differenziert nach Wochentagen.

Abb. 56 Bildschirmseite der Systembeschreibung mit Grundriss der OP-Abteilung, hier am Beispiel des Universitätsspitals Leuven - Gasthuisberg. Mit dem Computermauszeiger können Erläuterungen zu Räumen eingblendet werden.

Mayo Medical Center in Rochester/USA

[Hauptseite](#) | [Architektur](#) | [Arbeitsablauf](#)



Während der Vorbereitung, Einleitung und Intubation ist der Anästhesiearzt im Saal anwesend und wird von der Anästhesieschwester unterstützt. Die Instrumente werden parallel dazu aufgedeckt. Die Lagerung erfolgt durch den Assistenzarzt der Chirurgie (surgical resident) und/oder einem chirurgischen Assistenten (surgical assistant).

3. Bild von 6

Abb. 57 Arbeitsablaufbeschreibung in mehreren Bildfolgen. Beispiel aus der OP-Abteilung der Mayo Clinic St. Marys Hospital.

Wissensthemen

[Hauptseite](#) | [Vergleich aus](#) | [Kommentar](#) | [Navigationshilfe](#)

Universitätsspital Leuven

Anästhesie

Feste Saalzuweisungen führt zur Autokratie, in der keine Disziplin der anderen den Saal überlassen will, totale Flexibilität führt zur Anarchie, wer soll dann entscheiden welche Disziplin welche Säle bekommt?

Ich denke ein gutes System weist eine bestimmte Anzahl von Sälen den Disziplinen fest zu und es gibt dann eine Anzahl von Sälen die nach Bedarf zugewiesen oder für Notfälle vorgesehen werden. Und da gibt es dann einen zentralen Koordinator, der weiss wer welche Säle hat und freie Säle zuweisen kann.

Es ist ganz wichtig, dass eine Autonomie bestehen bleibt. Beispielsweise werden im INO HNO, Kiefer- und Neurochirurgie meiner Überzeugung nach 6-7 Säle voll ausnutzen. Und dies inklusive ambulante Patienten und Notfälle. Wichtig ist, dass dort eine Kultur entsteht und dass dort das Personal sich mit dieser Kultur und den Arbeitsplätzen wesentlich besser identifizieren wird, als wenn überall eine flexible Saalzuweisung erfolgen würde. Das schliesst nicht aus, das mit freien Kapazitäten bei Anfrage oder Überlastung einer anderen Abteilung ausgeholfen wird. Es ist aber zu beachten, dass das OP-Pflegepersonal nicht den gesamten Qualifikationsbereich der verschiedenen Fachabteilungen abdecken kann. So wie die Ärzte sich spezialisiert haben, sind auch wir vom Pflegedienst auf wenige (2-3) Fachgebiete spezialisiert.

Inselspital Bern

OP_Pflegedienst

Aufwachraum
Grossraum-OP
Holding Area
Kombination A+B
Konzept A
Konzept B
Koordination
Material
optimaler OP-Betrieb
Personal
Programm
Saalzuweisung
Teilbarer OP
Wechselzeit

Ausbildung
Grossraum-OP
Holding Area
Idee
Information
Kombination A+B
Kommentar
Konzept A
Konzept B
Koordination
Multi-Vorbereitung
optimaler OP-Betrieb
Personal
Programm
Saalauslastung
Saalzuweisung
Teilbarer OP
Wechselzeit
Zentraler Vorbereitungsraum

Abb. 58 Konfrontation der wörtlichen Benutzeraussagen. Am linken Rand kann für die eine Partei das Spital, die Berufsgruppe und das Thema gewählt werden, am rechten Rand entsprechend für die Gegenposition. In der Mitte werden in zwei Fenstern (oberes Fenster = linkes Spital) die Aussagen gegenübergestellt.

3.3.4 Entwicklung

Die Lösung VALAMO wurde 1997 in einem Projekt der Innovationsförderung: Entwicklung einer ergonomisch, mobilen Arbeitsstation für die Anästhesie (KTI-Projekt Nr. 3660.1) initiiert und diente der beteiligungsorientierten Gestaltung von Arbeitsplätzen einer OP-Abteilung. Die damit erzielten positiven Erfahrungen betrafen die Verständnisbildung für neue Arbeitsplatzkonzepte auf Seite der betroffenen Systembenutzer und das Verstehen von arbeitsablaufbedingten Hintergründen der Arbeitsgestaltung bei allen Beteiligten (Benutzer und Planer). Um dies weiter zu erproben, wurde mit Unterstützung des Institutes für Anästhesiologie/Universitätsspital Zürich eine Studie zur Optimierung von Büro- und Bildschirmarbeitsplätzen durchgeführt. Die Bedeutung dieser Spitalarbeitsplätze liegt auch in ihrer Menge und wird leicht unterschätzt, doch umfasst ein Universitätsspital in aller Regel mehr Büroarbeitsplätze als Patientenbetten. Die Studie erfolgte als Fachpraktikum, in dem die Explikationshilfe VALAMO mit Objekten für Fragen der Büroraumgestaltung gestaltet wurde (Abb. 59).

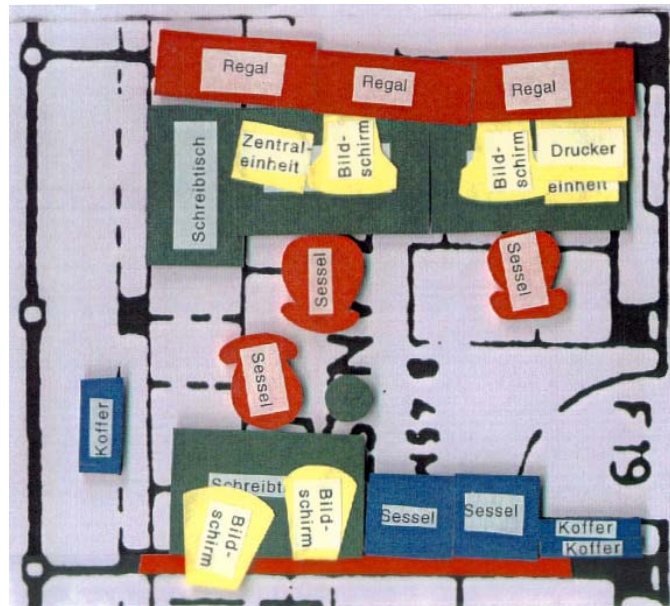


Abb. 59 Grundrissplan und Magnetobjekte eingesetzt für VALAMO-Interviews zur Optimierung von Büroarbeitsplätzen (Held und Krueger 1999, S.565).

Nach den jeweiligen Interviews und bei Konsens der zukünftigen Bürogestaltung wurde die Magnetplatte direkt vor Ort umgedreht auf einen Photokopierer gelegt. Die so erstellten Kopien der neuen, gemeinsam erarbeiteten Gestaltung waren den Benutzern ein wichtiges und sofort sichtbares Arbeitsergebnis der Interviews. Zum Teil sind diese neuen Layoutpläne von den Benutzern mit einem gewissen Stolz und gut sichtbar bis zur Umstellung im „alten“ Büro aufgehängt worden.

In einem weiteren, eingeworbenen Projekt der Innovationsförderung: „Vorstudie zur Neuentwicklung eines Anästhesierespirators“ (KTI Projekt-Nr. 3849.1) wurde im Rahmen einer Diplomarbeit (Schrijver 1998) die Machbarkeit untersucht, VALAMO-Interviews als Methode für ein kooperatives Design (Benutzer und Designer) der Anzeigengestaltung eines Anästhesierespirators zu nutzen. Die Ergebnisse führten zur Bewilligung eines Folgeprojektes: „Systemergonomischer Arbeitsplatz Anästhesie“ (KTI Projekt-Nr. 4562.1) und die Einsatzweise von VALAMO-Interviews zur Interfacegestaltung konnte in einer Promotionsarbeit (Bönisch 2005) weiterentwickelt werden (vgl. Abb. 52 S.83). Doch schon vor Beginn dieser Forschungsarbeit erfolgte der Einsatz von VALAMO-Interviews zur Verständigung über Arbeitsabläufe. Anstoss hierfür war der Auftrag in Ländern unterschiedlicher Kultur und Sprache Benutzererfahrungen aus den Abläufen in OP-Abteilungen zu erheben (vgl. Abb. 48 S.79).

Kapitel 4: Projektbeispiele

Es folgt die Darstellung von sieben Projektbeispielen, geordnet nach den Bereichen Spitalplanung und -neubau (Operationszentrum, Patientenvorbereitung, Intensivstation), medizintechnische Produktentwicklung (Anästhesierespirator), automatisierte Produktion (Thixoforming, Textilproduktion) und Verkehrskontrollsysteme (Rail Control Center).

4.1 Operationszentrum

Am Universitätsspital Bern - Inselspital (circa 1000 Betten) werden die Intensivbehandlungs-, Notfall- und Operationsbereiche saniert, wofür unter anderem ein neues Gebäude als Ergänzungsbau vorgesehen ist. Auf circa 50'000 qm sollen in etwa 25 OP-Säle, 40 Behandlungsplätze für die Intensivbehandlung und 14 für die Notfallstation entstehen. Für die gesamte Bauaufgabe wurde von der Legislative auf der Basis des Planungsleitbildes, und ohne ein Projekt zu verlangen, ein Kostendachkredit von 215 Mio. Schweizer Franken (135 Mio. Euro) bewilligt. Das Vorhaben wird abgekürzt als INO-Projekt bezeichnet.

Die Planung erfolgt in drei Teilprojekten (Primär-, Sekundär-, Tertiärsystem), die den Spitalbau vereinfacht betrachtet in: „Gebäudehülle und Logistik“, „Raumlayout und Installationen“, sowie „Inneneinrichtung und Geräte“ unterteilen. Für die drei Teilprojekte sind drei Ausschreibungen und Wettbewerbe geplant. Nachdem der erste Wettbewerb für das Primärsystem entschieden wurde (Abb. 60) und zum Zeitpunkt, als das Sekundärsystem (Raumlayout, Installationen) zum Wettbewerb ausgeschrieben wurde, entschloss sich die Betriebsprojektleitung, eine Ergonomiestudie für das INO-Projekt in Auftrag zu geben.

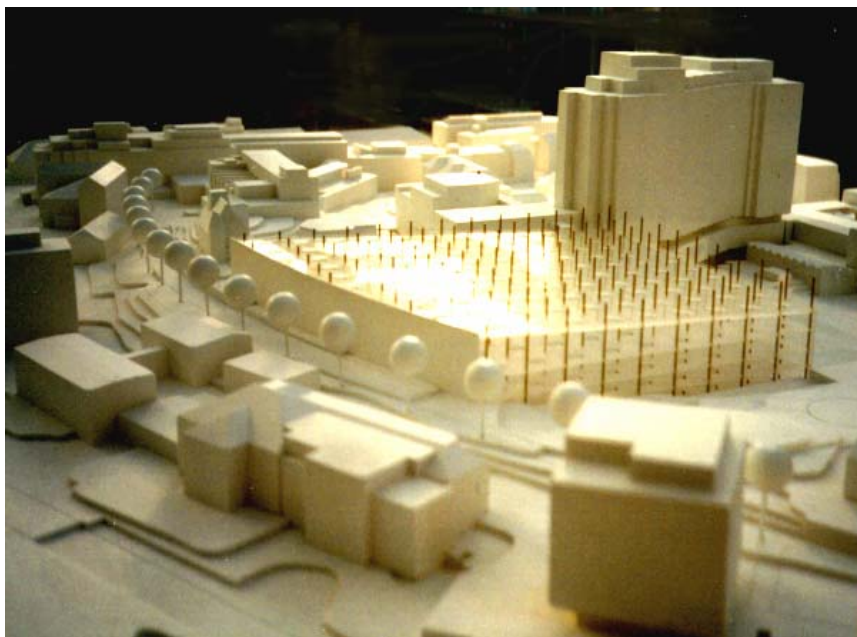


Abb. 60 Ausgangspunkt der Ergonomiestudie: Die Gebäudehülle (Primärsystem) ist entschieden, das Raumlayout als innere Struktur (Sekundärsystem) ist noch nicht geplant, sondern erst zum Wettbewerb ausgeschrieben. Photographie des Siegerprojektes (Baukörper in Bildmitte) für das INO-Primärsystem.

Auftrag an den Ergonomie-Experten

Für die Entscheidung der Jury über die eingereichten Entwürfe zum Rauml原因 und für die spätere Ausführungsplanung des ausgewählten Architektenteams soll der Ergonomie-Experte Daten über Vor- und Nachteile von Arbeitsabläufen verschieden gestalteter Operationsabteilungen in Spitälern des In- und Auslandes erheben und zusammenzustellen. Erst nach Einreichung der Architekturentwürfe soll der Ergonomie-Experte die Studienergebnisse der Jury und den Benutzerteams des INO-Projektes kommunizieren. Die Entwurfsarbeiten der Architekten und die Ergonomiestudie liefen also zeitgleich, ein Informationsaustausch zwischen diesen Arbeiten war untersagt worden.

Auftraggeber ist die INO-Betriebsprojektleitung des Universitätsspitals Bern. Hintergrund dieses Auftrages war die Uneinigkeit zweier Benutzerteams (Anästhesie und Chirurgie) über zwei mögliche Konzepte A oder B:

Konzept A Vorbereitungsräume: Es bestehen Vorbereitungsräume, in denen jeweils Vorbereitung, Einleitung, Intubation und Lagerung eines Patienten stattfinden.

Konzept B Saaleinleitung: Es bestehen OP-Säle, in denen die restlichen Vorbereitungen, Einleitung, Intubation und Lagerung ausgeführt werden.

Die Ausleitung soll, so der Auftraggeber, in beiden Konzepten im OP-Saal erfolgen.

4.1.1 Gesamtergebnis und Methoden

Die Ergebnisse der Ergonomiestudie INO zeigten sich in der Arbeit der Wettbewerbsjury wie folgt (Hochbauamt 1998):

- Bei sieben der acht abgelehnten Entwürfe wurden Mängel im Layout der OP-Abteilung kritisiert, die den Anforderungen aus der Ergonomiestudie widersprachen.
- Der Sieger des Wettbewerbs war mit einer übersichtlichen Clusterstruktur der OP-Abteilung, und dem Einsatz eines wahlweise nutzbaren Vorraums für Vorbereitung, Einleitung, Intubation oder Ausleitung, Extubation, konform zu dem Ergebnis der Ergonomiestudie.

Die Datenbasis der Ergonomiestudie sind Arbeitsablaufbeschreibungen und Benutzeraussagen aus OP-Abteilungen von vier Spitälern der Länder: Schweiz (2), Belgien (1) und USA (1). Diese Daten sind dem Auftraggeber, der Jury, den Systembenutzern, und den Planern des Sekundärsystems in einer Präsentation mit circa 90 geladenen Teilnehmern, und in einem Bericht (127 Seiten, Versand: 100 Exemplare) mitgeteilt worden.

Eingesetzte Methoden der Ergonomiestudie

Literaturrecherche Recherche mit Bezug zur Untersuchungsfrage (Konzept A vs. B) und zum Thema Rauml原因 einer OP-Abteilung.

Systemanalysen Vier Spitäler wurden vom Auftraggeber aufgrund von Absprachen mit den Benutzerteams ausgewählt. Auswahlkriterien waren: Betriebskonzept mit grosser Anzahl OP-Sälen auf einer Geschossebene, Unterschiede in Rauml原因, Raumnutzung und Betriebskonzept. Die vier Spitäler S1-S4 sind:

S1 Universitätsspital Bern - Inselspital, Schweiz Konzept A

S2 Universitätsspital Zürich, Schweiz Konzept A

S3 Universitätsspital Leuven - Gasthuisberg, Belgien Konzept B

S4 Mayo Clinic: Saint Marys Hospital, USA Konzept B

In diesen vier Spitälern wurden Besichtigungen der OP-Abteilungen und Interviews mit deren Benutzern (Anästhesie, Chirurgie, Pflegedienste) durchgeführt:

Es wurden pro Spital zwei Rundgänge mit Beobachtung von Arbeitsabläufen mit jeweils einem anderen Systembenutzer als begleitende Auskunftsperson durchgeführt. Wenn möglich wurden Photoaufnahmen der Arbeitsplätze erstellt und Materialien wie Grundrisspläne, Statistiken etc. erhoben.

VALAMO-
Interviews

Die Explikationshilfe VALAMO wurde gemäss Abb. 48 S.79 mit Magnetobjekten und Plänen M1:100 vorbereitet und zusammen mit einem Interviewleitfaden mit 20 Kategorien in Bezug auf OP-Layout, Betriebskonzept und Benutzeraussagen zu den Konzepten A und B eingesetzt. Die Anzahl befragte Benutzer(Spital) betrug: 14 (S1), 5 (S2), 6 (S3), 7 (S4), insgesamt 32 exkl. 1 Probeinterview in S2. Ein Interview dauerte circa 1 Stunde und wurde aufgezeichnet (Video/Tonband), sowie im Anschluss daran in ein Textdokument übertragen. Dieses wurde in einer Reviewrunde dem jeweils Befragten zugesandt mit der Aufforderung, seine Aussagen zu lesen und eventuell durch handschriftliche Kommentare im Textdokument zu korrigieren. Neun weitere Experten (u.a. Wissenschaftler, Planer), ausgewählt durch den Auftraggeber, wurden nach der gleichen Methode befragt. Alle Interviews wurden in der vom Befragten gewünschten Sprache (Deutsch, Englisch, Französisch) durchgeführt. Benutzeraussagen wurden gemäss dem in Kap. 3.3.3 S.85 vorgestellten Verfahren verdichtet und strukturiert.

FIT-System Zwei Arbeitsabläufe für den OP-Saalwechsel (Patientenwechsel) in den Spitälern S1, S3 und ein Arbeitsablauf für die Vorbereitung und Einleitung im OP-Saal (S2), sowie zwei Abläufe der Teamarbeit in Vorbereitungsräumen wurden mit dem FIT-System aufgezeichnet (S1, S2). Bei der Teamanalyse im Vorbereitungsraum wurde jeweils ein Patient zur aufwendigen Vorbereitung für einem Eingriff der Herzchirurgie gewählt.

Informationssystem Nach Projektabschluss wurden die Daten (Systembeschreibungen, Arbeitsablaufbeschreibungen, wörtliche Benutzeraussagen) in das Informationssystem (vgl. Kap. 3.3.3 Abb. 54 S.86) eingespeichert.

Zeitstruktur des Methodeneinsatzes

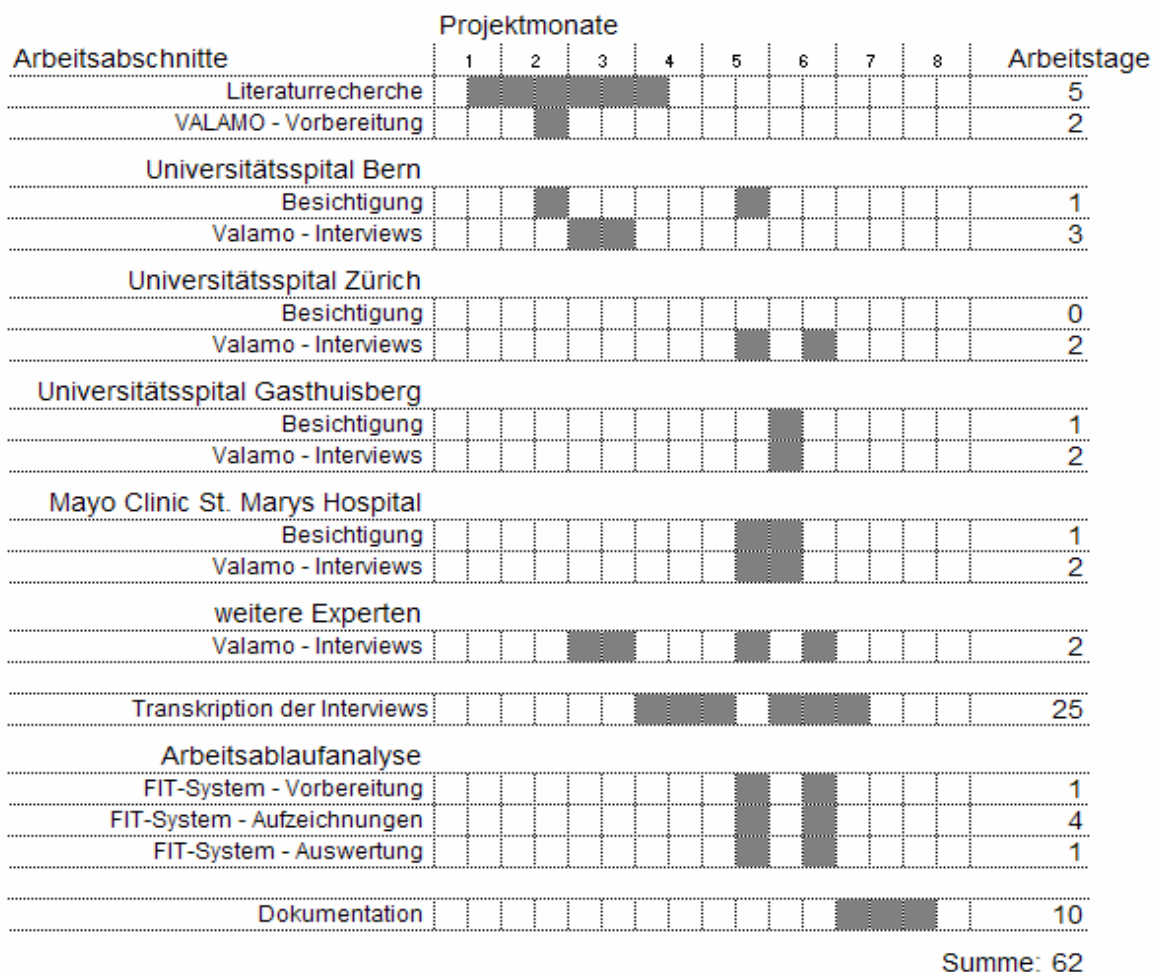


Abb. 61 Ergonomiestudie INO: Zeitliche Lage der Arbeitsabschnitte und der Umfang an Arbeitstagen (Aufwand von 8 Stunden Arbeitszeit). Eine Besichtigung der OP-Abteilung im Universitätsspital Zürich war schon in einem früheren Projekt erfolgt.

4.3.2 Einzelresultate

Die Resultate der einzelnen Methoden sollen im Folgenden beschrieben werden. Ziel der Beschreibung ist es, Art und Umfang der Daten zu veranschaulichen, um eine spätere Nutzenanalyse und Diskussion damit verknüpfen zu können.

Literaturrecherche

Zum Zeitpunkt der Untersuchung spiegelte sich die Auseinandersetzung über das Layout von OP-Abteilungen in stellvertretender Weise durch folgende Literaturstellen wieder:

- Van Aken et al. (1984) liefern die ursprünglichen Argumente der beiden Konzepte. Vorteile von separaten Ein- und Ausleitungsräume sind demnach: Höhere OP-Frequenz pro OP-Tisch, weniger beängstigende Umgebung, kein langes Warten in OP-Fluren, mehr Ruhe für Patient und Anästhesist, und keine Extubation im OP. Als Nachteile der separaten Ein- und Ausleitungsräume wird genannt: personeller Mehraufwand, hohe Investitionskosten bei teilweiser geringer Nutzung, und zusätzlicher Patiententransport als problematisch für Risikopatienten. Durch Diskussion dieser Argumente kommen die Autoren zu dem Schluss, dass auf Ausleitungsräume zu verzichten ist, Risikopatienten im OP-Saal einzuleiten sind und für alle anderen Patienten ein möglichst einfach eingerichteter Einleitungsraum ausreicht.
- Friesdorf (1984) und eine von ihm geleitete Arbeitsgruppe fordert die Auskopplung der Vorbereitungsräume von der patienten-unfreundlichen Gestaltung der OP-Abteilung in eine wohnliche Atmosphäre ausserhalb der OP-Abteilung.
- Holst und Wendt (1996) entwickeln die Idee, anstelle der Grundfläche eines OP-Saales und eines Vorbereitungsraumes, einen grossen OP-Saal mit einer Zwischenwand und Türe zu versehen. Der Chirurg kann so von einem Teilsaal direkt in den anderen Teilsaal wechseln, in dem der Patient parallel zur vorherigen Operation vorbereitet und eingeleitet wurde.
- Guthknecht (1997) hält am Konzept mit Vorbereitungs- und mit Ausleitungsräumen fest. Zur Wirtschaftlichkeit dieses Konzepts fordert er die stärkere Nutzung von Personalsynergien und zeigt Möglichkeiten der Kosteneinsparung durch einfache Hygienemassnahmen auf.

Systemanalysen

Abb. 62 bis Abb. 65 zeigen das Rauml原因 der OP-Abteilungen aus den vier Spitälern.

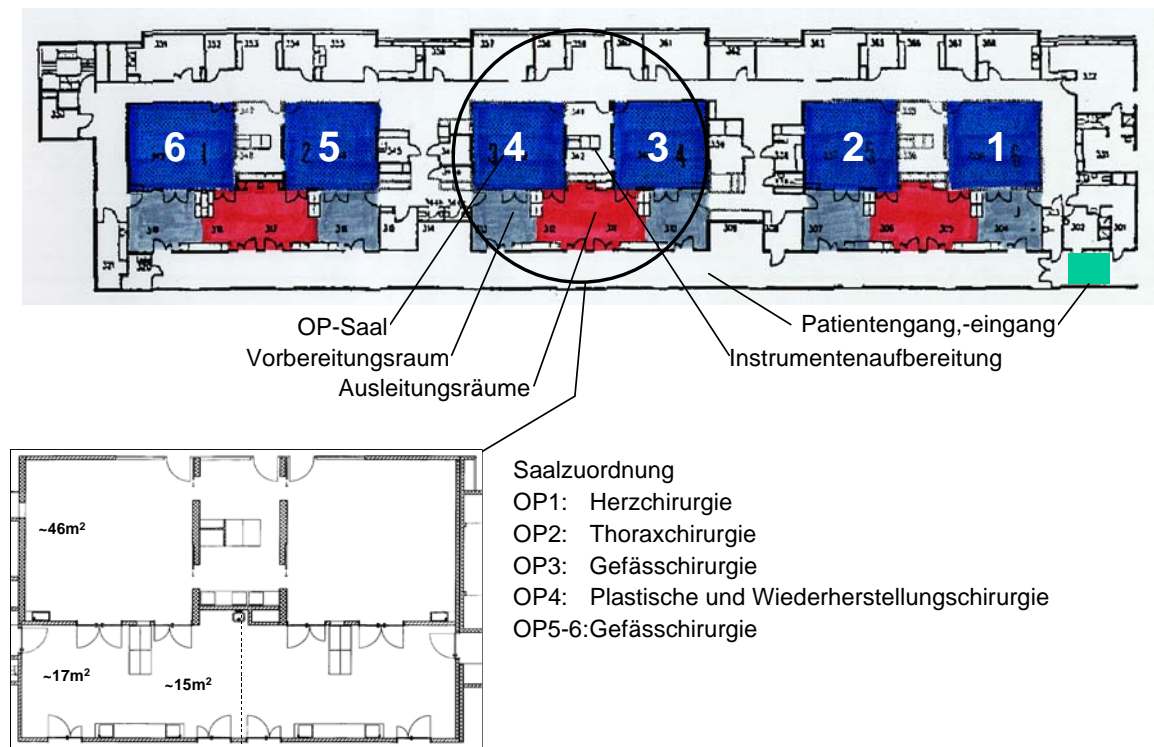


Abb. 62 Inselspital Bern OP-Trakt E-West. Inbetriebnahme 1964.

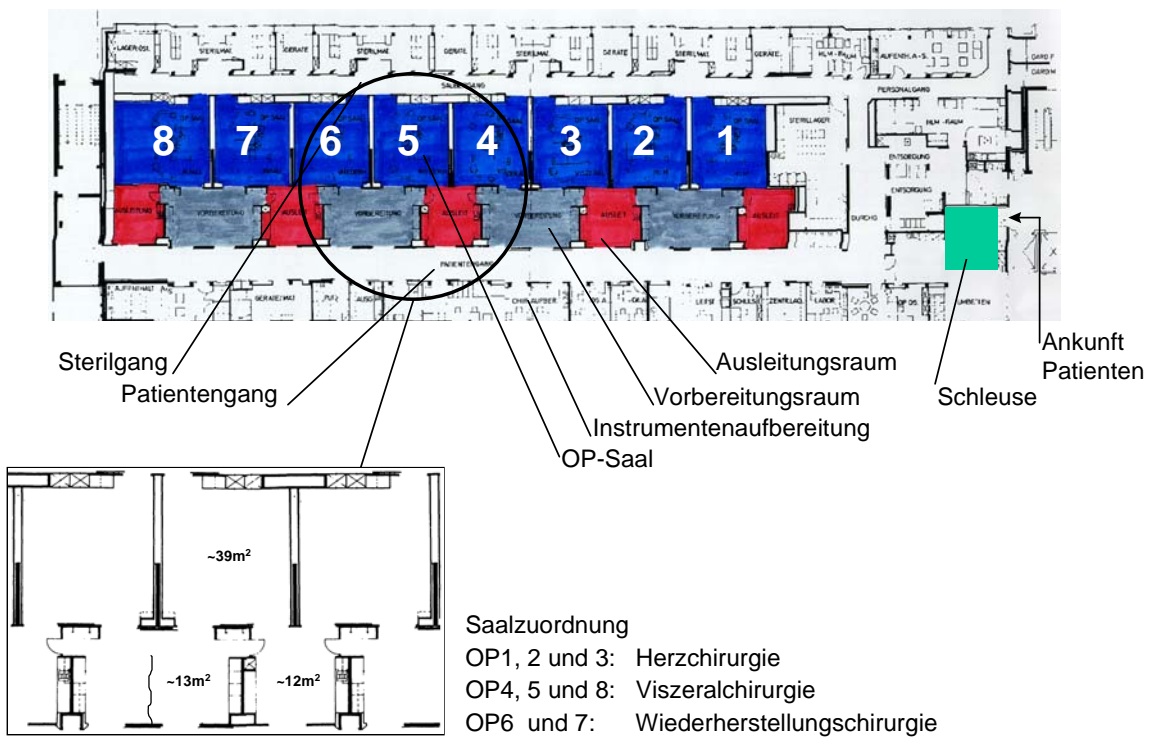


Abb. 63 Universitätsspital Zürich OP-Trakt F-OP. Inbetriebnahme 1990.

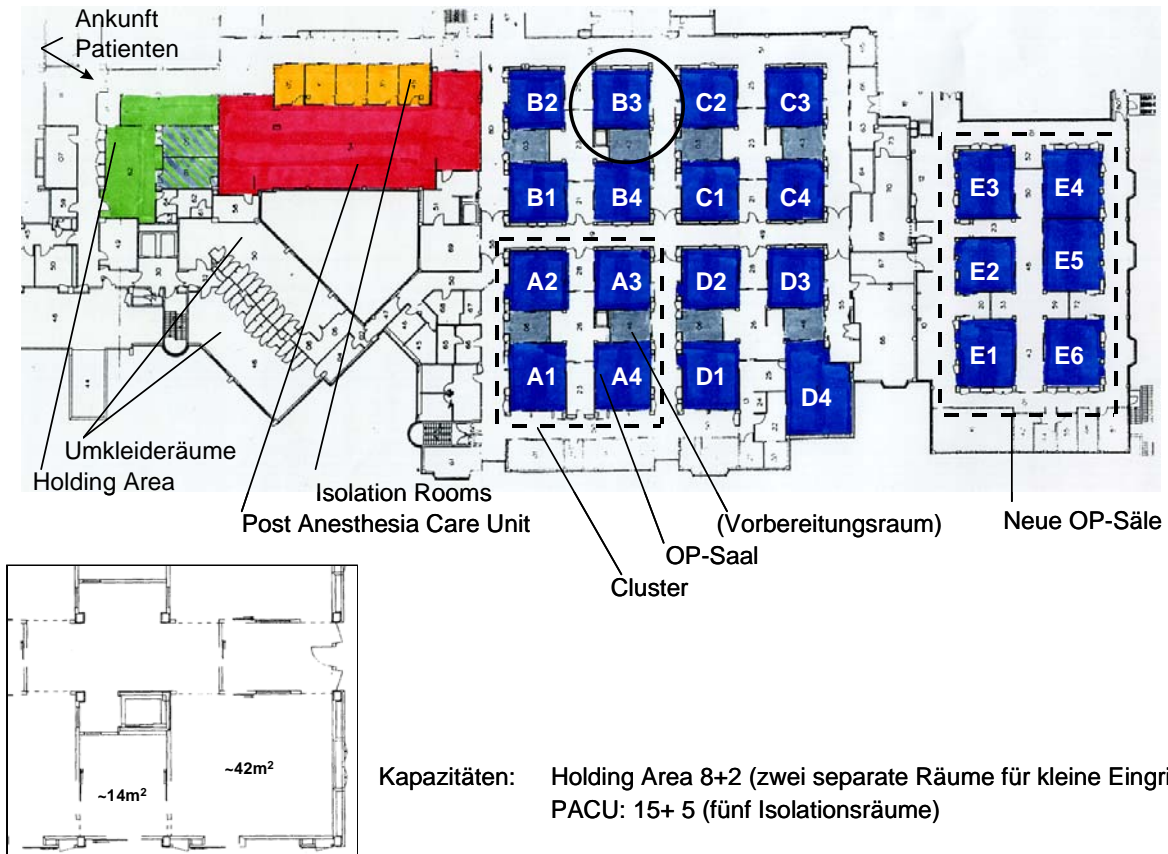


Abb. 64 Universitätsklinik Leuven - Gasthuisberg. Inbetriebnahme 1985, Anbau 1998.

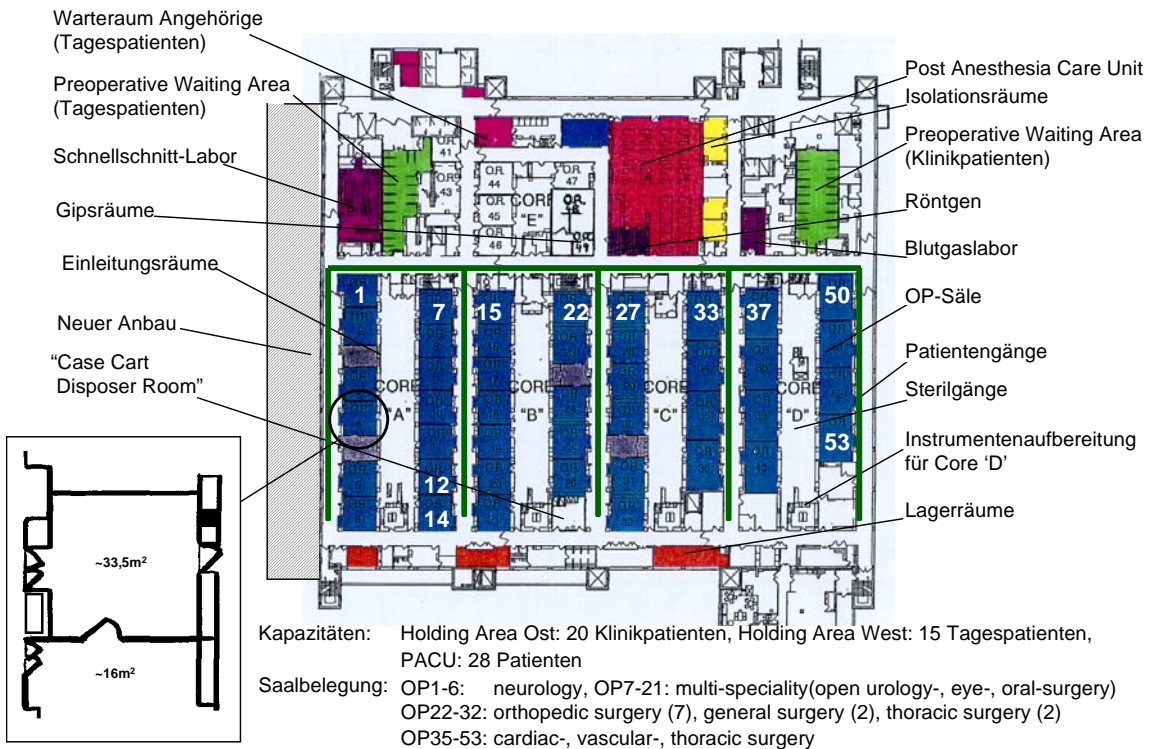


Abb. 65 Mayo Medical Center - Saint Marys Hospital. Inbetriebnahme 1981.

Die Analysen der OP-Abteilungen zeigte, dass die Arbeitsabläufe in den ausländischen Vergleichsspitälern (Belgien, USA) personaleffizienter als diejenigen der Schweiz (Bern, Zürich) sind. Dies zeichnet sich ab an Aufgabenverteilungen, wie z.B.: OP-Schwester assistiert dem Anästhesisten, an fehlenden Berufsgruppen, z.B.: kein Anästhesie-Pflegedienst im Universitätsspital Leuven, und durch eine verstärkte Teamarbeit, z.B. Assistent der Chirurgie hilft bei Lagerung des Patienten. Bei diesen Spitälern waren ursprünglich für die OP-Abteilungen Vorbereitungsräume für alle (Gasthuisberg - Leuven) oder zumindest für einige OP-Säle (Mayo - Rochester) geplant und gebaut worden, jedoch werden diese Räume nun nicht mehr durchgängig als solche verwendet.

Die Analysen ermöglichten es, die Grundrisspläne der OP-Abteilungen besser zu verstehen. Kennzeichen der beiden Schweizer Spitäler (Bern, Zürich) ist dabei eine Reihenstruktur von OP-Sälen mit jeweils vorgelagerten Räumen für die Vorbereitung und Ausleitung der Patienten. Dagegen ist im Spital Gasthuisberg - Leuven die OP-Abteilung durch Cluster mit vier oder sechs OP-Sälen geordnet und das St. Marys Hospital der Mayo Klinik weist ein Layout mit mehreren Reihen und dazwischen liegenden, breiten Sterilgängen für die Instrumentenvorbereitung auf. Es zeigte sich, dass die OP-Abteilung im Universitätsspital Leuven - Gasthuisberg ein Raumlayment mit gutem Überblick und Einblick aufweist, da die OP-Säle als Cluster angeordnet sind, und zusätzlich durch mehrere Fenster in den OP-Saalwänden eine schnelle Orientierung über je vier Säle von der Clustermitte aus möglich ist.

VALAMO-Interviews

Aus den VALAMO-Interviews resultierten die Arbeitsablaufdarstellungen gemäss Abb. 51 S.82. Für jedes Spital genügen dabei vier Standbilder genügen, um die Arbeitsabläufe daran zu beschreiben. Abb. 66 zeigt diese im Vergleich zwischen dem Universitätsspitalern Bern und Leuven und Abb. 67 die Abläufe im Vergleich zwischen dem Universitätsspital Zürich und der Mayo Clinic St. Marys Hospital.

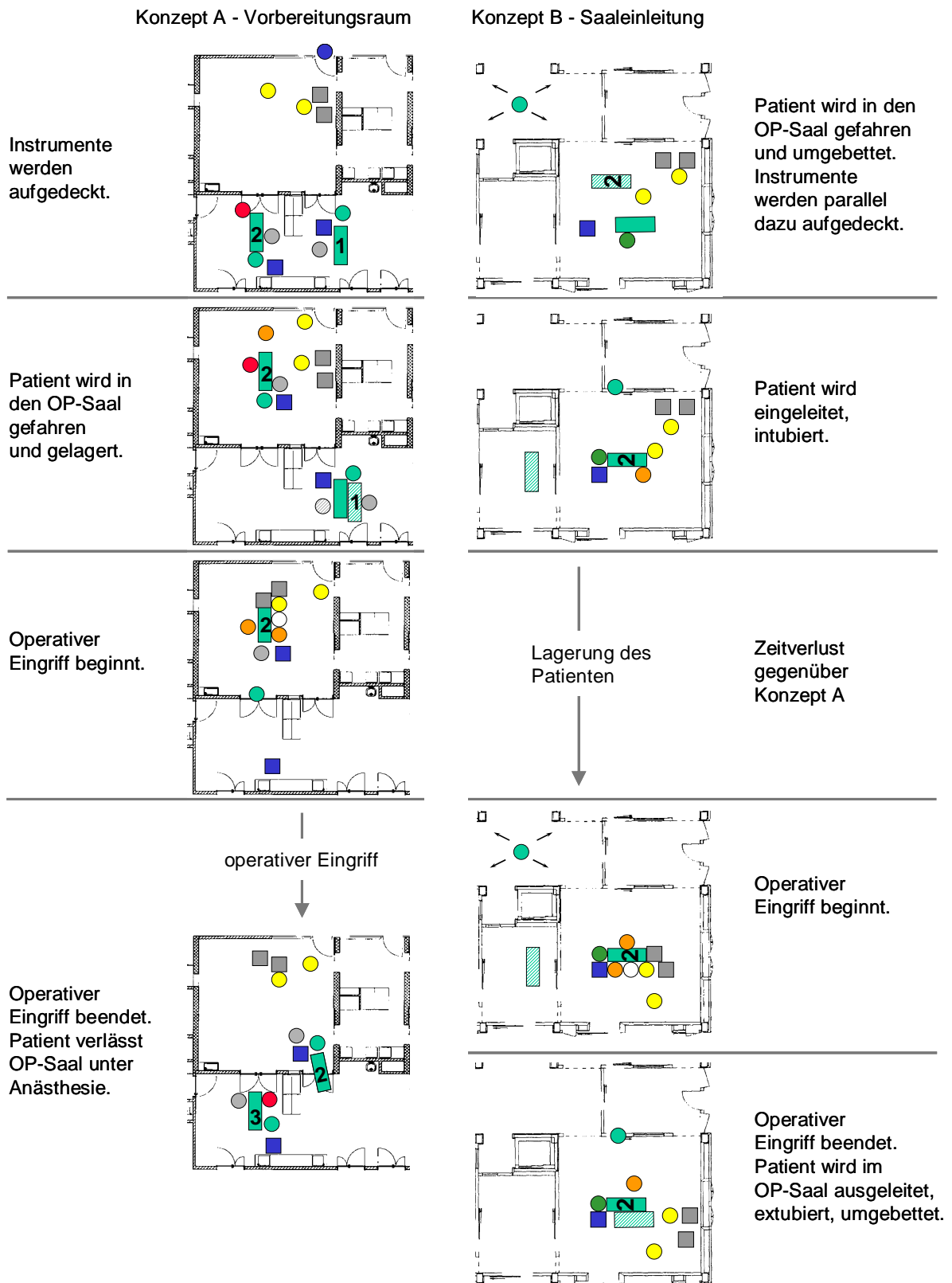


Abb. 66 Universitätsspital Bern und Leuven: Arbeitsabläufe im Konzept A - Vorbereitungsraum und Konzept B - Saaleinleitung im Vergleich. Angenommen wird, dass die Einleitung-Intubation-Lagerung länger dauert, als das Aufdecken der Instrumente, und somit im Vergleich ein Zeitverlust im Konzept B - Saaleinleitung entsteht. Der betrachtete Patient trägt in den Darstellungen die Nummer 2.

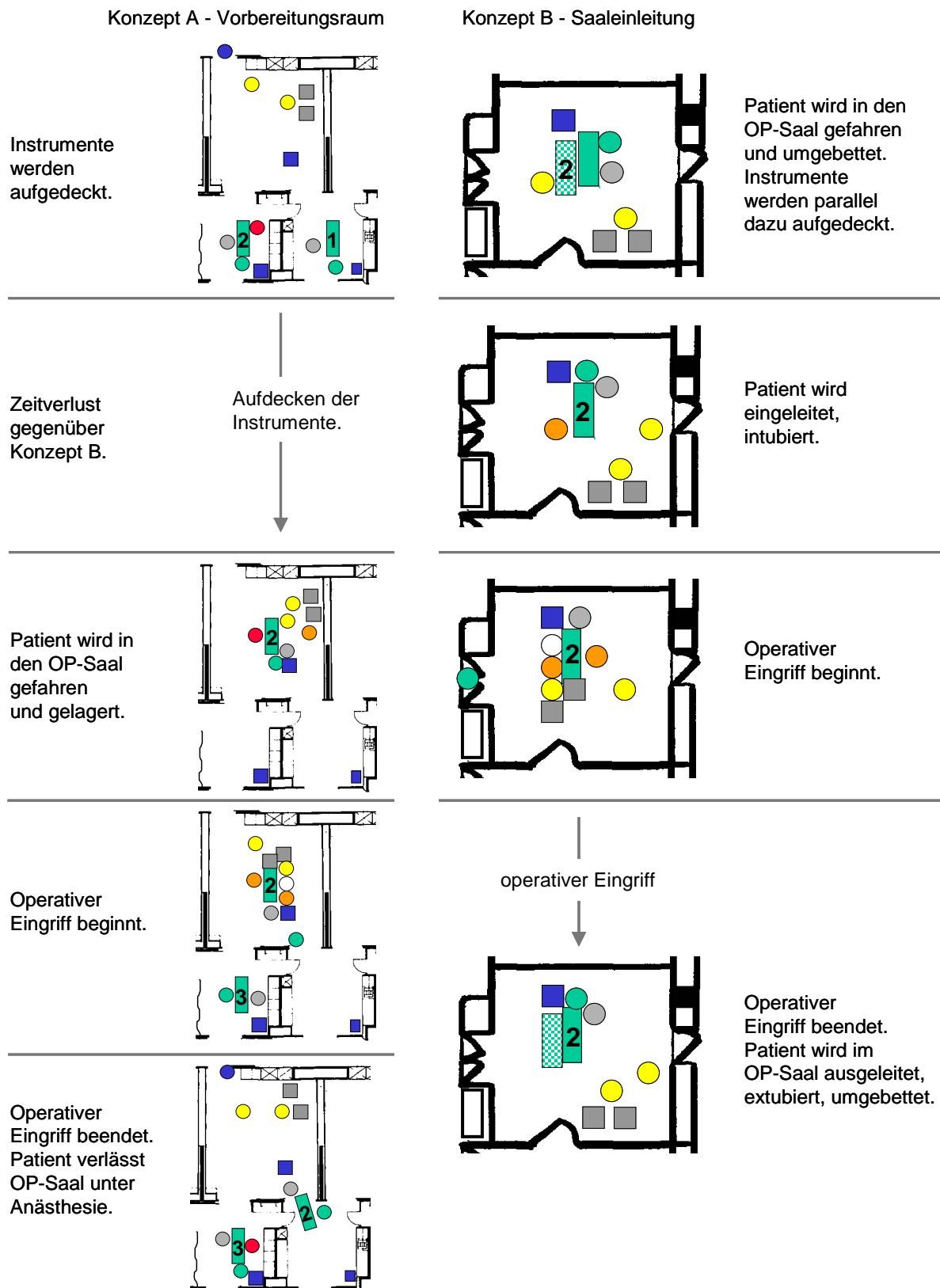


Abb. 67 Universitätsspital Zürich und Mayo Clinic St. Marys Hospital: Arbeitsabläufe im Konzept A - Vorbereitungsraum und Konzept B - Saaleinleitung im Vergleich. Angenommen wird, dass das Aufdecken der Instrumente länger dauert, als Einleitung-Intubation-Lagerung, und somit im Vergleich ein Zeitverlust im Konzept A - Vorbereitungsraum entsteht. Der betrachtete Patient trägt in den Darstellungen die Nummer 2.

Für die Ergebnisse der VALAMO-Interviews werden hier zu den 20 Themen des Leitfadens die Kernaussagen auf Basis der 580 Benutzeraussagen dargestellt.

Patientensicherheit	Die Patientensicherheit ist in beiden Konzepten gewährleistet. In der Praxis der Vergleichsspitäler für das Konzept B (keine Vorbereitungsräume, Einleitung im OP-Saal) werden ohne besondere Vorkehrungen im Arbeitsprozess oder aufwendige Raumlufotechniken keine Probleme aufgrund mangelnder Hygiene genannt. Die Rasur wird nicht in den OP-Sälen ausgeführt.
Patientenkomfort	Die Benutzer des Konzeptes A - Vorbereitungsräume (Inselspital und Universitätsspital Zürich) proklamieren den Lärm als Stressor für einen Patienten im Konzept B - Saaleinleitung. In der Praxis der ausländischen Vergleichsspitäler erfolgt Rücksichtnahme durch die Mitarbeiter (Ruhe, wenig Personen im OP) in der kurzen Zeitspanne des wachen Patientenzustandes (vgl. auch Tabelle 9 und Tabelle 10).
Patientenbetreuung	Die Konstanz in der Betreuung des Patienten durch ein und denselben Anästhesisten ist von Bedeutung für die Qualität des Patientenprozesses. Im Universitätsspital Leuven entstehen aufgrund der Personaleffizienz Betreuungswechsel.
Narkosebelastung	Im Konzept A können längere Anästhesiezeiten entstehen, deren Einfluss auf Qualitäten des Patientenprozesses wird gering bewertet.
Wechselzeit (Patientenwechsel)	Hier tritt der Faktor Ausleitung/Extubation gegenüber den Koordinationsaspekten und Ausbildungsaufgaben in den Vordergrund. Er bildet aus der Erfahrung der Benutzer einen unbestimmten Zeitfaktor. Dagegen besteht Gewissheit, dass die Mithilfe der Chirurgie (Assistenzarzt, 2. Operateur) beim Wechsel eine Zeitersparnis erzielt. Grösstenteils praktiziert wird dies nur im Inselspital Bern. Das Vergleichsspital in Leuven führt als einziges Vorbereitungsarbeiten (Elektroden platzieren, peripher-venöse Zugänge legen) in der Holding Area aus. Beide Vergleichsspitäler des Konzeptes B leiten aus Zeitgründen Regionalanästhesien ausserhalb des OP-Saales, in Eingriffsräumen oder Blockräumen ein.
Saalvorbereitung	Konzeptunabhängig sprechen die Erfahrungen für eine Zeitersparnis durch das Ausführen anderer Tätigkeiten im OP-Saal während des Aufdeckens der Instrumente.
Personaleinsatz	Die Vergleichsspitäler des Konzeptes B nennen Personalkosten als Grund für die Abkehr von Vorbereitungsräumen. Durch die Überwachung mehrerer (2-4) OP-Säle durch einen Anästhesiearzt (Supervisor) und nur einem Anästhesiemitarbeiter pro Saal entstehen personaleffiziente Arbeitsformen.

Teamperformance	In beiden Konzepten steht einer guten Zusammenarbeit nichts im Wege. Der Teamgedanke ist im Konzept B im Vordergrund, dagegen werden für das Konzept A Möglichkeiten für Kommunikation über die räumliche Trennung hinweg genannt.
Ausbildung	Hier werden auch aus der Praxis Einschränkungen durch das Konzept B genannt. Das Konzept A wird als vorteilhafter angesehen.
Kleine Eingriffe im OP-Saal	Im Inselehospital mehrheitlich befürwortet und teilweise praktiziert, äussern die Benutzer der Vergleichspitäler die Bedenken einer Blockade des OP -Saals, und dass ambulante Patienten Raum und Personal am Vormittag binden und somit Engpässe entstehen.
Materialunterbringung	Stellt in der Praxis der Benutzer im Konzept B - Saaleinleitung kein Problem dar.
Geräteinvestition	Mehr Gerätekosten im Konzept A - Vorbereitungsraum sind gegenüber den ebenfalls erhöhten Personalkosten von geringer Bedeutung.
Anzahl Räume	Für Konzept A wird ein Vorbereitungsraum für 2-3 OP-Säle als plausible Möglichkeit genannt. Für Konzept B werden circa 25% mehr OP-Säle als erforderlich für Ausweichmöglichkeiten genannt.
Holding Area	Die Intimsphäre des Patienten und bei Vorbereitungsarbeiten der zusätzliche Behandlungsabschnitt werden als Probleme genannt, eine Funktionseinheit mit dem Aufwachraum als vorteilhaft angesehen.
Aufwachraum	Eine gute personelle Besetzung aufgrund der möglicherweise kritischen Aufwachphase, sowie eine Trennungsmöglichkeit zwischen Tagespatienten, stationären Patienten und Kindern sollte bestehen.
Ein zentraler Vorbereitungsraum	Die dabei nötigen langen Transportwege werden mehrheitlich als personalaufwendig und patientenunfreundlich bewertet.
Grossraum-OP	Ist ein Rückschritt, der mehrheitlich nicht toleriert wird.
Teilbarer OP	Ist ein vorstellbares Konzept, das auf Interesse stösst.
Konzepte A+B	Eine Kombination beider Konzepte ist aufwendig (Organisation) und besitzt eine schlechte Nutzung (Räume, Geräte).
Konzept-Ideen	Eine Unterteilung der OP-Säle in Sektionen und überschaubare, flexible Raumstrukturen, sowie Büro-Arbeitsplätze für einen Zwischenaufenthalt des Chirurgen in der OP-Abteilung werden genannt.

Mit Tabelle 9 bis Tabelle 10 werden hier Beispiele für die wörtlichen Aussagen der Benutzer und davon abgeleitete Kernaussagen aus zwei Spitälern mit unterschiedlicher Arbeitsweise gegeben. Es galt Stellung zu nehmen zum Argument, dass der Patientenkomfort durch Lärm und Ängste eingeschränkt sei, wenn direkt im OP-Saal eingeleitet wird.

Tabelle 9 Universitätsspital Gasthuisberg - Leuven. Benutzeraussagen und Kernaussagen zum Thema Patientenkomfort bei Saaleinleitung. Zum Aufbau der Tabelle vgl. Erläuterungen Tabelle 8 S.85.

Universitätsspital Leuven - Gasthuisberg						
Patientenkomfort im Konzept B - Saaleinleitung	A	C	AP	P	LP	Σ
nur kurz, bis Patient schläft, Rücksichtnahme /2/3/4/8/9	1	1		3		5
OP nicht patientenfreundlich /1/6/8	3					3
relativ, hängt ab von Vorbereitung und Prämedikation /1	1					1
durch persönlichen Kontakt beruhigen /2				1		1
Patient in Vorbereitung genausoviel Angst /5				1		1
Patient in Holding Area intubieren /9		1				1
	5	2	0	5	0	12
<p>1. Das sind relative Probleme, abhängig von den Vorbereitungen und der Prämedikation des Patienten. Wenn das richtig gemacht ist, dann ist das ein relativ kleines Problem. Selbstverständlich ist die Umgebung im OP nicht patientenfreundlich, aber bis jetzt hat dies in unserem System noch keine Beschwerden/Probleme hervorgerufen /A.</p> <p>2. I think, that the time the patient looks to all that instruments is very short. We put him always as quick as possible to sleep, so I wonder what the patient will remember afterwards. We respect to be quiet, when during the intubation phase, because then the patient is very sensible for noise. For some kind of small surgery you can wait until the patient is asleep and then you start opening the instrumentation-sets. Some surgeons (Head-Surgery) want this and they are not angry when this causes a delay. But in traumatology for example you need your time for all the instruments and we start immediately. I think, the nurse who helps the anesthesiologist and the anesthesiologist, too, have an important task to talk to the patient and to reduce his fears /P.</p> <p>3. Le moment ou le patient peut voir l'instruments est très court /P.</p> <p>4. Le moment d'intubation on n'ouvre rien parce que le patient est très sensible dans ce moment-lá. Ca dure peut être 2 minutes et on prend ces temps pour remplir les papiers ou choses comme ca /P.</p> <p>5. Je pense que la panique du patient d'y aller pour être opérer reste la même chose, s'il prépare dans une salle de préparation ou dans la salle d'opération /P.</p> <p>6. Ja, es stört mich immer sehr, wenn ich den ganzen Krach und Lärm höre, die Schwestern sprechen von ihren Kindern, es wird gelacht, von allen Seiten kommen Leute auf den Patienten zu, manche von ihnen tun ihm weh und stechen Nadeln in ihn herein, es ist sehr kalt im OP-Saal, der Anblick der Messer, das alles braucht der Patient nicht/A.</p> <p>7. Die Instrumentierschwestern sollten erst die Instrumente auspacken, wenn der Patient eingeschlafen ist /A.</p> <p>8. Es soll kein Lärm gemacht werden (nicht reden), bis der Patient eingeschlafen ist. Meistens dauert das nicht sehr lange. Aber da haben sie natürlich all diese Leute, die da herumrennen /A.</p> <p>9. I agree. To minimize this problem you can do the intubation in the holding area or you bring the patient awake in the OR but you start opening the instruments just when the patient is asleep. All have to respect and to take care when the patient is awake (that's the same in surgical procedures with local anesthesia) /C.</p>						

Tabelle 10 Universitätsspital Zürich. Benutzeraussagen und Kernaussagen zum Thema Patientenkomfort bei Saaleinleitung. Zum Aufbau der Tabelle vgl. Erläuterungen bei Tabelle 8 S.85.

Universitätsspital Zürich						
Patientenkomfort im Konzept B - Saaleinleitung	A	C	AP	P	LP	Σ
hoher Lärmpegel /4/6		1		1		2
Leute im Raum, die nichts mit dem Patienten zu tun haben /6		1				2
Ist Zumutung für den Patienten (Aufdecken Instrumente) /3	1					2
Gewohnheit für Mehrfachkunden /2			1			1
Immer wache Patienten im OP-Saal (lokal Anästhesie) /2			1			1
Nur kurze Zeit wach im OP-Saal /1			1			1
Spannungen im Team, die der Patient mitbekommt /4				1		1
Komplikation wenn gestresster Patient narkotisiert wird /5				1		1
	2	2	3	3	0	12
1. Die Zeitspanne bis die Patienten einschlafen ist ja nur kurz (ca. 7 min.) /AP.						
2. Auch im anderen Konzept sind Patienten wach im OP (Lokal Anästhesie). Für unsere Mehrfachkunden ist das schon eine Gewohnheitssache /AP.						
3. Der wesentliche Unterschied von der Vorbereitung zum OP-Saal ist schon, dass die ganzen Leute vom OPS schon drinnen sind, dass die ihre Messer und die ganzen Sachen schon auspacken, was der Patient zum Teil mitbekommt /A.						
4. Das andere ist noch der Lärmpegel, denke ich, jetzt besonders bei einer OP, sagen wir mal eine Knochenoperation, wo man da muss mit dem schweren Material und das klappert und scheppert, das kommt dann auch drauf an, wie das Team zusammenarbeitet, wenn irgendwo so Grundspannungen sind, denke ich, ist das nicht sehr vertrauenserweckend für den Patient /P.						
5. Das kommt darauf an, wie sehr das den Patient stresst, dass man weiss, wenn der Patient unter grossem Stress narkotisiert wird, dass es dann recht viele Komplikationen gibt. Von dem her sollte man alles tun, damit sich der Patient so wohl fühlen kann, wie es unter den Umständen möglich ist /P.						
6. Wenn man im OPS einleitet, denn ich habe da das OPS-Personal da, das Lärm macht, mit dem Auspacken der Instrumente, die sind in einem Papier drinnen, das ist relativ aufwendig, und so hat man die Intimsphäre vom Patienten besser geschützt, wenn man das in der Vorbereitung macht, dann kann man auch die Leute selektiv hineinlassen in die Vorbereitung, also nur die Leute, die wirklich etwas am Patienten zu schaffen haben, sind da drinnen, während in den OPS auch andere hineingehen /C.						

FIT-System Ablaufanalysen

Tabelle 11 zeigt das Beispiel eines Wechsels (Patientenwechsel) im OP-Saal der Herzchirurgie im Universitätsspital Bern. Die Zeitdauer von der Ankunft des Patienten bis zum Schnitt betrug zwei Stunden, vom gereinigten OP-Saal bis zum Schnitt eine Stunde.

Tabelle 11 Universitätsspital Bern: Patientenwechsel in einem OP-Saal der Herzchirurgie.

Zeit	OP-Saal	Vorbereitungsraum	Ausleitungsraum
8:38	Operation Patient 1 läuft	OP-Tisch ist parat	Raum ist leer
8:56	Info: „Patient 2 bestellen“	Respirator vorbereiten	
9:00	Operation Patient 1 endet	Lagerung vorbereiten	
9:12		Patient 2 kommt	
		umlagern auf OP-Tisch	
		Monitoring anschliessen	
9:22		periphere Zugänge legen	
9:29		Oxygenisieren	
9:32		Operateur geht	
9:36		Intubation erfolgt	
9:37	erste Geräte abgebaut		
9:46		Endoskopie	
9:51	Herz-Lungenmaschine abbauen		
10:04	Begleitwagen Anästhesie wird angeschlossen	Pulmonalkatheter legen	
10:08	Nahtende	Katheter fixieren	
10:12	Patient 1 ist verbunden		
10:17	Patient 1 raus		Patient 1 umlagern
10:19	Putzen beginnt	Lagern	Patient 1 abtransportieren
10:29	OP-Saal ist leer	Desinfizieren, Rasieren	Raum ist leer
10:34		Anästhesie wartet, und ruft nach OP-Pflegedienst.	
10:36	Instrumente aufdecken		
10:39	Info „Ihr könnt rein!“	Anästhesie fährt rein	
10:41	Patient 2 im OP-Saal		
10:47	2. Operateur kommt und kritisiert Lagerung	Bereitstellungsarbeiten für den nächsten Patienten	
10:53	Lagerung in Ordnung	Raum ist leer	
11:00	Patient 2 abgedeckt		
11:02	Herz-Lungenmaschine im Saal		
11:07	Operateure eingekleidet		
11:09	Schnitt		

Tabelle 11 zeigt mit Spalte 3 auf, dass der Ausleitungsraum von den aufgezeichneten 2 ½ Stunden nur circa ¼ Stunde belegt und genutzt wurde. Dieser Umstand ist mit einer der Gründe, warum in OP-Abteilungen Ausleitungsräume im Verhältnis 1:2 den OP-Sälen zugeordnet werden (vgl. Abb. 63 und Abb. 63 S.96).

Dem Beispiel in Tabelle 11 konnten zwei weitere Beobachtungsprotokolle gegenübergestellt werden:

- Im Universitätsspital Leuven (ohne Vorbereitungs- und Ausleitungsraum) wurde in einem OP-Saal der Unfallchirurgie der Wechsel beobachtet. Die beiden Zeitdauern (Ankunft des Patienten bis zum Schnitt, gereinigter OP-Saal bis zum Schnitt) betragen gleich wie im Beispiel der Tabelle 11 zwei Stunden und eine Stunde.
- Im Universitätsspital Zürich wurde bei einem geplanten Eingriff der plastischen Chirurgie ein durch unerwartete Schwierigkeiten komplizierter Arbeitsablauf in der Vorbereitung des Patienten protokolliert: Die Zeit von der Ankunft des Patienten bis zum Schnitt betrug 1h40. Es waren bis zu 14 Personen gleichzeitig im OP-Saal tätig.

Für die detaillierten Aufzeichnungen mit dem FIT-System zeigt zunächst Abb. 68 die gestaltete Schablone und das damit entwickelte Kategoriensystem zur Aufzeichnung der verteilten Tätigkeiten in einem Arbeitsteam eines Vorbereitungsraumes.

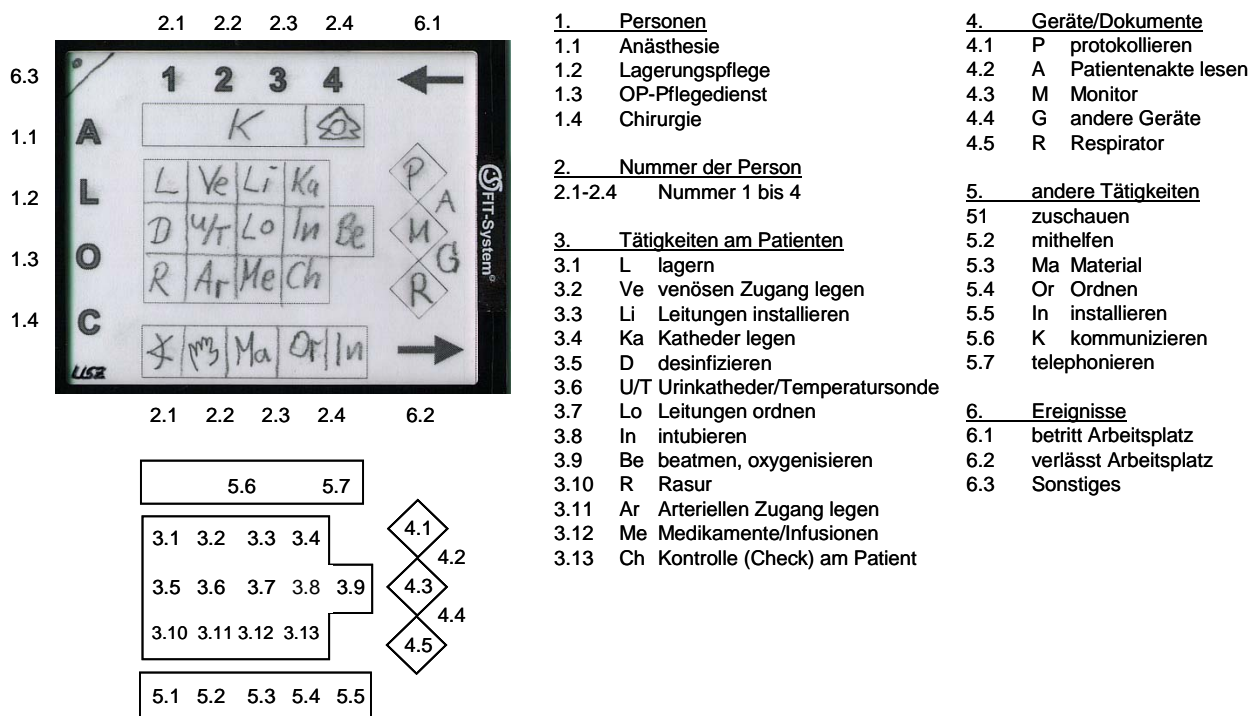


Abb. 68 Teamarbeit in Vorbereitungsräumen: Schablone (Gestaltung: J. Held) und Kategoriensystem. Die Aufzeichnung folgt einer Zwei-Kanal Syntax mit den Kanälen: „Person-Nummer“ und „Tätigkeit/Ereignis“.

Die mit dem System aus Abb. 68 durchgeführten Aufzeichnungen fanden in den beiden Spitälern mit Vorbereitungsräumen statt (Bern, Zürich). Abb. 69 und Abb. 70 zeigen die Ergebnisse in Form von Strukturdiagrammen.

In Abb. 69 und Abb. 70 ist die Arbeitsweise in den Vorbereitungsräumen als eine ineinander verzahnte Struktur von Tätigkeitsabschnitten der einzelnen Personen zu erkennen. Die Tätigkeiten Installieren und Ordnen (hier insbesondere die Verbindungen zwischen Patient und Geräten) besitzen sowohl in, aber vor allem in Abb. 70 einen hohen Zeitanteil und verweisen auf Möglichkeiten der Verbesserung durch die technische Arbeitsgestaltung. Die Benutzeraussagen, die im Ablauf aus Abb. 69 den nachfolgenden Transport des Patienten in den OP-Saal als „Elephantenkarawane“ (aufgrund des Konzeptes den Patient zusammen mit allen, an ihm angeschlossenen Geräten in den OP-Saal zu verschieben) bezeichnen, stehen mit diesem Aspekt der Gestaltung in Zusammenhang.

Die Aufzeichnungsergebnisse zeigen, dass relativ häufig die Vorbereitungsräume ohne erkennbare Erfordernisse aus dem Arbeitsablauf durch verschiedene Personen verlassen und wieder betreten wurden. Dies bedeutet, auch aufgrund der Raumeige, eine häufige Ruhestörung und eine Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit auf die Arbeitsaufgabe, und stellt damit einen Risikofaktor für die Patientensicherheit dar.

Informationssystem

Das System umfasst:

- 580 wörtliche Benutzeraussagen indiziert nach den 20 Themen des Interviewleitfadens oder der Spitalzugehörigkeit und der Berufsgruppe der Interviewten.
- Kennzahlen der vier Spitäler.
- Grundrisspläne der OP-Abteilungen.
- Beschreibungen der Räume und ihrer Funktionen.
- Bilder und Beschreibungen der Arbeitsabläufe gemäss Abb. 66 und Abb. 67.

Die Bildschirmseiten des Informationssystems wurden in der prinzipiellen Beschreibung auf S.86ff als Datenbeispiel vorgestellt.

4.3.3 Aufwand und Nutzen

Nach Kenntnis des Autors lagen bis zum Zeitpunkt der Studie aus den vier untersuchten Spitälern keine derart detaillierten Informationen über die Abläufe und ihre Vor- und Nachteile aus der Sicht der Benutzer vor. Wie sich im Detail die Teamarbeit in einem Vorbereitungsraum abspielt, bedeutete ebenso eine bisher nicht dargestellte Information.

Diese Informationen wurden wie folgt genutzt:

- a) Unterstützung der Juryarbeit für die Auswahl eines Raumlayouts und Betriebskonzeptes aus den insgesamt neun eingereichten Entwürfen.
- b) Information der Benutzer des auftraggebenden Spitals über die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Layout- und Betriebskonzepte.
- c) Unterstützung der Architekten und Betriebsplaner in der weiteren Ausarbeitung des Siegerentwurfs.
- d) Informationsquelle für weitere interessierte Architekten, Planer, Medizintechniker, und Spitalbenutzer.

Zu (a) ist die Arbeit der Jury in einem Bericht dokumentiert (Hochbauamt 1998) in dem sich in der Kritik der eingereichten Entwürfe die Aussagen der Ergonomiestudie widerspiegeln. Die Information der Systembenutzer (b) erfolgte in einer Präsentation mit über 90 geladenen Teilnehmern, und durch Versand des Abschlussberichtes an circa 100 Mitarbeitende des Spitals. Der Abschlussbericht stellte dabei das in den Abb. 55 S.86 bis Abb. 58 S.88 dargestellte Informationssystem auf Papier gedruckt dar. Zum Nutzen in der Umsetzung des Siegerentwurfes (c) gingen keine Rückmeldungen der Betriebsplaner ein, weitere Anfragen nach dem Abschlussbericht (d) gingen beim Autor von drei Schweizer Planungsbüros ein.

Der Hauptnutzen lag im gezeigten Projektbeispiel somit bei (a) und (b).

Das internetbasierte Informationssystem stellte eine Entwicklung im Anschluss an die Ergonomiestudie dar. Seitens des Spitals wurde die angebotene Umsetzung des Informationssystems nicht unterstützt. Als Begründung wurde die schon erfolgte, weite Verbreitung des Abschlussberichts angeführt. Für das Informationssystem bestehen daher keine Aussagen zum Nutzen.

Der Aufwand der eingesetzten Methodik kann für das Arbeitssystem „OP-Abteilung“ pro Spital anhand der Projektkontrolle wie folgt abgeschätzt werden („Arbeitstage“ werden als Aufwand von 8 Stunden Arbeitszeit verwendet):

- 3-4 Arbeitstage für Besichtigungen inklusive circa sieben Interviews vor Ort im Spital.
- Ein Aufwand von 5-6 Arbeitstagen für die Transkription der sieben Interviews mit circa sechs Stunden Aufwand pro Interview bei einem Leitfaden mit 20 Themen.
- 2-3 Arbeitstage, um mit dem FIT-System in Form einer Stichprobe Zeitstrukturen der Abläufe (vgl. Tabelle 11 S.105, sowie Abb. 69 und Abb. 70 S.107) zu erfassen und darzustellen.

Der Gesamtaufwand pro Spital beträgt somit 10-13 Arbeitstage exklusive einer späteren Zusammenstellung der Informationen aller untersuchten Spitäler in einem Bericht oder in dem Informationssystem.

Nachbetrachtung

Mit Abschluss der Ergonomiestudie, zeitgleich mit Abschluss des Architekturwettbewerbes, endete das Auftragsverhältnis zwischen dem Spital und dem Ergonomie-Experten. Ein Mandat zur Begleitung der weiteren Planung und Ausführung auf Seite der Benutzerteams, der Betriebsprojektleitung, oder der Generalplaner war nicht vorgesehen gewesen.

Der weitere Projektverlauf ohne Ergonomie-Experten stellt sich in einer Nachbetrachtung wie folgt dar: Das 1998 im Wettbewerb als Sieger bewertete Layout mit Clusterstruktur und flexibel nutzbaren Vorräumen musste zwei Jahre später aufgrund Forderungen aus einer Teilgruppe der zukünftigen Benutzer auf eine Reihenstruktur mit Vorbereitungsräumen für jeden OP-Saal abgeändert werden. Dies, obschon die Wettbewerbsausschreibung durch 15 Benutzerteams formuliert wurde, und in der Jury des Wettbewerbs Vertreter der Benutzergruppen mitgewirkt hatten. Das nunmehr gewählte Layout mit Reihenstruktur und Vorbereitungsräumen entspricht der bestehenden OP-Abteilung des Spitals (vgl. Abb. 62 S.96), die im Jahr 1958 geplant wurde. Der Betriebsprojektleiter des Spitals beurteilt darüber wie folgt: Würde heute (2006) noch mal über das Layout entschieden werden, so würden die Benutzer doch wieder die ursprüngliche Clusterstruktur des Siegerentwurfes wählen, da jetzt, im Zuge des verzögerten Innenausbaus vielen von ihnen die Nachteile, z.B. durch mangelnde Raumgrösse der Vorbereitungsräume und durch ungünstige Lage des Aufwachsraumes, deutlich geworden sind. Abb. 71 zeigt das als Sieger bewertete Layout aus dem Jahre 1998 und Abb. 72 das im Jahre 2000 durch Benutzereinspruch geänderte Layout.



Abb. 71 Layout des Siegerprojekts mit Clusterstruktur und flexibel nutzbare Vorräume zu den OP-Sälen aus dem Jahre 1998.

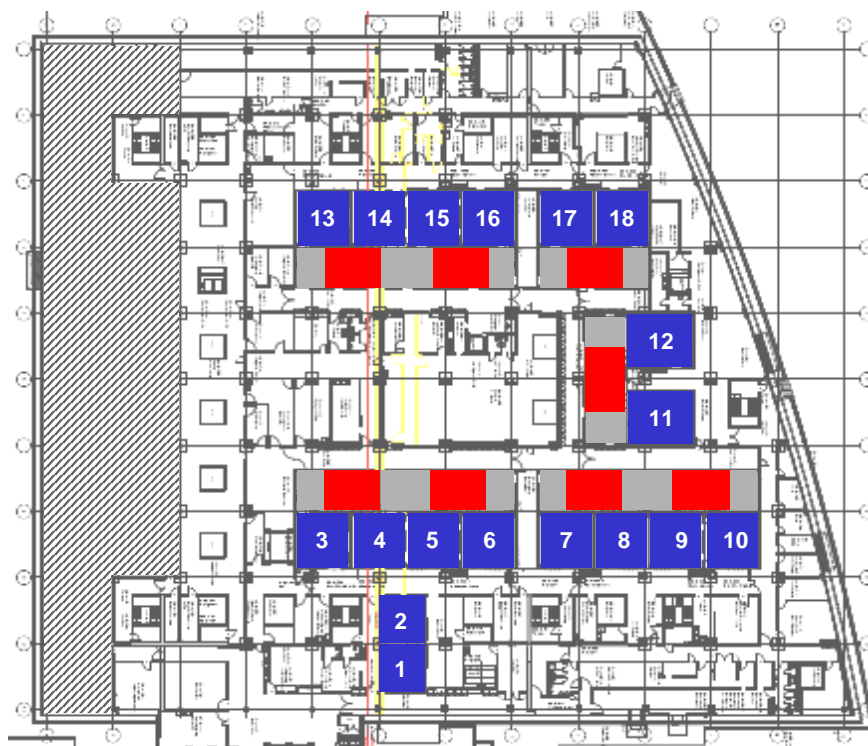


Abb. 72 Im Jahre 2000 geändertes Layout mit einzelnen Vorbereitungsräumen und Reihenstruktur. Anmerkung: Die schraffierte Fläche im geänderten Layout ist eine Geschossfläche, die aufgrund finanzieller Engpässe vorerst im Rohbau verbleibt und nicht ausgebaut wird. Sie wird im Projekt als „Strategische Freifläche“ bezeichnet.

Die Frage: „Einleitung und Intubation in Vorbereitungsräumen oder Saaleinleitung?“ findet in der Literatur und in der Betriebspraxis nach wie vor Beachtung und führt auch in der Schweiz zu Änderungen bestehender Betriebsabläufe oder zur Umsetzung in der Neuplanung.

Zwar wird von Kohler (1998) in seinem Beitrag „Arbeitsplatz Anästhesie und Intensivmedizin - heute und morgen“ die Raumfrage nicht angesprochen, sondern einfach konstatiert: „In der Operationsabteilung werden Ein- und Ausleitungsräume unterschieden. (...) Durch die beiden Räume werden Wartezeiten vermieden. Ein- und Ausleitung der Narkose finden unter ruhigem und stressvermeidenden Bedingungen für den Patienten statt“ (ebd., S.S9). Doch wird anderorts ausführlich darüber argumentiert und beispielsweise durch Drolet und Girard (2004) aus einem Vergleich neuerer Untersuchungen gefolgert, dass ein Layout mit Vorbereitungsräumen keine zuverlässige Lösung („reliable way“) ist, um mehr operative Eingriffe pro OP-Saal durchführen zu können. Die Vorteile sehen sie darin, in Vorbereitungsräumen optimale Bedingungen in Bezug auf Zeitdruck und Ruhe für die Durchführung und für das Training von Anästhesietechniken, insbesondere der Regionalanästhesie zu besitzen, vorausgesetzt diese Räume können mit geringen Kosten bereitgestellt werden und man verfügt über genügend ausgebildetes Anästhesiepersonal.

Dennoch können die alten Betriebskonzepte optimiert, und der Vorbereitungsraum selbst in einer anderen Weise genutzt werden. Zu diesem Schluss kommt Riopelle (2006) in einer detaillierten Analyse der Arbeitsabläufe vor Beginn des operativen Eingriffs und in einem Vergleich von vier Spitälern. In einem Kantonsspital wurden diese Ergebnisse aufgegriffen und derzeit in Abänderung der bestehenden Architektur als neues Layout und Betriebskonzept umgesetzt.

4.2 Patientenvorbereitung

Kent Riopelle untersuchte in seiner Doktorarbeit mit dem englischen Titel: „Organisation of Hospital Services: A Comparative Analysis of Pre Operative Patient Preparation“ die Arbeitsabläufe zur Vorbereitung des Patienten auf einen operativen Eingriff. Die Untersuchungen fanden in zwei Universitätsspitälern der Schweiz (Basel, Lausanne) und in zwei Spitälern in Kanada (Montréal, Kingston) statt. Ziel der Untersuchung war es, unterschiedliche Arbeitsabläufe der gleichen Arbeitsaufgabe „Patientenvorbereitung“ und vergleichbaren Patienten (Routineeingriffe) zu analysieren. Die Vorteile in Sicherheit und Effizienz, sowie die Schwachstellen sollten im Vergleich eine Bewertung ermöglichen. Diese betrifft die Gestaltung des Arbeitsablaufes und damit auch die Organisation in den beteiligten Arbeitsteams und Kooperationen, sowie die Raumnutzung und Architektur.

Wie schon im Projektbeispiel „Operationszentrum“ des vorherigen Kapitels wurden Spitäler verglichen, deren Operationsabteilungen Unterschiede im Raumlayment und den Abläufen aufweisen. Allerdings wurde in der Studie von Riopelle die FIT-Systemanalyse nicht als eine Inspektion in Form von wenigen Aufzeichnungen, sondern umfassender eingesetzt: In jedem Spital wurden 11-15 Aufzeichnungen von jeweils circa 1 Stunde Dauer durchgeführt. Abb. 73 zeigt die Schablone der Aufzeichnung und das eingesetzte Kategoriensystem.

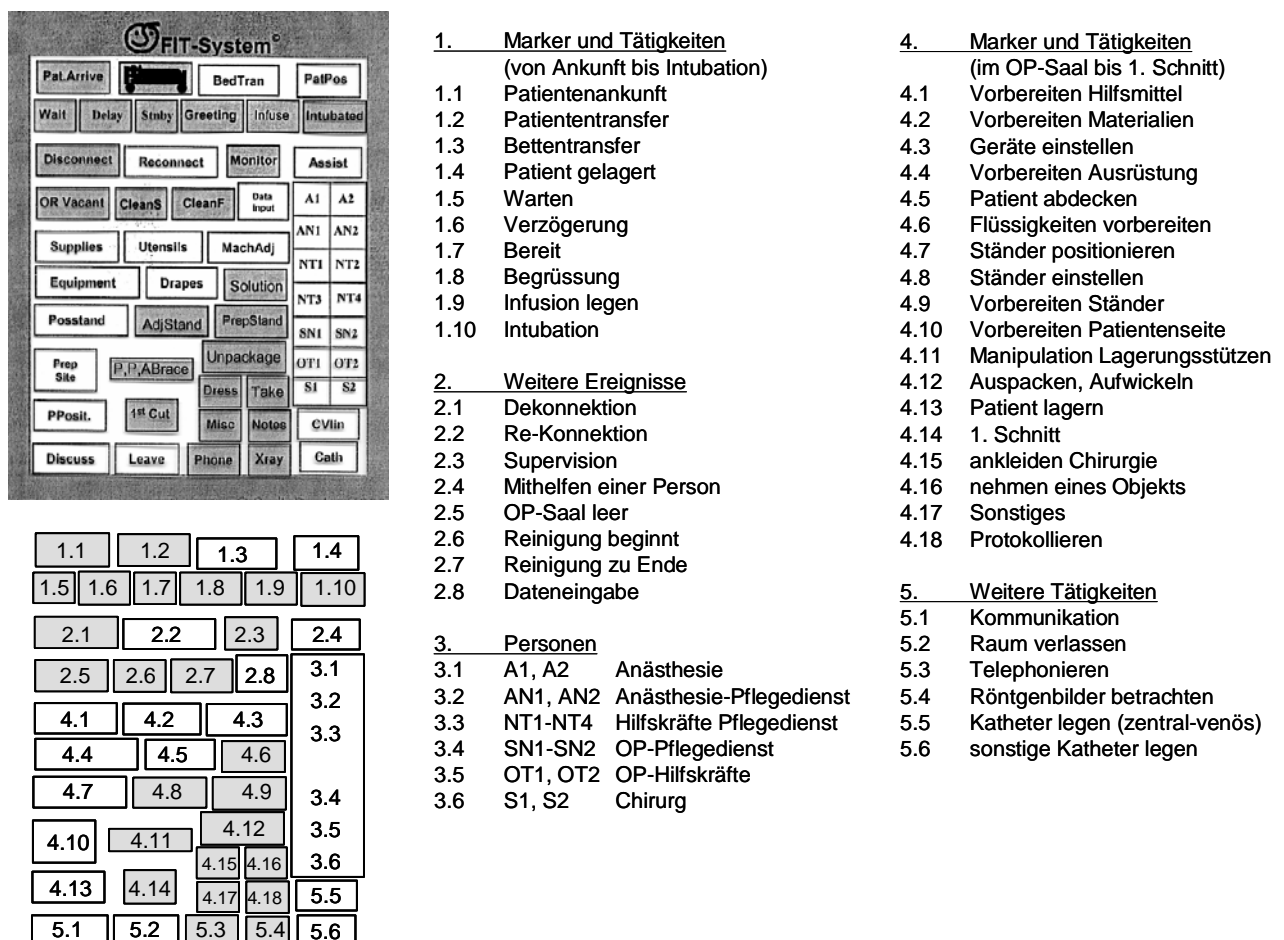


Abb. 73 Schablone (Gestaltung: K. Riopelle) und Kategoriensystem zur Aufzeichnung von Tätigkeiten in der Teamarbeit zur Patientenvorbereitung.

Die Erhebung der subjektiven Daten über die Arbeitsabläufe wurde von Riopelle gegenüber dem Projekt „Operationszentrum“ abgeändert, indem Magnetsymbole für ein Flussdiagramm des Arbeitsablaufes vorbereitet wurden, und mit den Magnetobjekten für die jeweilige Berufsgruppe der beteiligten Personen (vgl. Abb. 48 S.79) kombiniert eingesetzt wurden. Beibehalten wurde die Verwendung weisser Metallplatten (white boards) im Format DIN A3, die direkt im Einsatz beschriftet wurden (Abb. 74).

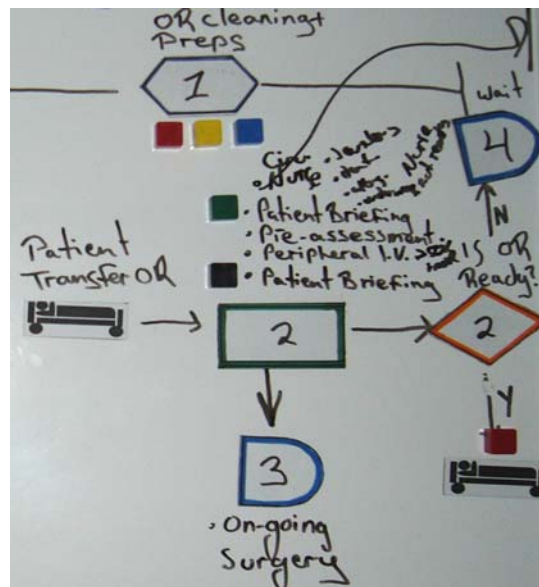


Abb. 74 Mobiles white board (Ausschnitt) mit Hilfen zur Erhebung von Flussdiagrammen der Arbeitsabläufe zusammen mit Benutzern (Riopelle 2006, S.54).

Es wurde mit diesen Hilfen in jedem Spital ein dreistufiges Verfahren durchgeführt:

1. Eine Sitzung mit 2 bis 3 Systembenutzern zur Erstellung der Flussdiagramme wurde abgehalten.
2. Die Ergebnisse dieser Sitzung wurden vom Untersucher geordnet, die Lesbarkeit der Darstellung auf den Metallplatten verbessert, und in einer Besprechung mit der Benutzergruppe besprochen und überprüft.
3. Die mit Magnetsymbolen und Beschriftungen dokumentierten Flussdiagramme wurden in eine Graphik gemäss den Programmablaufplänen (DIN 66001:1983) übertragen. Mit diesen Graphiken wurden dann in einer dritten und abschliessenden Besprechung mit der Benutzergruppe Stärken und Schwächen der Abläufe diskutiert.

Die erhaltenen objektiven und subjektiven Daten wurden dann wie folgt ausgewertet:

- a) Die Zeitdauern für bestimmte Arbeitsabschnitte wurden ermittelt („Time Analysis“).
- b) Aus den Aufzeichnungen der Teamarbeitsabläufe wurde ermittelt, welche Personen welche Tätigkeiten massgeblich ausführten („Task Ownership“).
- c) Auf die Flussdiagramme (vgl. Beispiel in Abb. 75) wurde zur Aussage über ihre Komplexität ein Strukturmass angewendet („Process Complexity Analysis“).

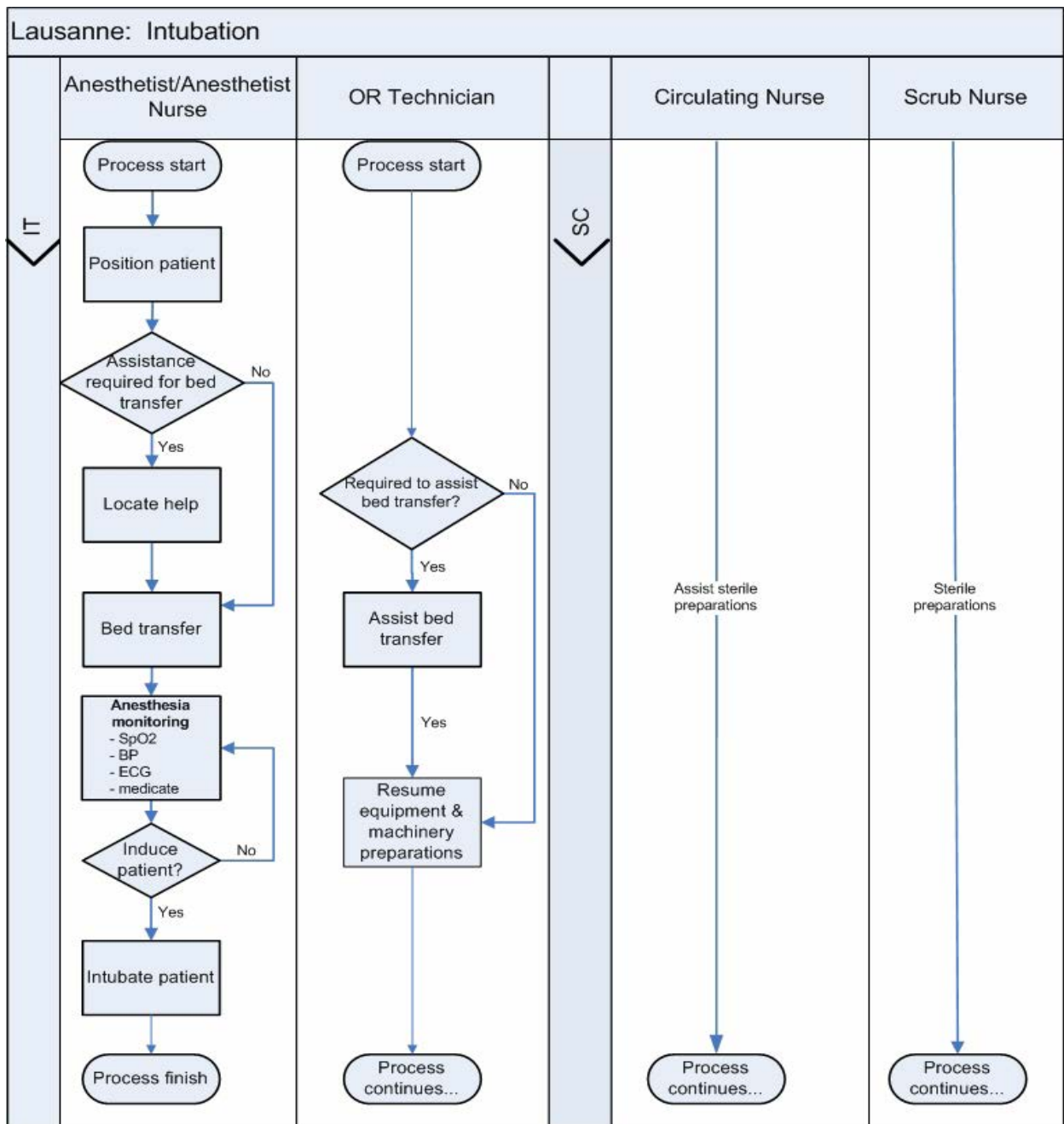


Abb. 75 Darstellungsform der Arbeitsabläufe in Flussdiagramms, unterteilt nach Personen (Spalten) und in den grauen Spalten markiert nach Räumen (IT: Induction Theatre, SC: Surgery Clinic), Graphik aus Riopelle (2006, S.62).

Ergebnisse

Aufgrund der FIT-System Ablaufanalysen kommt Riopelle zu folgenden Aussagen:

- Die Patientenvorbereitung läuft ab dem Zeitpunkt der Intubation schneller, wenn die Arbeitsteams klein sind.
- Die frühe Ankunftszeit des operierenden Chirurgen zur Mitarbeit ist ein bedeutender Einflussfaktor zur Reduktion der Gesamtdauer des Arbeitsablaufes (vgl. Abb. 76).

- Die Einleitung und Intubation des Patienten im OP-Saal bedeutet dann Zeitvorteile, wenn vorher schon in einem anderen Raum, z.B. Holding Area oder ehemaliger Einleitungsraum, Vorbereitungsarbeiten am Patienten stattfanden.
- Die Einleitung und Intubation im OP-Saal verkürzt die gesamte Zeitspanne, in der sich der Patient in Anästhesie befindet, und verkürzt damit auch die Aufwachzeit. Der Transport des Patienten in den OP-Saal kann sicherer werden, da keine Geräte und weniger aufwendiges Abhängen und wieder Anschliessen von Leitungen erfolgt.
- Steril durchzuführende Vorbereitungen bezüglich Material und Instrumenten im OP-Saal zeigten sich als behindernder Einfluss auf die zeitliche Effizienz der Abläufe.
- Die Arbeitsabläufe werden durch den Einsatz von Helfern für bestimmte Aufgaben, wie z.B. Patientenbestellung umständlicher und zeitaufwendiger.

Mittlere Zeitdauer des Arbeitsabschnitts: Intubation - 1. Schnitt in den vier Spitälern, und die Ankunftszeit des Chirurgen.

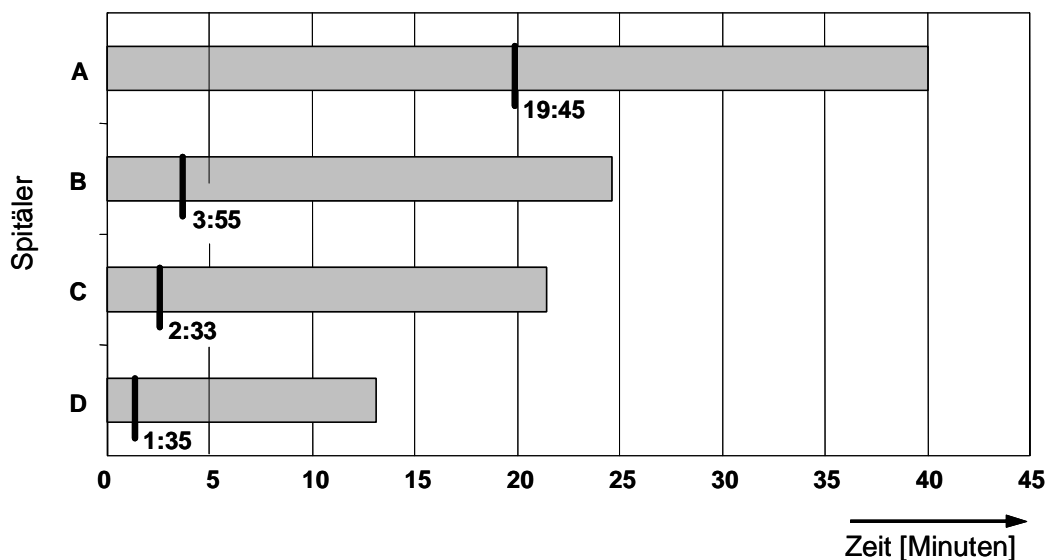


Abb. 76 Die aus den insgesamt 50 Arbeitsabläufen ermittelten Zeitdauern für den Abschnitt nach der Intubation und die Ankunftszeiten (I) des Chirurgen.

Die Untersuchungen zur „Task Ownership“ im Zusammenhang mit den Aufzeichnungsdaten zu den Zeitverläufen der Tätigkeiten ergaben für den Ablauf der Patientenvorbereitungen nach der Intubation, dass eine Organisation der Teamarbeit mit wenigen, 3-4 Personen und deren grösserer Verantwortungsbereich an Aufgaben zu einer effizienteren Patientenvorbereitung führen, als im Vergleich eine Teamarbeit mit mindestens 7, jedoch meist mehr Personen.

Das Komplexitätsmass war aussagefähig, die Abläufe mit mehr involvierten Personen und mehr Beziehungen zwischen den Abschnitten erhielten die höheren Masszahlen.

Die von den jeweiligen Benutzern genannten Stärken und Schwächen der einzelnen Arbeitsabläufe in den vier Spitälern lieferte folgende Ergebnisse:

- Dort, wo wenige Personen in einem Arbeitsteam involviert sind, wird die Teamarbeit als eine Stärke bezeichnet.
- Sterile Vorbereitungen von Material und Instrumenten ausserhalb des OP-Saals, z.B. in einem sterilen Korridor, wird dort wo diese praktiziert werden, als eine Stärke genannt. Sterile Vorbereitungen im OP-Saal werden als Schwäche bewertet.
- Zwei der vier Spitäler nennen den Ablaufteil für die Bestellung und den Transport des Patienten als eine Schwachstelle.
- In einem Spital wird es als Stärke bezeichnet, dass dort der jeweilige Chirurg dem OP-Programm voll zur Verfügung steht und nicht parallel durch andere Pflichten in seiner Station/Klinik in seiner Erreichbarkeit eingeschränkt ist.

Für eine geringere Komplexität, sowie für eine bessere Effizienz und Raumnutzung formuliert Riopelle abschliessend folgende Empfehlungen:

- Die Patientenbestellung sollte ohne zusätzliches, spezielles Hilfspersonal erfolgen.
- In Holding Areas sollten Vorbereitungsarbeiten am Patienten stattfinden.
- Sterile Korridore oder Räume sind für Vorbereitungen der OP-Ausrüstung zu nutzen.
- Bestehende Einleitungsräume sind als Holding Area und für alle Vorbereitungen bis zur Einleitung und Intubation zu nutzen. Die Einleitung/Intubation soll im OP-Saal erfolgen.
- In den Abläufen nach der Intubation ist auf geringe Teamgrösse, und die Beteiligung des Chirurgen zu achten.

Aufwand und Nutzen

Riopelle nennt einen Aufwand von 15 Arbeitstagen pro Spital für die beschriebenen Datenerhebungen und Gruppenmoderationen. Für die Erstellung der Schablone und des Kategoriensystems aus Abb. 73 benötigte er sieben Testläufe (Patientenvorbereitungen) vor Ort mit Anpassungen und Neugestaltungen der Schablone. Er konnte dabei auf Erfahrungen aus seiner Diplomarbeit (Riopelle 2002) zurückgreifen und berichtet von zwei Problemen:

- Verfügbarkeit von Systembenutzern für Gruppendiskussionen: „(...) it was only ever possible to gather small groups of people (normally 2 to 3), and the time available to keep them was limited. Often times, staff members had to dismiss themselves in the middle of discussions.“ (Riopelle 2006, S.141).
- Durchführbarkeit der Aufzeichnung verteilter Tätigkeiten in Arbeitsteams: Hier zeigte sich, dass aufgrund paralleler Tätigkeiten in verschiedenen Räumen, beispielsweise wenn der Anästhesiepflegedienst den Arbeitsplatz im OP-Saal vorbereitet - während der Anästhesiearzt im Einleitungsraum den Patienten überwacht, das Mitverfolgen nach der Frage: „Wer macht was?“ nicht möglich war. Der Beobachter musste sich für einen Raum entscheiden, und dort die Tätigkeiten des Restteams aufzeichnen.

Man kann folgern, dass in der Studie von Riopelle die FIT-System Ablaufanalysen weitaus ergiebiger für die Gewinnung von Einsichten und die Begründung von Schwachstellen waren, als die Gruppendiskussionen im Zusammenhang mit den Ablaufdiagrammen. Es war offensichtlich einfach möglich, in jedem Spital 11-15 Arbeitsabläufe in direkter Beobachtung aufzuzeichnen. Dahingegen war es im untersuchten Bereich des OP-Betriebes schwierig, aufgrund schwieriger Terminvereinbarungen, Gruppendiskussionen zu planen und zu moderieren.

Jedem der vier Spitäler wurden die Ergebnisse und Schlussfolgerungen durch den Untersucher persönlich präsentiert. Rückmeldungen über Umsetzungen in diesen Spitälern liegen derzeit (2006) noch nicht vor. Eine Umsetzung konnte in einem Kantonsspital initiiert werden. Dessen Leiter der OP-Abteilung war vormals in einem der untersuchten Spitäler angestellt und in der Studie von Riopelle involviert. Das Kantonsspital führte daraufhin ein Projekt zur Umgestaltung seiner OP-Abteilung nach folgendem Plan aus:

- Die Einleitungsräume werden zu OP-Sälen umgestaltet.
- Einleitungen und Intubationen erfolgen in diesen OP-Sälen.
- Ein breiter Korridor wird in eine Holding Area mit Vorbereitungsarbeiten umfunktioniert.

Damit wurden drei der fünf Empfehlungen aus der Studie von Riopelle aufgegriffen und deren Umsetzung in Angriff genommen. Das Regionalspital wird neu über 8 Operationssäle verfügen (vorher: 4 OP-Säle, 4 Einleitungsräume), die in zwei Cluster à 3 OP-Säle flexibel den Disziplinen zugeteilt werden, während 2 OP-Säle als Ausweichmöglichkeiten und Reserve verwaltet werden. Mit diesen Massnahmen wird eine Erhöhung der Systemleistung (Anzahl Operationen pro Zeitperiode) um bis zu 30% erwartet. Diese Aussage stützt sich auf Simulationen, die durch Übertragung einer Zeitdatenerfassung der Arbeitsabläufe in der OP-Abteilung ermöglicht wurden. In dieser Zeitdatenerfassung wurden über zwei Wochen 90 operative Eingriffe und folgende Eckdaten erfasst: Patient bestellt, Patient im Einleitungsraum, Beginn Anästhesie, Transfer in den OP-Saal, Beginn Eingriff, Ende Eingriff, Ende Anästhesie.

4.3 Intensivstation

Am Stadtspital Triemli - Zürich wurde ein Erweiterungsbau mit neuer Notfall- und Intensivstation geplant. Das betreffende Spital weist eine Grösse von circa 600 Betten auf, und besass in der Ausgangslage eine Intensivstation mit 12 Patientenbettplätzen. Die Gebäudehülle und -struktur, sowie das Rauml原因 des Neubaus waren auf dem Papier schon festgelegt, als zu Beginn der Einrichtungsplanung der Intensivstation von Seite der Benutzer eine Ergonomiestudie eingefordert wurde. Die Bauarbeiten hatten schon begonnen (Abb. 77).



Abb. 77 Baugrube des geplanten Neubaus zu Beginn der Ergonomiestudie. Das bestehende Gebäude wird durch den Neubau um 55 m verlängert.

Die geplante interdisziplinäre Intensivstation soll insgesamt 24 Patientenbettplätze umfassen, aufgeteilt zu je 12 Bettplätzen auf zwei Geschossen des Gebäudes. Das vom Architektenteam mit den Benutzern abgestimmte Rauml原因 sieht eine hufeisenförmige Anordnung der Patientenbetträume (Behandlungsräume) an den Fensterfronten, und einen Kernbereich mit Überwachungskonsole vor.

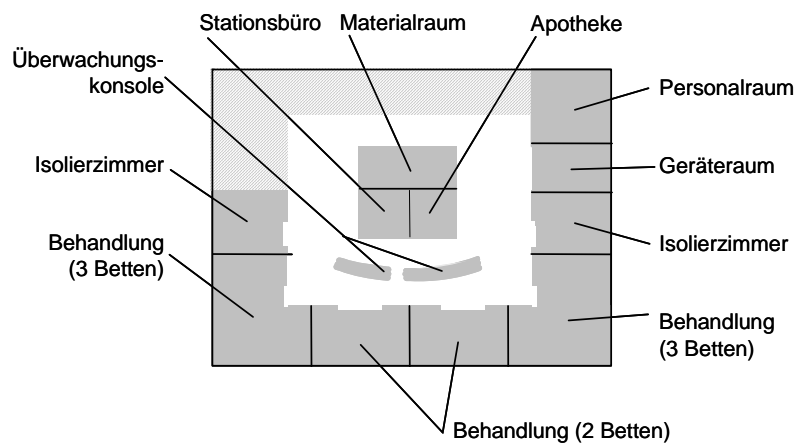


Abb. 78 Vom Architektenteam und den Benutzern geplantes Rauml原因.

Auftrag an den Ergonomie-Experten

Einrichtungsplanung der Patientenbeträume der neuen Intensivpflegestation mit dem Ziel einer ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung.

4.3.1 Gesamtergebnis und Methoden

Aufgrund der Ergonomiestudie wurde die Planung bei laufendem Bauprojekt in folgenden Punkten abgeändert:

- E1 Acht der 12 Patientenbeträume wurden gegenüber der Planung um 0,5 m verbreitert, der Hauptkorridor dafür um diesen Betrag in der Breite verringert. Ergonomie-Begründung: Gewährleisten notwendiger Arbeitsfreiräume.
- E2 Die gegenüberliegenden Patientenbetten in den Zweibeträumen (Zweier Kojen) wurden in der Raumachse um 0,5 m versetzt angeordnet. Ergonomie-Begründung: Notwendige Arbeitsfreiräume auch im Hinblick auf eine zukünftige EDV-Unterstützung.
- E3 Die Empfehlung für ein Deckenversorgungssystem (DVS) wurde umgesetzt. Ergonomie-Begründung: Einfachere Bedienung, Reduktion der Komplexität.
- E4 Die DVS wurden nach den geometrischen Angaben der Ergonomiestudie installiert. Begründung: Notwendiger Arbeitsfreiraum.
- E5 Die gesamte Geräteaufstellung (Konfiguration der DVS) an den Patientenbettplätzen wurde gegenüber der vorgesehenen Planung abgeändert und neu definiert. Ergonomie-Begründung: Konsistenz, Greif- /Blickräume und Häufigkeit der Interaktion.
- E6 Die Anzahl vorgesehener Waschbecken pro Patientenbetraum wurde von zwei auf ein Waschbecken reduziert. Ergonomie-Begründung: Notwendige Arbeitsfreiräume.
- E7 Alle Fenster der Station wurden abgeändert, indem der ursprünglich als Milchglas geplante Sichtschutz durch eine Struktur mit unverblendeten Bereichen ersetzt wurde. Ergonomie-Begründung: Mehr Tageslicht und mehr Blickbezüge nach Draussen.
- E8 Ein Durchgang in der Überwachungskonsole wurde gegenüber der Planung von 1 m Breite auf 1,40 m verbreitert. Ergonomie-Begründung: Anthropometrische Gestaltung und Häufigkeit der Wege.
- E9 Die Überwachungskonsole wurde nach den Spezifikationen der Ergonomiestudie abgeändert. Begründung: Anthropometrische und physiologische Gestaltung.
- E10 Die Bildschirmarbeitsplätze der Überwachungskonsole wurden entsprechend der geforderten ergonomischen Richtlinien eingerichtet. Begründung: Anthropometrische und physiologische Gestaltung.
- E11 24 fahrbare Protokolltische für die Patientenbeträume wurden mit den Angaben der Ergonomiestudie eigens neu angefertigt. Begründung: Arbeitsablauftechnische, anthropometrische und physiologische Gestaltung.

Nicht umgesetzte Ergebnisse:

N1 Schalldämpfende Decken und Wände. Ergonomie-Begründung: Die Planung des Architektenteams zeigt einen Trichtereffekt (Ohr des Dionyseus) durch vom Mittelpunkt der Station nach aussen ansteigenden Raumhöhen.

Die Daten der Ergonomiestudie sind dem Auftraggeber und beteiligten Planern in zwei Präsentationen, einem Pflichtenheft zur Ausschreibung, und auf 122 Berichtseiten dokumentiert worden.

Eingesetzte Methoden der Ergonomiestudie:

Dokumentenstudium	Planungsunterlagen, Grundlagen Intensivmedizin. Richtlinien nationaler und internationaler Fachverbände.
Besichtigungen	Das Planungsteam besichtigt neu eingerichtete Intensivstationen in drei Kantonsspitalern. Besichtigungsdauer jeweils ½-Tag.
Eigene Besichtigung	Der Ergonom besichtigt für einen ½-Tag die Intensivstation der Herzchirurgie eines Universitätsspitals.
Systemanalyse	Auf der bestehenden Intensivstation des auftraggebenden Spitals werden geführte Besichtigungen, Beobachtungen der Tätigkeiten und Wege, Befragungen, Messungen (Arbeitsplatzgeometrie), sowie eine Photodokumentation durchgeführt.
FIT-System Ablaufanalysen	Entwicklung eines Kategoriensystems der Pfl egetätigkeiten, Orte, Wege. Aufzeichnungen mit dem FIT-System in direkter Beobachtung an Patienten der Herzchirurgie mit hohem Pflegeaufwand und entsprechend erfahrener Pflegefachperson, die Inspektion umfasst jeweils die ersten 4,5 Stunden der Frühschicht an zwei Tagen. Nach den Aufzeichnungen wurde eine Selbsteinschätzung des Pflegeaufwandes erfragt. Analyse der Tätigkeiten, Arbeitsorte und Wege in zeitlicher Struktur und Häufigkeit.
VALAMO-Interviews	7 Interviews (5 Pflegefachpersonen, 1 Oberarzt Anästhesie, 1 Chefarzt Herzchirurgie), Berufserfahrung von 3,5 bis 25 Jahre, Median: 8 Jahre, Leitfadenstruktur des Interviews über Themen der Arbeitsablauf und Arbeitsplatzgestaltung. Die Interviews wurden elektronisch aufgezeichnet (Videokamera). Die Aussagen wurden später wörtlich transkribiert.
Modellbau/ Simulation	Anfertigung eines 3-dimensionalen Layoutmodells der zukünftigen Station mit allen Räumen, Einrichtungsgegenständen und Menschmodellen im Massstab 1:25. Anfertigung 2-dimensionaler Layoutmodelle verschiedener Arbeitsplätze mit der Methode VALAMO im Massstab 1:25.

Workshops	Workshop 1: Gruppe von sieben Pflegefachpersonen, Diskussion des zukünftigen Patientenplatzes. Patientenbett und Kartonschachteln als Gerätemodelle M1:1, Raumgrösse (durch Klebestreifen am Boden simuliert). Videoaufnahme, Dauer 1½ Stunden, spätere Transkription. Workshop 2: Ein Arzt, fünf Pflegefachpersonen. Begutachtung eines Musteraufbaus mit zwei unterschiedlichen Deckenversorgungssystemen.
Lösungs- entwicklung	Bilden von Lösungsvarianten der Einrichtung anhand Modellsimulationen und Zeichnungen M1:100 und M1:50. Bewertung der Varianten aufgrund des System- und Arbeitsablaufwissens. Auswahl und Dokumentation.
Ergebnis- Präsentation	Folienprojektion und Ausstellung der Modelle, sowie ausgewählter und auf Karton aufgezogener Photoaufnahmen.

Zeitstruktur des Methodeneinsatzes

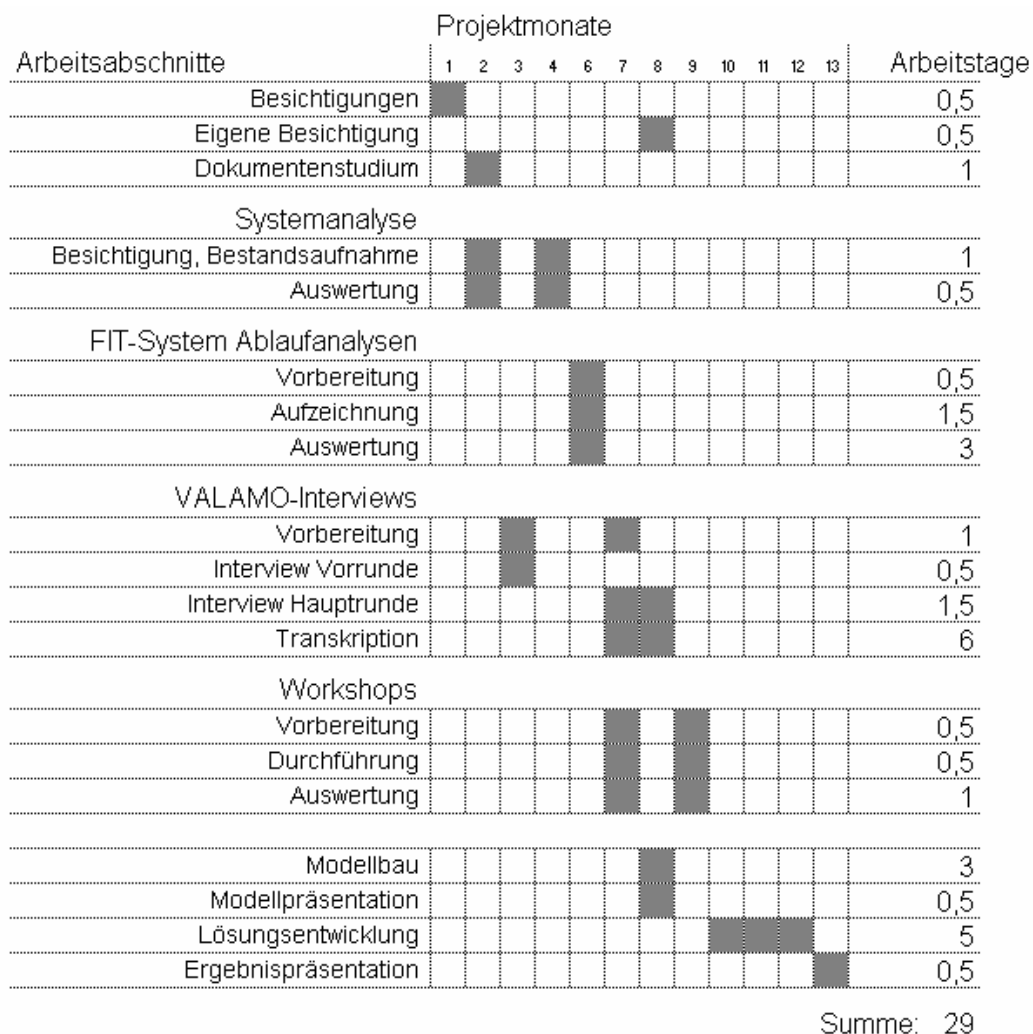


Abb. 79 Ergonomiestudie Intensivstation: Zeitliche Lage der Arbeitsabschnitte und der Umfang an Arbeitstagen (Aufwand von 8 Stunden Arbeitszeit).

4.2.2 Einzelresultate

Ziel der folgenden Beschreibung von Einzelresultaten ist es, Art und Umfang der Daten zu veranschaulichen und eine Nutzenanalyse und Diskussion darüber zu ermöglichen.

Recherchen

Grundlagenverständnis für die Intensivmedizin wurde durch Lehrbücher und Klinikleitfaden angeeignet. Als Planungsvorgabe diente der jeweils revidierte Grundrissplan (Raumlayout) M 1:50 auf DIN A0 des Architektenteams. Für Aspekte der Arbeitsplatzgestaltung wurden Forschungsvorhaben (Friesdorf 1994), vergleichend auch ältere Arbeiten (Gessner et al. 1981), Workshops (Friesdorf 1984), Beispiele der Hersteller von Einrichtungssystemen, und Richtlinien nationaler Fachgesellschaften (SGI 1991) herangezogen.

Besichtigungen

Die Besichtigungen wurden in einer Gruppe von 5-7 Personen durchgeführt. Seitens der Gastgeber dominierte das Vorzeigen der Arbeitsplätze in einem positiven Licht. Arbeitsabläufe konnten, auch aufgrund der störenden Grösse der Gruppe, nicht beobachtet werden. Hauptziel der Besichtigung war die Frage nach dem optimalen Deckenversorgungssystem (DVS). Die Besichtigungen führten zum Ausschluss eines DVS-Herstellers aufgrund technischer Mängel. Für die beiden anderen Modelle ergab sich keine Präferenz. Die eigene Besichtigung einer Intensivstation der Herzchirurgie durch den Ergonomie-Experten ermöglichte Beobachtungsinterviews zu Tätigkeiten wie: Transport, Installation, Protokollieren, und Mobilisieren des Patienten.

Systemanalyse

Durch die Systemanalyse konnte folgende Darstellung der bestehenden Intensivstation erarbeitet werden: Eine Beschreibung der Aufgaben, Tätigkeiten und Organisation, Grundrissplan, zwei Raumpläne, drei Pläne zur Anordnung der Arbeitsmittel am Patientenbettplatz und 11 Photoaufnahmen. Abb. 80 und Abb. 81 zeigt das Layout von zwei der insgesamt drei Patientenbetträume.

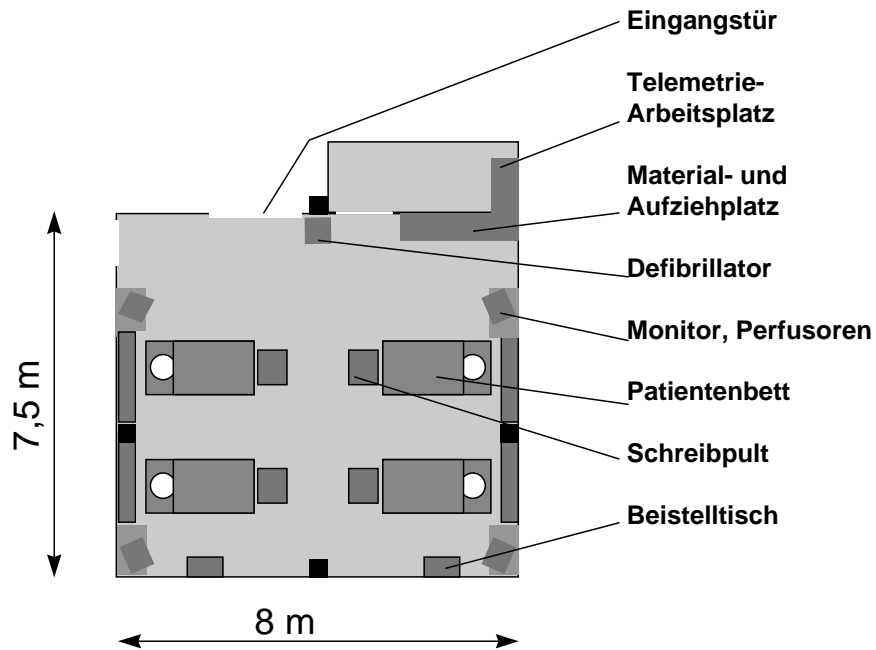


Abb. 80 Patientenbettraum Nr. 1 der bestehenden Intensivstation. In einem Nebenraum sind Bildschirmarbeitsplätze zur Überwachung von EKG-Signalen, die telemetrisch von Patienten einer auswärtigen Bettenstation übermittelt werden.

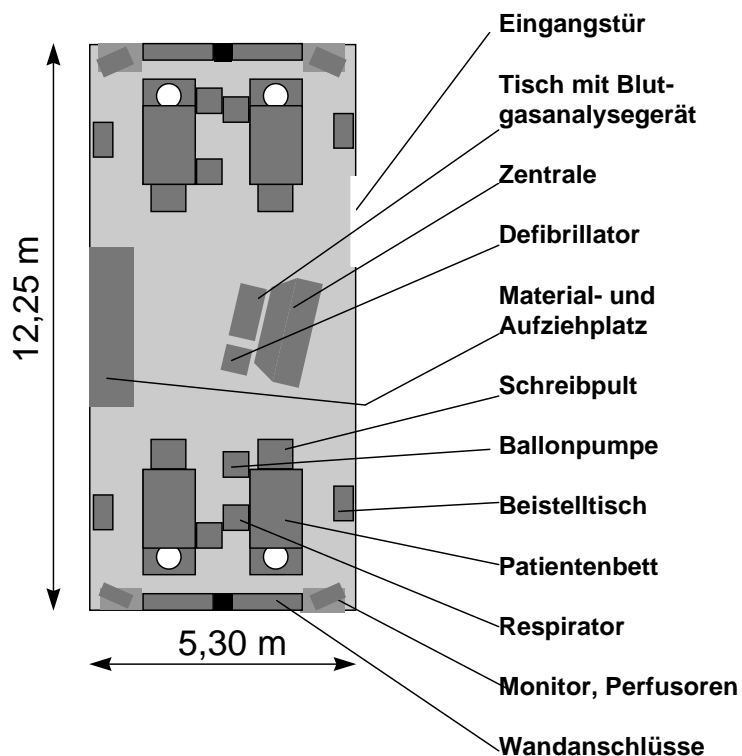


Abb. 81 Patientenbettraum Nr. 2 der bestehenden Intensivstation. Ein im Raum stehendes Pult dient als Überwachungszentrale.

Die bestehende Station ist durch Wandanschlüsse, sehr enge Platzverhältnisse, und die Position des Protokolltisches am Fussende des Patientenbettes gekennzeichnet (Abb. 82).

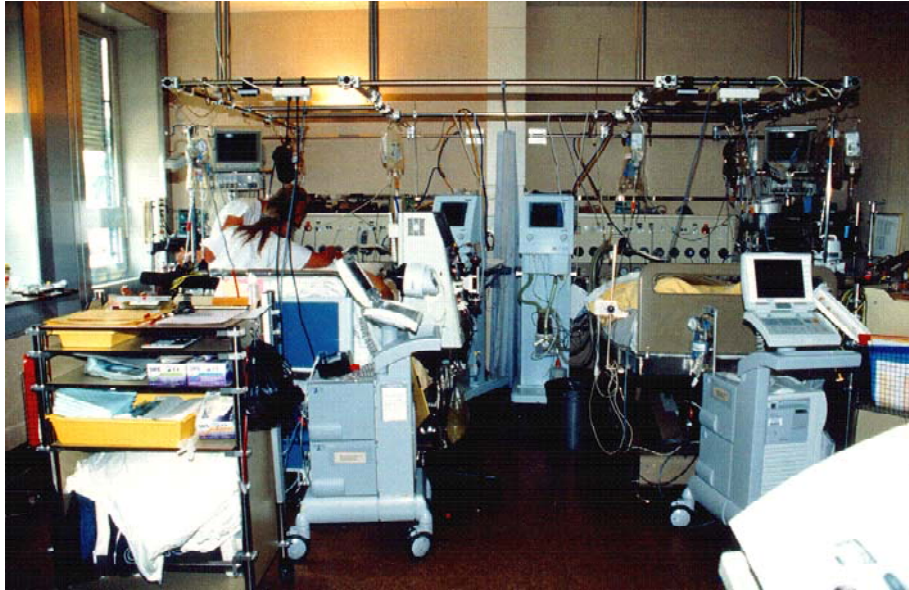


Abb. 82 Blick von der Mitte des Patientenbettraumes Nr. 2 auf zwei Patientenbetten.

FIT-System Ablaufanalysen

Aufgrund der Systemanalyse und den dort recherchierten Aufgaben und Tätigkeiten konnte in einem ersten Entwurf ein Kategoriensystem mit 34 Ereignissen erstellt werden (vgl. Abb. 30 S.49). Nach zwei Benutzerinterviews (Vorrunde der VALAMO-Interviews) und nach einem Vorversuch zur Ereignisaufzeichnung mit Anpassungen der Aufzeichnungsschablone, ergab sich ein System der Pflegetätigkeiten, Aufenthaltszonen am Patientenbettplatz und Laufwege mit insgesamt 54 Ereignissen (Abb. 83).

<u>1. Manipulieren</u>	<u>3. weitere Tätigkeiten</u>	<u>6. Aufenthaltszonen am Bett</u>
1.1 Patient	3.1 sozialer Kontakt	6.1 am Protokolltisch
1.2 Medikamente	3.2 kontrollieren	6.2 Fussende-links
1.3 Verbandsmaterial	3.3 kalibrieren	6.3 Fussende-rechts
1.4 Monitor	3.4 suchen Arbeitsmittel	6.4 Mitte-links
1.5 Respirator	3.5 wegbringen Arbeitsmittel	6.5 Mitte-rechts
1.6 Perfusoren	3.6 ordnen	6.6 Kopfende-links
1.7 Leitungen	3.7 reagieren Alarm	6.7 Kopfende-rechts
1.8 Sugi/Troege	3.8 aushelfen	6.8 Hinter-Kopfende-links
1.9 Infusionen	3.9 mithelfen	6.9 Hinter-Kopfende-rechts
1.10 Hämofilter	3.10 abwarten Röntgen	
1.11 Ballonpumpe	3.11 waschen Hände	<u>7. Wegziele</u>
1.12 ACT-Gerät	3.12 Pause	7.1 Nachbarpatient
1.13 Blut-Analysegerät	3.13 Sonstiges	7.2 Materialtheke
1.14 Pacer		7.3 Zentrale
1.15 Defibrillator	<u>4. Kommunikation</u>	7.4 Waschbecken
	4.1 informieren/kommunizieren	7.5 Ausserhalb
<u>2. Beobachten</u>	4.2 telefonieren	
2.1 Monitor	<u>5. Dokumentation</u>	
2.2 Respirator	5.1 protokollieren	
2.3 Perfusoren	5.2 holen/ablegen Dokumente	
2.4 Leitungen		
2.5 Sugi/Troege		
2.6 Infusionen		
2.7 Ballonpumpe		
2.8 Hämofilter		

Abb. 83 Kategoriensystem zur Aufzeichnung der Tätigkeiten (auch Aufenthaltszonen und Wege) in der intensivmedizinischen Pflege. Die dazugehörige Interfaceschablone wurde nach dem Konzept aus Abb. 30 S.49 gestaltet.

Die folgenden Doppelseiten (Abb. 84 - Abb. 87) zeigen die deskriptive Statistik der beiden Stichproben, sowie ihre Darstellung in Diagrammen für Zeitsummen und Häufigkeiten der beobachteten Tätigkeiten.

13.9.2000, Tätigkeiten									
Nr.	Name	n	Z	Z[%]	X	S	Min.	Med.	Max.
1	man.Patient	9	0:03:01	1	0:00:20	0:00:18	0:00:01	0:00:20	0:01:00
2	man.Medikamente	29	0:12:12	4	0:00:25	0:00:39	0:00:03	0:00:13	0:02:48
3	man.Verbandsmaterial	1	0:00:59	0	-	-	-	-	-
4	man.Monitor	35	0:07:06	3	0:00:12	0:00:09	0:00:02	0:00:11	0:00:43
5	man.Respirator	11	0:04:25	2	0:00:24	0:00:18	0:00:08	0:00:14	0:01:04
6	man.Perfusoren	26	0:08:41	3	0:00:20	0:00:12	0:00:03	0:00:19	0:00:42
7	man.Leitungen	26	0:06:23	2	0:00:15	0:00:09	0:00:04	0:00:13	0:00:36
8	man.Sugi/Troege	14	0:04:58	2	0:00:21	0:00:13	0:00:09	0:00:17	0:00:55
9	man.Infusionen	59	0:14:31	5	0:00:15	0:00:12	0:00:03	0:00:12	0:00:57
10	man.Hämofilter	-	-	-	-	-	-	-	-
11	man.Ballonpumpe	-	-	-	-	-	-	-	-
12	man.ACT-Gerät	-	-	-	-	-	-	-	-
13	man.Blut-Analysegerät	2	0:02:11	1	0:01:06	0:01:06	0:00:19	-	0:01:52
14	man.Pacer	-	-	-	-	-	-	-	-
15	man.Defibrillator	2	0:00:56	0	0:00:28	0:00:13	0:00:19	-	0:00:37
16	beo.Monitor	68	0:09:58	4	0:00:09	0:00:08	0:00:01	0:00:06	0:00:33
17	beo.Respirator	17	0:03:09	1	0:00:11	0:00:12	0:00:03	0:00:06	0:00:46
18	beo.Perfusoren	7	0:00:51	0	0:00:07	0:00:06	0:00:02	0:00:05	0:00:19
19	beo.Leitungen	16	0:03:37	1	0:00:14	0:00:09	0:00:02	0:00:12	0:00:40
20	beo.Sugi/Troege	6	0:01:28	1	0:00:15	0:00:09	0:00:05	0:00:12	0:00:27
21	beo.Infusionen	10	0:01:15	0	0:00:08	0:00:04	0:00:04	0:00:06	0:00:15
22	beo.Ballonpumpe	3	0:00:40	0	0:00:13	0:00:04	0:00:10	0:00:13	0:00:17
23	beo.Hämofilter	-	-	-	-	-	-	-	-
24	sozialer Kontakt	4	0:00:36	0	0:00:09	0:00:06	0:00:02	0:00:10	0:00:14
25	kontrollieren	18	0:05:58	2	0:00:20	0:00:10	0:00:05	0:00:18	0:00:43
26	kalibrieren	3	0:00:57	0	0:00:19	0:00:16	0:00:01	0:00:24	0:00:32
27	suchen Arbeitsmittel	6	0:04:06	1	0:00:41	0:00:08	0:00:28	0:00:44	0:00:49
28	wegbringenArbeitsmittel	1	0:04:08	2	-	-	-	-	-
29	ordnen	-	-	-	-	-	-	-	-
30	reagieren Alarm	2	0:00:22	0	0:00:11	0:00:07	0:00:06	-	0:00:16
31	aushelfen	4	0:02:28	1	0:00:37	0:00:30	0:00:03	0:00:35	0:01:16
32	mithelfen	6	0:05:59	2	0:01:00	0:00:31	0:00:24	0:01:03	0:01:36
33	abwarten Röntgen	3	0:01:52	1	0:00:37	0:00:06	0:00:32	0:00:36	0:00:44
34	waschen Hände	4	0:01:12	0	0:00:18	0:00:06	0:00:09	0:00:21	0:00:21
35	Pause	1	0:20:00	7	-	-	-	-	-
36	Sonstiges	35	0:20:22	7	0:00:35	0:01:03	0:00:02	0:00:16	0:05:00
37	informieren/kommunizieren	55	1:05:24	24	0:01:11	0:03:05	0:00:01	0:00:29	0:22:00
38	telephonieren	8	0:03:39	1	0:00:27	0:00:16	0:00:12	0:00:26	0:01:01
39	protokollieren	130	0:45:26	17	0:00:21	0:00:13	0:00:02	0:00:19	0:01:10
40	holen/ablegen Dokumente	7	0:04:32	2	0:00:39	0:00:33	0:00:04	0:00:28	0:01:29
	Summe	628	4:33:22	100	0:12:48	0:11:28	0:03:49	0:09:06	0:51:42
	Mittel	18	0:08:02	3	0:00:25	0:00:22	0:00:07	0:00:19	0:01:40
	Stabw.	26	0:13:17	5	0:00:17	0:00:34	0:00:08	0:00:13	0:03:53
	Min.	1	0:00:22	0	0:00:07	0:00:04	0:00:01	0:00:05	0:00:14
	Med.	8	0:03:53	1	0:00:20	0:00:12	0:00:04	0:00:16	0:00:44
	Max.	130	1:05:24	24	0:01:11	0:03:05	0:00:32	0:01:03	0:22:00

Abb. 84 Deskriptive Statistik der am 13.9. beobachteten Tätigkeiten während der ersten Hälfte der Frühschicht. Absolute Häufigkeit (n), Zeitsummen (Z), sowie für die Zeitdauer der Ereignisse: Arithmetisches Mittel (X), Standardabweichung (S), Minimalwert, Medianwert, und Maximalwert.

15.9.2000, Tätigkeiten									
Nr.	Name	n	Z	Z[%]	X	S	Min.	Med.	Max.
1	man.Patient	8	0:10:36	4	0:01:20	0:00:54	0:00:04	0:01:30	0:02:35
2	man.Medikamente	45	0:08:41	3	0:00:12	0:00:09	0:00:01	0:00:09	0:00:49
3	man.Verbandsmaterial			-	-	-	-	-	-
4	man.Monitor	20	0:02:32	1	0:00:08	0:00:04	0:00:02	0:00:08	0:00:15
5	man.Respirator	5	0:01:34	1	0:00:19	0:00:11	0:00:06	0:00:22	0:00:33
6	man.Perfusoren	12	0:03:43	1	0:00:19	0:00:12	0:00:05	0:00:15	0:00:42
7	man.Leitungen	20	0:05:09	2	0:00:15	0:00:13	0:00:04	0:00:11	0:00:57
8	man.Sugi/Troege	4	0:02:05	1	0:00:31	0:00:24	0:00:15	0:00:22	0:01:06
9	man.Infusionen	26	0:06:56	3	0:00:16	0:00:12	0:00:05	0:00:11	0:00:47
10	man.Hämofilter	-	-	-	-	-	-	-	-
11	man.Ballonpumpe	1	0:00:23	0	-	-	-	-	-
12	man.ACT-Gerät	1	0:00:34	0	-	-	-	-	-
13	man.Blut-Analysegerät	2	0:04:38	2	0:02:19	0:02:00	0:00:54	-	0:03:44
14	man.Pacer	1	0:00:20	0	-	-	-	-	-
15	man.Defibrillator	-	-	-	-	-	-	-	-
16	beo.Monitor	17	0:02:38	1	0:00:09	0:00:06	0:00:02	0:00:07	0:00:22
17	beo.Respirator	9	0:00:51	0	0:00:06	0:00:04	0:00:02	0:00:05	0:00:13
18	beo.Perfusoren	7	0:01:46	1	0:00:15	0:00:10	0:00:05	0:00:12	0:00:33
19	beo.Leitungen	3	0:00:47	0	0:00:16	0:00:06	0:00:11	0:00:14	0:00:22
20	beo.Sugi/Troege	7	0:01:36	1	0:00:14	0:00:07	0:00:05	0:00:16	0:00:24
21	beo.Infusionen	2	0:00:27	0	0:00:14	0:00:05	0:00:10	-	0:00:17
22	beo.Ballonpumpe	-	-	-	-	-	-	-	-
23	beo.Hämofilter	-	-	-	-	-	-	-	-
24	sozialer Kontakt	4	0:00:19	0	0:00:05	0:00:04	0:00:02	0:00:03	0:00:11
25	kontrollieren	18	0:05:40	2	0:00:19	0:00:12	0:00:03	0:00:16	0:00:47
26	kalibrieren	7	0:01:02	0	0:00:09	0:00:08	0:00:01	0:00:06	0:00:22
27	suchen Arbeitsmittel	-	-	-	-	-	-	-	-
28	wegbringenArbeitsmittel	-	-	-	-	-	-	-	-
29	ordnen	12	0:07:59	3	0:00:40	0:01:01	0:00:05	0:00:18	0:03:47
30	reagieren Alarm			-	-	-	-	-	-
31	aushelfen	1	0:00:16	0	-	-	-	-	-
32	mithelfen	2	0:11:49	5	0:05:55	0:05:08	0:02:17	-	0:09:32
33	abwarten Röntgen	1	0:00:38	0	-	-	-	-	-
34	waschen Hände	-	-	-	-	-	-	-	-
35	Pause	1	0:20:42	8	-	-	-	-	-
36	Sonstiges	62	0:31:36	12	0:00:31	0:00:42	0:00:01	0:00:17	0:04:03
37	informieren/kommunizieren	38	0:56:19	22	0:01:29	0:02:17	0:00:02	0:00:33	0:11:08
38	telephonieren	4	0:03:50	1	0:00:58	0:00:50	0:00:22	0:00:38	0:02:12
39	protokollieren	129	1:00:27	23	0:00:28	0:00:20	0:00:01	0:00:25	0:01:51
40	holen/ablegen Dokumente	11	0:04:30	2	0:00:25	0:00:33	0:00:01	0:00:11	0:01:50
	Summe	480	4:20:25	100	0:17:47	0:16:10	0:05:06	0:06:47	0:49:22
	Mittel	15	0:08:24	3	0:00:43	0:00:39	0:00:12	0:00:19	0:01:58
	Stabw	25	0:14:54	6	0:01:12	0:01:06	0:00:28	0:00:18	0:02:47
	Min.	1	0:00:16	0	0:00:05	0:00:04	0:00:01	0:00:03	0:00:11
	Med.	7	0:02:36	1	0:00:19	0:00:12	0:00:04	0:00:14	0:00:47
	Max.	129	1:00:27	23	0:05:55	0:05:08	0:02:17	0:01:30	0:11:08

Abb. 85 Deskriptive Statistik der am 15.9. beobachteten Tätigkeiten während der ersten Hälfte der Frühschicht. Absolute Häufigkeit (n), Zeitsummen (Z), sowie für die Zeitdauer der Ereignisse: Arithmetisches Mittel (X). Standardabweichung (S), Minimalwert, Medianwert, und Maximalwert.

Relative Zeitsummen der beobachteten Tätigkeiten

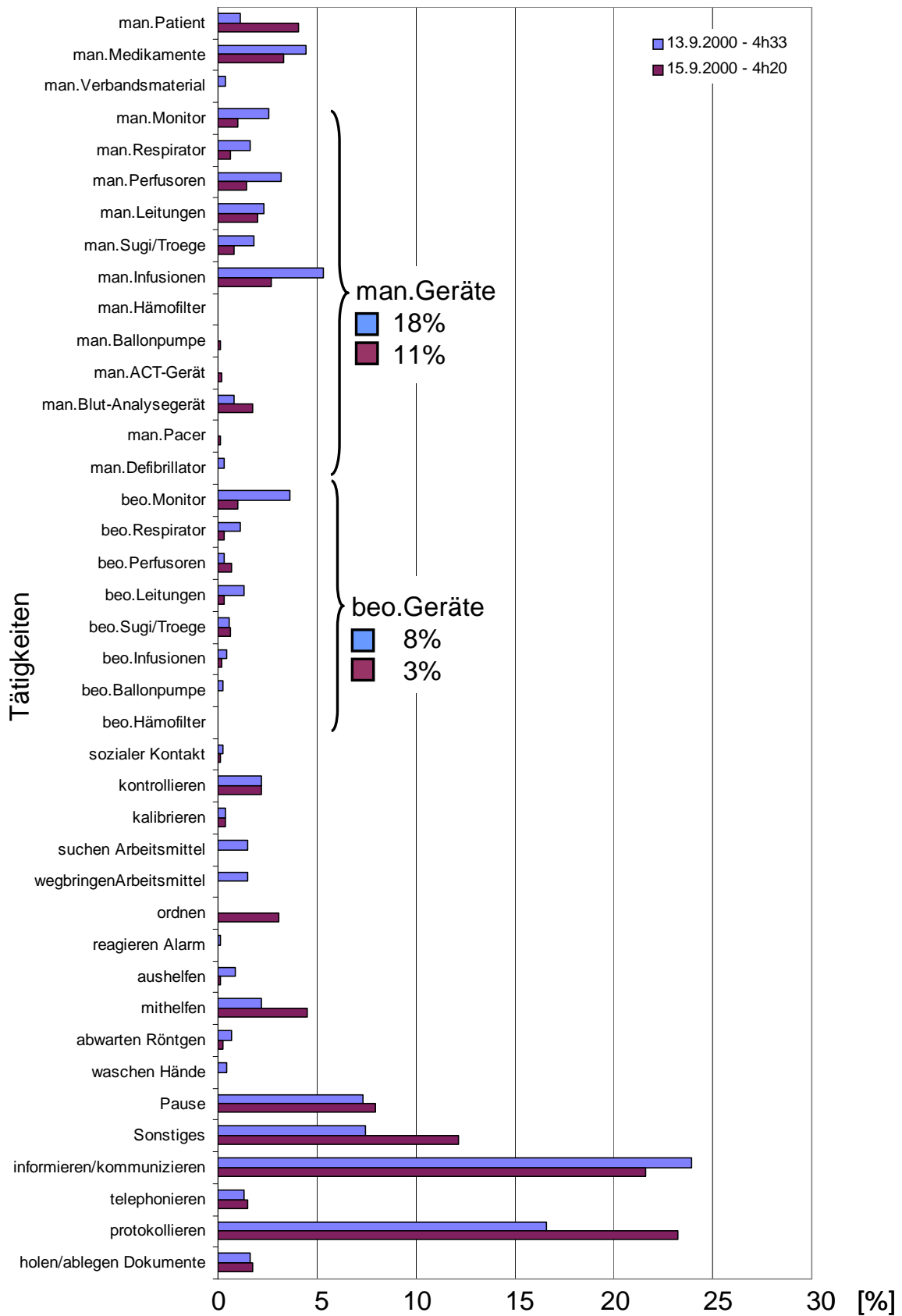


Abb. 86 Zeitsummen der am 13.9. und 15.9 beobachteten Tätigkeiten während der ersten Hälfte der Frühschicht.

Relative Häufigkeiten der beobachteten Tätigkeiten

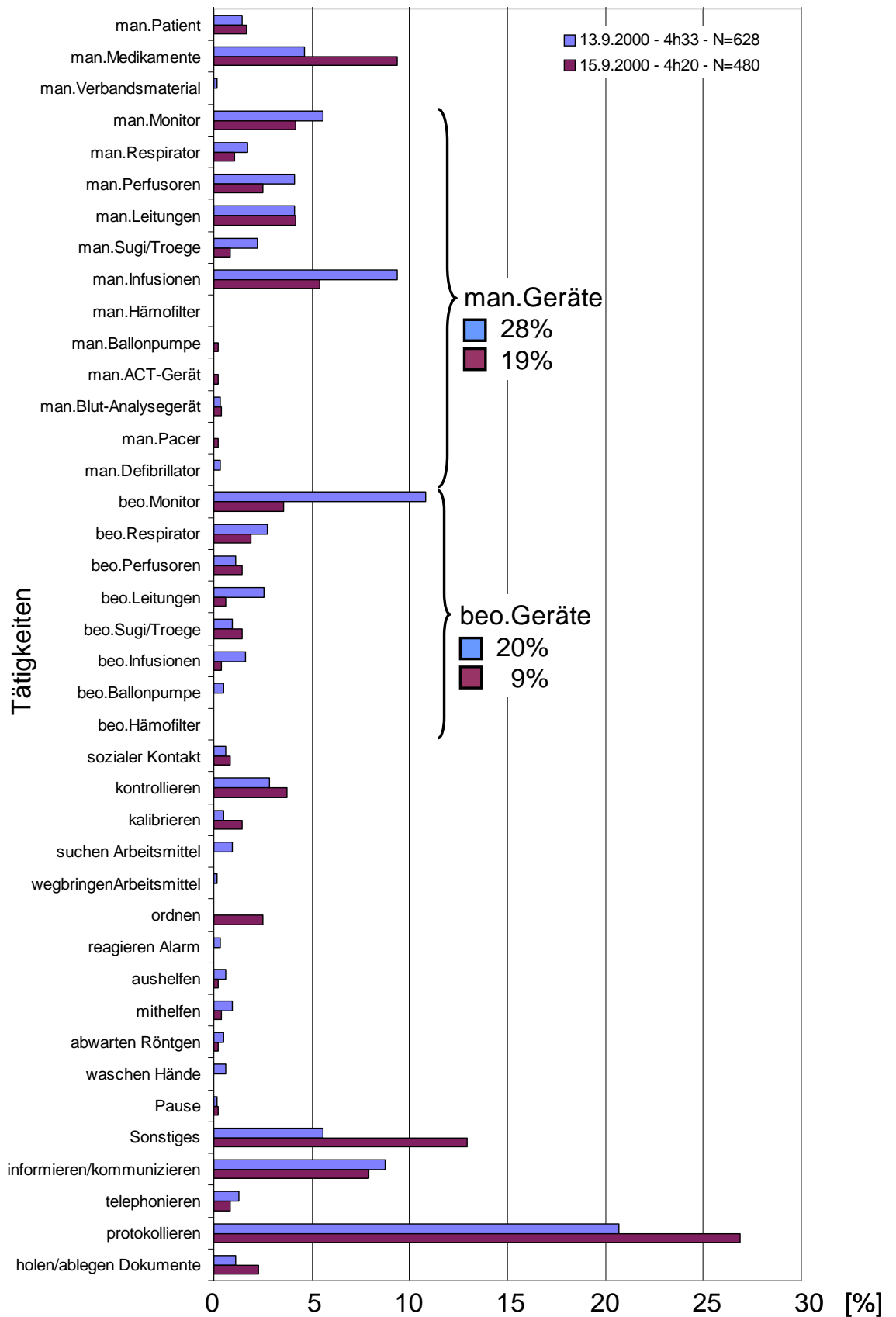


Abb. 87 Häufigkeiten der am 13.9. und 15.9 beobachteten Tätigkeiten während der ersten Hälfte der Frühschicht.

Abb. 88 zeigt den Wechsel der Aufenthaltszonen am Patientenbettplatz in den beiden Stichproben. Mit den Verbindungslinien werden die Wege und mit den Zahlenangaben auf den Verbindungslinien die Häufigkeiten dieser Wege dargestellt. Die erste Zahl gilt für den Weg von der kleineren Positionsnummer zur höheren. So ist die Angabe: 23/27 auf der Wegstrecke von 1 nach 6 so zu lesen, dass insgesamt 23 mal von Position 1 (am Schreibpult) nach 6 (Kopfende-links) gelaufen wurde und 27 mal in die Gegenrichtung. In der Aufzeichnung vom 15.9. wurde bei den seitlichen Aufenthaltszonen nur noch zwischen Kopfende und Fussende unterschieden.

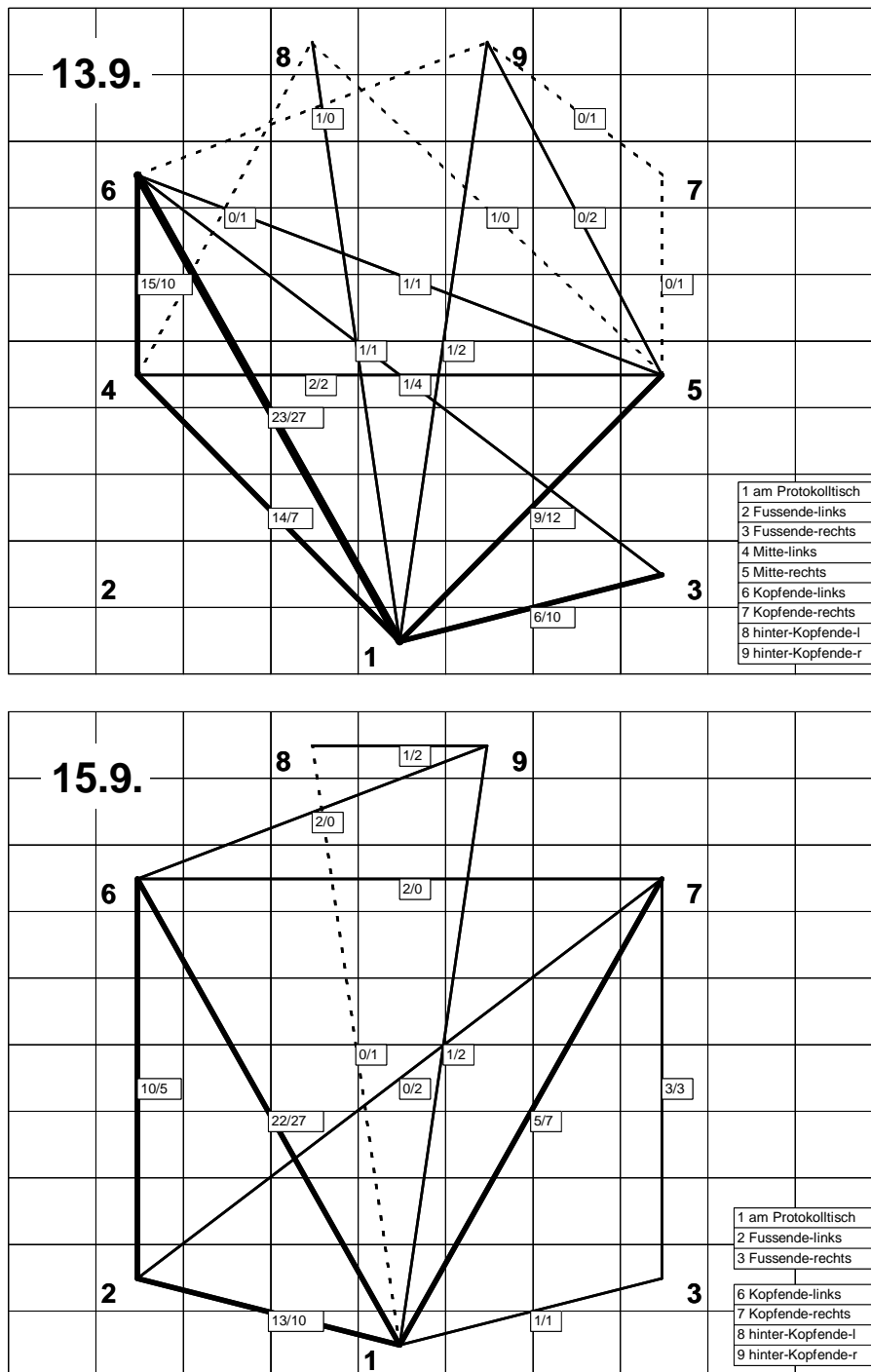


Abb. 88 Wechsel der Aufenthaltszonen am Patientenbettplatz in den beiden Stichproben vom 13.9. (oben) und 15.9. (unten). Erläuterung der Darstellung siehe Text.

Weitere Resultate aus den Aufzeichnungsdaten:

- Die absoluten Häufigkeiten zeigen in der 2. Aufzeichnung vom 15.9. eine deutliche Abnahme der Anzahl von Tätigkeiten in Bezug auf die Geräte (manipulieren und beobachten Geräte). Die Ursache wurde hinterfragt und liegt im vergleichsweise stabileren Zustand des Patienten. Auch die deutliche Abnahme von Tätigkeiten in Bezug auf Medikamente (manipulieren Med./Inf.) hängt damit zusammen. Zu beobachten war, dass in beiden Fällen die Arbeitspersonen in etwa die gleiche Zeit für Tätigkeiten an anderen Patientenbettplätzen aufbrachten (12 bzw. 16 Minuten).
- Informieren/kommunizieren nimmt zusammen mit dem Führen des Überwachungsblattes (protokollieren) am meisten Zeit in Anspruch, in den beiden Stichproben jeweils ca. $\frac{1}{4}$ der Arbeitszeit.
- Die fünf häufigsten Tätigkeiten in den beiden Stichproben sind:
 - Eintragungen in das Überwachungsblatt (Protokollieren)
 - Vorbereiten und Applikation von Medikamenten und Infusionen
 - sich und andere informieren oder kommunizieren
 - Handlungen an den Geräten
 - Beobachtung der Geräte
- Die nach Geräte aufgeschlüsselten Statistiken zeigen in den Stichproben: Infusionen sind das am häufigsten manipulierte Arbeitsmittel, der Monitor ist in beiden Fällen das am häufigsten beobachtete und bediente Gerät, an zweiter Stelle Perfusoren und Schlauchleitungen.
- Beide Selbsteinschätzungen der Pflegefachpersonen lauteten auf 40 Minuten patientenbezogene Pfl egetätigkeiten pro Arbeitsstunde. Tatsächlich waren es in beiden Fällen 50-60 Minuten pro Arbeitsstunde.
- Häufigster Aufenthaltsort und damit häufigster Start- und Zielort für Wege ist der Arbeitsplatz am Schreibpult (am Protokolltisch). Zweithäufigster Aufenthaltsort ist am linken Kopfende des Patientenbettes. Hier standen bei dem beobachteten Arbeitsablauf der Monitor, der Grossteil der Perfusoren, sowie weitere Geräte.
- Vom Patientenbettplatz starten in den beiden Beobachtungen 47 (13.9.) und 56 (15.9.) Laufwege zu anderen Orten im und ausserhalb des Behandlungsraumes. Die häufigsten Ziele sind:
 - Zentrale (telefonieren, holen/ablegen Dokumente, Blutanalyse-Gerät)
 - Materialtheke (Infusionen/Medikamente vorbereiten)
 - Nachbarpatienten (aushelfen, mithelfen)
 - Ausserhalb des Saales

Aufgrund des Aufenthaltes vor Ort zur Beobachtung und Aufzeichnung konnte am 15.9. eine Operation (Zunähen des noch offenen Thorax) beobachtet werden (Abb. 89).

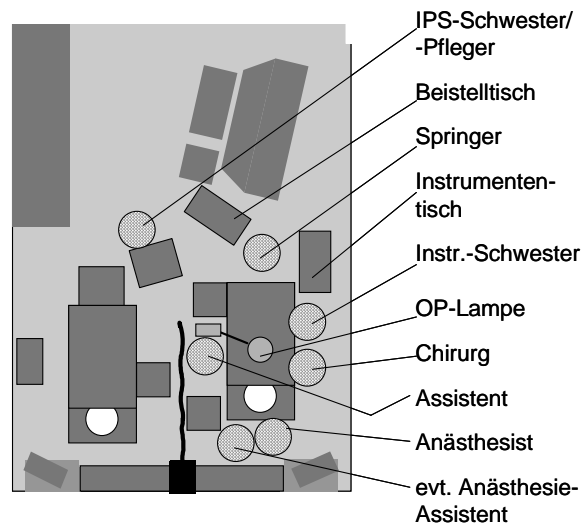


Abb. 89 Arbeitsplätze während einer Operation am Patientenbett.

Aus der analysierten Arbeitsaufgabe der Operation entstehen folgende Anforderungen:

- Der Chirurg benötigt neben der OP-Lampe eine Stirnlampe mit Kaltlichtquelle.
- Der Chirurg benötigt günstige Blickverhältnisse zum Monitor.
- Der Anästhesist benötigt Freiraum hinter dem Kopfende des Patientenbettes. Er muss Monitor, Respirator und Perfusoren ablesen und bedienen können. Er muss Medikamente verabreichen können.
- Die Arbeitsperson der Pflege benötigt den Protokolltisch und muss den Verlauf protokollieren und hierzu auch Werte von den Geräten ablesen. Sie muss den Anästhesisten mit Medikamenten versorgen können.

VALAMO-Interviews

Nach Berufsgruppen geordnet wurden folgende Kernaussagen ermittelt:

Pflegedienst Interview, Berufserfahrung: 10, 8, 7, 5, und 3 ½ Jahre.

- Der Platzmangel ist einstimmig das schwerwiegendste Problem.
- Danach folgt das Problem der langen und umständlichen Patientenbettwege.
- In den Kojen der neuen IPS muss Stauraum für Material sein.
- Einem zukünftigen Patienten Data Management steht man positiv gegenüber. Jedoch soll die direkte persönliche Interaktion in den Visiten und die Präsenz des Anästhesie-Arztes vor Ort dadurch nicht verringert werden.

- 3 von den 5 Befragten äussern die Ansicht, dass die Pflegeleistung aufgrund der Selbsteinschätzung zur späteren Abrechnung unterbewertet wird.
- Zwei sich direkt gegenüber stehende Patientenbetten sind schlechter von einer Pflegeperson zu überwachen, als zwei nebeneinander oder versetzt stehende Betten.
- In der derzeitigen Bedienung der Geräte wird die mangelnde Einheitlichkeit bei den Perfusoren kritisiert.

Oberarzt Anästhesie, Berufserfahrung: 25 Jahre.

- Neben dem Platzmangel wird das Fehlen eines Besprechungsraumes als schwerwiegendes Problem genannt.
- Wesentliches Element in der Informationsaufnahme/-beschaffung ist der Rundgang des Arztes durch die Station von Patient zu Patient.
- Die Anordnung aller Geräte (Monitor, Perfusoren, etc.) auf einer Seite wird als übersichtlicher empfunden. Jedoch wird bezweifelt, ob auf der neuen IPS alles auf einer Seite unterzubringen ist.

Chefarzt Chirurgie, Berufserfahrung: 10 ½ Jahre.

- Regelmässiger Rundgang von Patient zu Patient ist Routine zur Beschaffung von Überblick und Information.
- Es finden pro Jahr circa 30 Nachoperationen auf der Intensivstation statt.
- Problem der OP-Lampe/Beleuchtung. Die mobile OP-Lampe kann nicht die Funktion einer Stirnlampe ersetzen. Für die Stirnlampe muss hinter dem Operateur genügend Platz für die Kaltlichtquelle sein.
- Fussseitig wird am Patientenbett die Möglichkeit von Stromnetzanschlüssen gefordert.

Modellbau

Abb. 90 zeigt das vom Ergonomie-Experten erstellte Modell M1:25 der geplanten Intensivstation, und Abb. 91 einige Modellelemente (Pflegefachperson, Patientenbetten, Protokolltisch, Gerätesäulen, etc.).

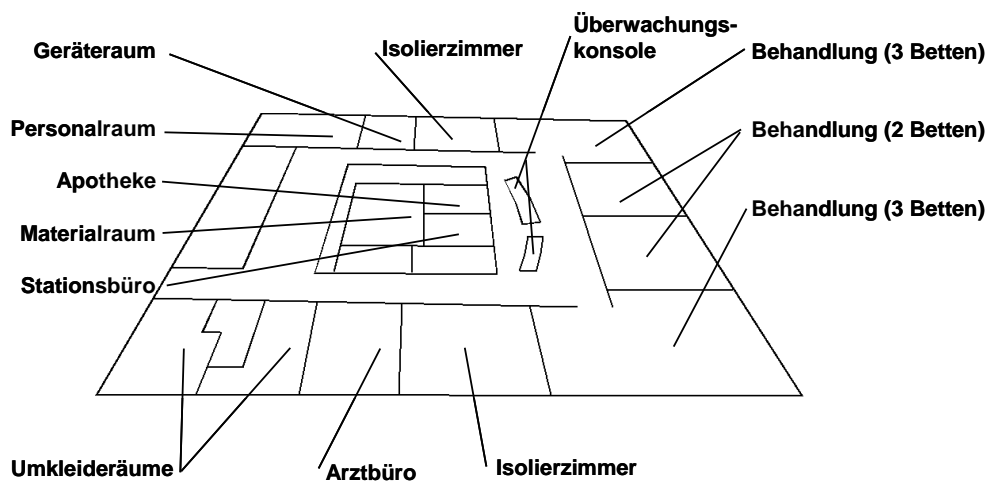


Abb. 90 Modell der Intensivstation M1:25. Modellgröße circa 1,3 x 1,3 m, zum Transport für Sitzungen und Präsentationen zerlegbar aufgebaut.

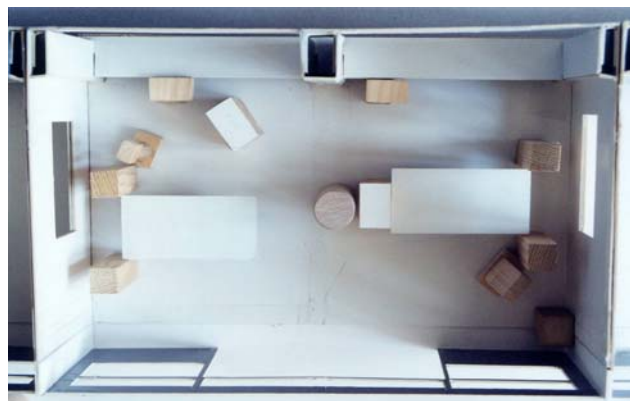


Abb. 91 Blick von oben in einen Behandlungsraum des Modells. Dargestellt sind eine Pflegefachperson (Holzzylinder) am Fussende des einen Patientenbettes, zwei Patientenbetten, zwei Protokolltische, jeweils zwei Gerätesäulen links und rechts von den Betten, jeweils ein Beatmungsgerät pro Bett, ein Waschbecken in der Raumecke und zwei Beistelltische an der Fensterfront.

Workshops

Workshop 1 ergab gegenüber den Interviews keine neuen Informationen. Workshop 2 sollte zum Entscheid einer von zwei möglichen Varianten eines Deckenversorgungssystems führen. Hierzu waren beide Systeme von den Herstellern probeweise in einem Raum der bestehenden Intensivstation installiert worden (Abb. 92). Die teilnehmende Gruppe blieb jedoch unentschlossen.



Abb. 92 Probeweise Installation zweier Deckenversorgungssysteme als Entscheidungshilfe. Die Installation war ein Service der am Auftrag interessierten Systemhersteller.

Lösungsentwicklung

Neben den Daten der Recherchen, Besichtigungen, Interviews und der Arbeitsablaufanalyse wurden in der Lösungssuche und -entwicklung Simulationen mit dem dreidimensionalen Modell eingesetzt. Abb. 93 bis Abb. 96 zeigen eine Auswahl der am Modell nachgestellten Arbeitssituationen.

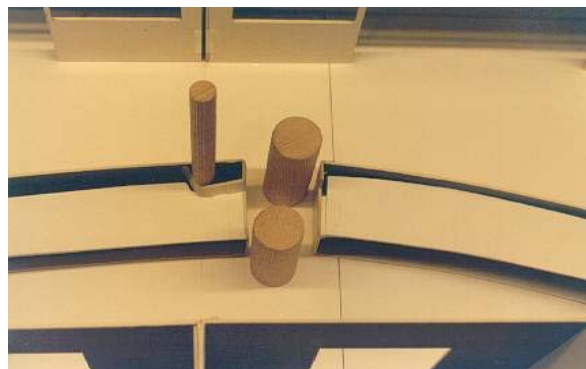


Abb. 93 Simulation eines Durchgangsverkehrs in der Überwachungskonsole. Dargestellt ist die vom Architekturteam geplante 1 m Durchgangsbreite.

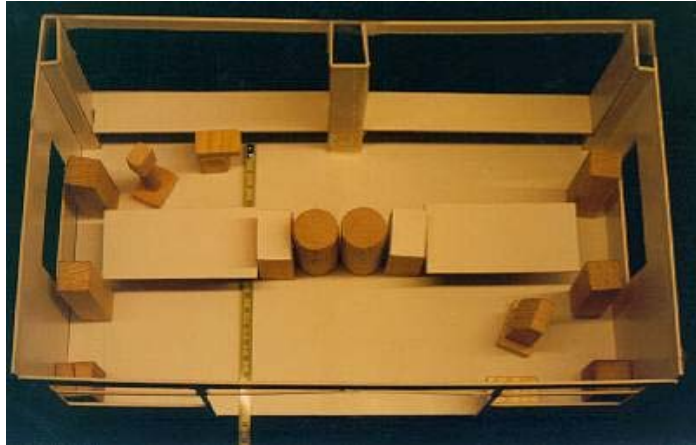


Abb. 94 Simulation des Protokollierens an zwei Patientenbettplätzen. Dargestellt ist die Planung des Architekturteams mit Aufstellung der Betten auf einer Achse, zwei Waschbecken und einer Raumbreite von 4,3 m.

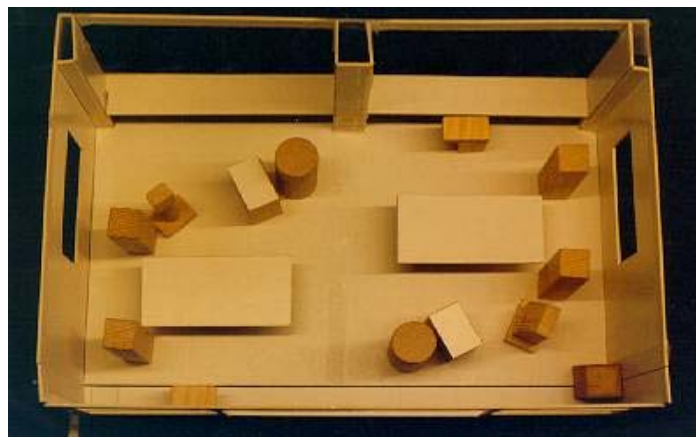


Abb. 95 Simulation eines um 0,5 m verbreiterten Patientenbettraumes mit gegeneinander versetzter Bettenaufstellung, einem Waschbecken, und dadurch die Möglichkeit auch seitlich vom Bett zu protokollieren.

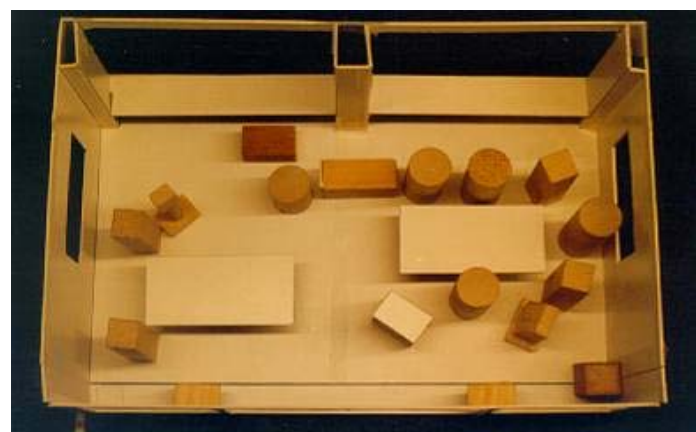


Abb. 96 Simulation einer Operation gemäss analysierter Arbeitsweise.

Weiterhin wurden mit der VALAMO-Methode auch zweidimensionale Modelle für Simulationen und Arbeitsbesprechungen eingesetzt (Abb. 97).

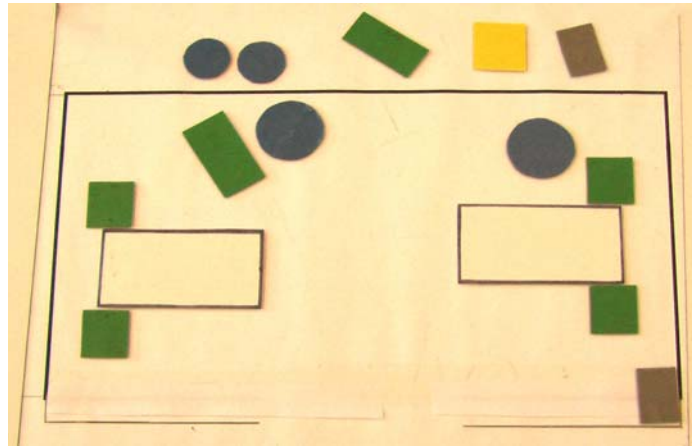


Abb. 97 Zweidimensionales Modell mit Magnetobjekten als Explikationshilfe nach der VALAMO-Methode für das Layout eines Behandlungsraumes.

Abb. 98 und Abb. 99 zeigen schliesslich Beispiele für die Darstellung der entwickelten Lösung in Draufsicht eines Raumes und in einer Vorderansicht für die Konfiguration der Deckenversorgungssysteme an den Patientenbettplätzen.

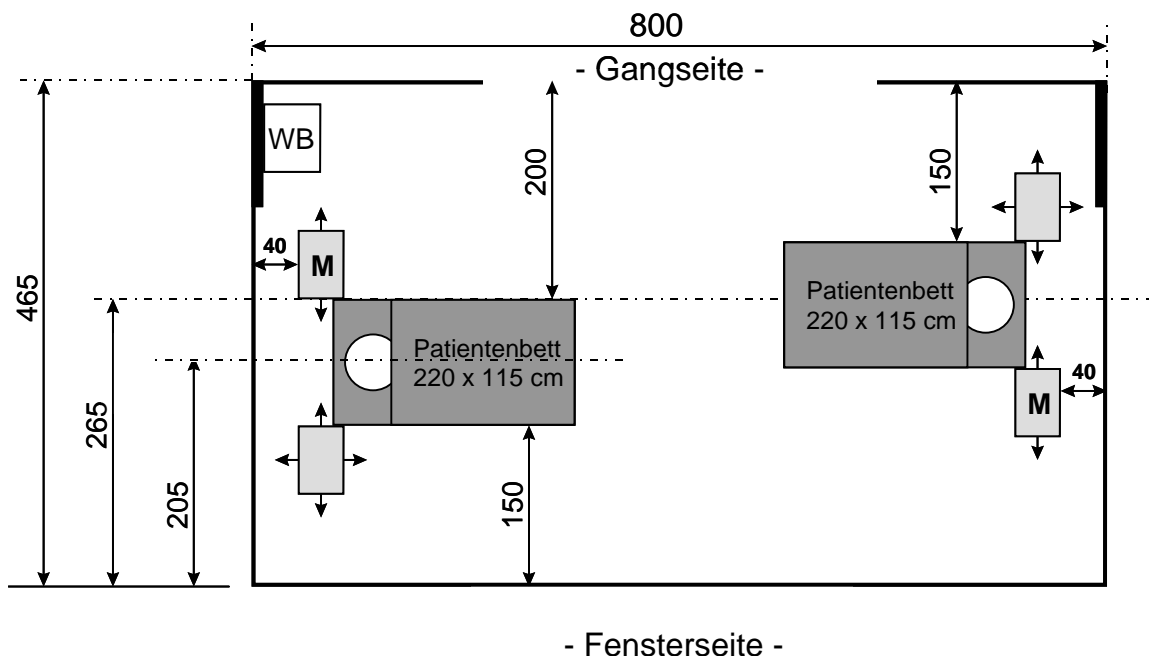


Abb. 98 Anordnung der Patientenbettplätze und Position der Gerätesäulen des Deckenversorgungssystems in einem Behandlungsraum. Alle Masse in cm.

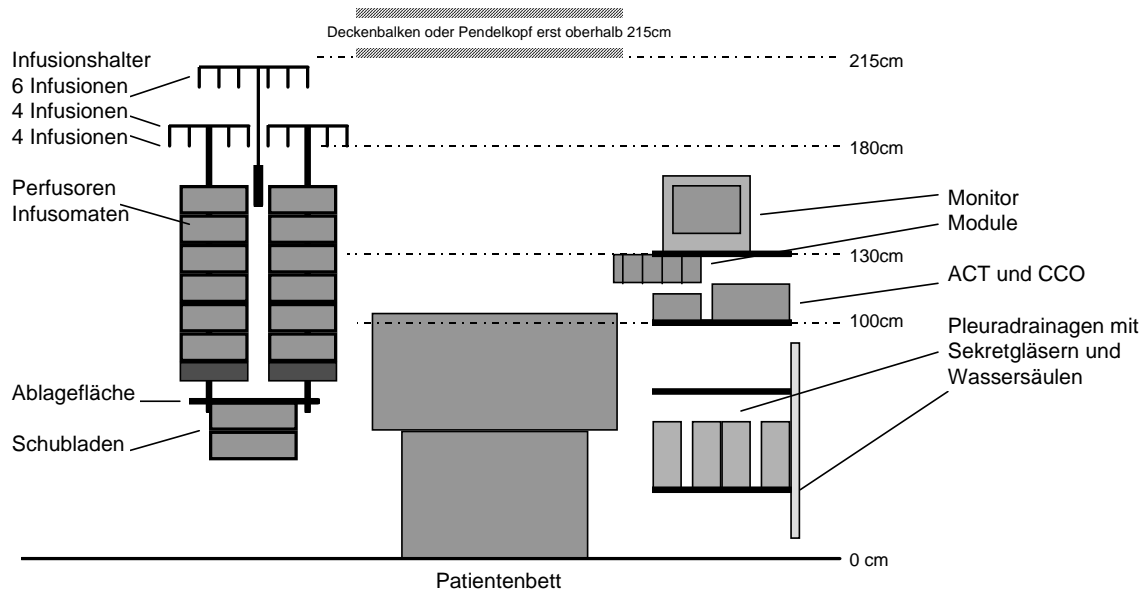


Abb. 99 Konfiguration der Gerätesäulen, Vorderansicht.

Die weiteren Spezifikationen zur Lösung erfolgten in Form einer nach Räumen und Objekten geordneten Liste. Dieses Dokument wurde als „Ergonomisches Pflichtenheft“ bezeichnet und in den Abschlussbericht integriert, und wurde als verpflichtender Bestandteil in die Ausschreibung der Inneneinrichtung aufgenommen.

4.2.3 Aufwand und Nutzen

Der grösste Nutzen für das Arbeitssystem ist in der Vergrößerung der Behandlungsräume zu sehen. Die ursprüngliche Planung des Architektenteams zeigte einen grosszügigen Hauptkorridor mit Überwachungskonsole. Der Platz rings um diese zentrale Konsole war als bedeutender angesehen worden, als derjenige in den Räumen der Patienten. Diese Räume zu vergrössern, standen zum Zeitpunkt der Ergonomiestudie folgende Schwierigkeiten entgegen:

- Die Planung war fortgeschritten, das Rauml原因 definitiv, die Bauausführung hatte schon begonnen, und der Rohbau war schon nahezu fertiggestellt.
- Es war zu Beginn der Ergonomiestudie vom Auftraggeber allen Beteiligten mitgeteilt worden, dass das Rauml原因 als entschieden und definitiv angesehen wird.
- Sowohl Hochbauamt, als auch die Generalplaner hatten für eine Ergonomiestudie kein Bedarf gesehen, und sich geweigert, diese zu finanzieren. Die Finanzierung erfolgte somit nicht aus dem Baukredit, sondern nach Prüfung des Vorhabens durch die Spitaldirektion, aus eigenen Mitteln des Spitals.

Für einen Zusammenhang von Methodeneinsatz und Nutzen sind in Tabelle 12 die umgesetzten und in der Nachkontrolle für richtig befundenen Massnahmen der Ergonomiestudie den einzelnen Methoden derart zugeordnet, das deutlich wird, welche Methoden massgebenden Anteil an Inhalten und Argumenten zur Umsetzung beisteuerten.

Es werden in dieser Tabelle auch die Arbeitsstunden, sowie der nicht umgesetzte Vorschlag N1 aufgeführt.

Tabelle 12 Zusammenhang zwischen Methodeneinsatz, deren Arbeitsstunden und massgebende Inhalte und Argumente zur Umsetzung der Ergebnisse E1-E11 und zur Begründung des Vorschlags N1.

Massnahmen / Methoden	Arbeitstage:									
	1	0,5	0,5	1,5	5	9	3	2	5	
	Dokumentenstudium	Besichtigungen	Eigene Besichtigung	Systemanalyse	FIT-System Ablaufanalyse	VALAMO-Interviews	Modellbau	Workshops	Lösungsentwicklung	
E1 Raumvergrösserung				X	X	X	X		X	
E2 Versetzte Betten					X		X		X	
E3 Auswahl DVS		X	X					X		
E4 Anordnung DVS					X		X		X	
E5 Geräteanordnung				X	X				X	
E6 Waschbecken					X	X			X	
E7 Fenstergestaltung	X									
E8 Durchgangsbreite					X					
E9 Konsolengeometrie	X									
E10 Bildschirmarbeitsplätze	X									
E11 Protokolltisch				X						
N1 Schalldämpfung	X						X			

Für die Massnahmen E7, E9, und E10 folgt aus Tabelle 12, dass diese auf bekannten ergonomischen Richtlinien basieren und aus einem Vergleich mit den Plänen hergeleitet werden können. Die sieben VALAMO-Interviews erscheinen als umfangreich im Vergleich zu den damit erzielten Ergebnissen. Doch müssen die zwei Interviews der Vorrunde auch in ihrem Nutzen für die Erstellung des Kategoriensystems betrachtet werden.

Als Methoden mit sehr gutem Kosten-/Nutzenverhältnisse sind „FIT-System Ablaufanalyse“ mit 5 und „Modellbau“ mit 3 Arbeitstagen zu bewerten. Es waren die Ergebnisse der Arbeitsablaufanalysen, mit denen die Planer von der Bedeutung der Patientenbeträume

überzeugt werden konnten, indem die Ergebnisse quantitativ den Tätigkeitsumfang belegten und auch den Patientenbettplatz als dezentralen Kommunikationsknotenpunkt auswiesen. Weiterhin war es durch die Aufzeichnungen und den damit verbundenen Aufenthalt im Arbeitssystem möglich, einen operativen Eingriff am Patientenbett mitzerleben, und diesen im Modell den Planern anschaulich darzustellen.

Nachkontrolle

Nach Inbetriebnahme, nach Abschluss aller Einrichtungsarbeiten und nach über einem Jahr Betriebsroutine wurde eine Nachkontrolle der Systemgestaltung und der Arbeitsweise an den neuen Arbeitsplätzen durchgeführt. Es erfolgte eine Bestandsaufnahme mit Messungen (Licht, Schallpegel), sowie FIT-System Ablaufanalysen während fünf halben Arbeitsschichten im Normalbetrieb. Durch die Besichtigungen und das Mitlaufen, Beobachten, Befragen an vier Terminen vor Ort, sowie in den Aufzeichnungen der Arbeitsabläufe während fünf halben Arbeitsschichten konnten die umgesetzten Gestaltungsmaßnahmen (E1-E11, vgl. S.120) der Studie sowohl von Seite des Ergonomie-Experten, als auch von Seite der beteiligten Benutzer als nützlich und richtig beurteilt werden. Die Messungen des Schallpegels zeigten, dass auch die nicht umgesetzte Empfehlung (N1, vgl. S.121) zutreffend war. Beispielsweise ergab eine Messung über 2½ Stunden an einem Patientenbett einen energieäquivalenten Dauerschalldruckpegel von 56,3 dB(A). Die Benutzer hatten mittlerweile schon beschlossen, schalldämpfendes Deckenmaterial bei nächster Gelegenheit nachträglich einbauen zu lassen.

In Abb. 100 ist ein typischer Patientenbettplatz der neuen Intensivstation dargestellt.



Abb. 100 Patientenbettplatz der neuen Intensivstation. Deckenversorgungssystem mit schwenk- und verschiebbaren Gerätesäulen.

Die Nachkontrolle zeigte, dass die Schwenk- und Verschiebbarkeit der Gerätesäulen des Deckenversorgungssystems kaum genutzt wird. In der Apotheke, einem Raum mit hohen Anforderungen an die Sehaufgabe, wurde eine zu geringe Beleuchtungsstärke festgestellt. Die Bauweise der Station nach dem Prinzip der Veränderbarkeit zeigte den Nachteil, dass in den Materialräumen Gestelle nicht an den Wänden befestigt werden können, da diese Wände im Leichtbau ausgeführt sind und keine Lasten aufnehmen können. Die Folge sind freistehende Gestelle, deren Standfestigkeit von der Beladung abhängt. Aufgrund von technischen Vorschriften entstanden zum Teil ungünstige Lösungen für die Arbeitsabläufe. So waren platzsparende Schiebetüren durch die kantonalen Auflagen der Feuerpolizei untersagt worden (wohingegen der gleiche Anwendungsfall in anderen Kantonen erlaubt ist). Aus ähnlichen Gründen musste auch auf eine einfache Zugänglichkeit für die Stromversorgung der Geräte am Fussende des Patientenbettes verzichtet werden.

FIT-System Ablaufanalyse der Nachkontrolle

Die Schablone und das Kategoriensystem für die fünf Aufzeichnungen mit dem FIT-System in der Nachkontrolle sind unter den Interfacebeispielen in Kap. 2.3.2 Abb. 36 S.54 dargestellt. Folgende Ergebnisse sind hervorzuheben:

- Die parallele Aufzeichnung der Tätigkeiten und Orte zeigte, dass die Verbreiterung der Räume wie vorgesehen für den Protokolltisch genutzt wurde (vgl. Abb. 94 S.136).
- Die aufgezeichneten Zeitanteile an Kommunikation der Pflegefachperson lagen in den fünf Aufzeichnungen zwischen 16 und 23% (Median: 22%). Dies entspricht dem „1/4 der Arbeitszeit für Kommunikation am Patientenbettarbeitsplatz“ aus den beiden Stichproben der vorherigen Station und der Bedeutung des Patientenbettplatzes als dezentralen Knotenpunkt der Kommunikation.
- Die Zeitanteile für die Bedienung und Beobachtung der Geräte aus den fünf Aufzeichnungen der Nachkontrolle liegen unter dem Mittelwert aus den zwei Stichproben der vorherigen Station.
- Das Prüfen oder Ordnen von Leitungen, z.B. Kabel und Schläuche zwischen Patient und Geräten ist unter den Tätigkeiten der Manipulation von Geräten oder technischen Sachmittel häufig und mit relativ hohen Zeitanteilen vertreten. Dies zeigte sich in der Nachkontrolle, wie in der vorherigen Station (vgl. Abb. 86 S.128 und Abb. 87 S.129). Leitungen werden oft genauso häufig beobachtet und „bedient“ wie andere Geräte.
- In der neuen Station bildet der Materialwagen in den Behandlungsräumen den zweithäufigsten Anlaufpunkt für Wege und zeigt den Nutzen von genügend Raumgrösse für dessen Unterbringung.

Vergleicht man die in der Nachkontrolle aufgezeichneten Wechsel der Pflegefachperson von einer Arbeitszone am Bett zu einer anderen (vgl. Schema in Abb. 30 S.49) mit einer Analyse aus den 1970er Jahren (Gessner et al. 1981, S.296-300), so liegt in beiden Fällen die mittlere Gesamtzahl im Bereich von 110-125 Zonenwechsel pro 4 Stunden Arbeitszeit.

4.4 Anästhesierespirator

Barbara Bönisch entwickelte in ihrer Promotionsarbeit „Partizipatives Interface Design am Beispiel Anästhesierespirator“ in Kooperation mit Benutzern aus verschiedenen Spitälern und Industriepartnern ein neues Interface für einen Anästhesierespirator. Gefördert wurde das Projekt von der Schweizer Kommission für Innovation und Technologie (KTI, Projekt-Nr. 4562.1). Grundlage war eine Vorstudie zur Gestaltung der Geräteform, die unter der Nummer KTI 3849.1 ebenfalls eine Förderung erhielt. Abb. 101 zeigt den Entwurf dieser Vorstudie, wie er durch Schrijver (1998) in einer Diplomarbeit erstellt wurde.



Abb. 101 Entwurf der Geräteform des neuen Anästhesierespirators (Modell M1:1) als Ergebnis der Vorstudie. Die Fläche für das noch zu entwickelnde Geräteinterface ist angedeutet (Schrijver 1998, S.59).

Die daraufhin von Bönisch (2005) eingesetzte Methodik zur Interfacegestaltung umfasste Geräteanalysen, Arbeitssystemanalysen, VALAMO-Interviews, FIT-System Ablaufanalysen, eine Lösungssuche in Kooperation mit Benutzern, sowie einen iterativen Zyklus von insgesamt 14 Benutzungstests anhand einer Simulation des Interfaces. Der technische Lösungsspielraum wurde durch das Unternehmen der Medizintechnik insoweit bestimmt, als dass eine Lösung nur mit einem Touchscreen und mit möglichst wenigen, einzelnen Einstellreglern aus Kostengründen bevorzugt wurde.

Die Konfiguration der Explikationshilfen für die VALAMO-Interviews wurde in Kap. 3.3.2 (S.83) vorgestellt. Ziel der Ablaufanalysen mit dem FIT-System war die Analyse der Interaktionen bei zwei unterschiedlichen Bedienkonzepten: „Funktionswahltasten mit einem zentralen Dreh-Drückknopf“ oder „Ein Panel mit einzelnen Drehreglern“ (vgl. Abb. 102). Je Bedienkonzept wurden 10 vergleichbare operative Eingriffe der Laparoskopie aufgezeichnet.

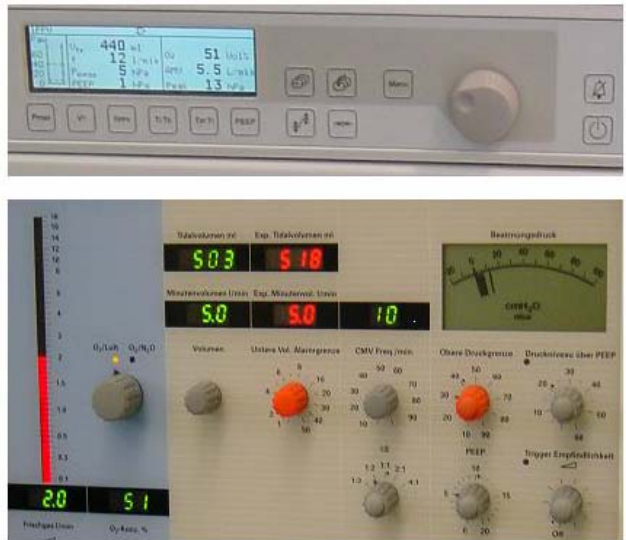


Abb. 102 Bedienkonzepte bei Anästhesierespiratoren: Funktionstasten mit zentralem Dreh-Drückknopf (oben) und einzelne Drehregler (unten) nach Bönisch (2005, S.17).

Das von Bönisch entwickelte Kategoriensystem zur FIT-System Ablaufanalyse ermöglichte das parallele Aufzeichnen nach der „Postfix“-Methode (vg. Abb. 28 S.47) von Interaktionen mit dem Anästhesierespirator, sowie weiteren Tätigkeiten, und Ereignissen (Abb. 103).

Luft N ₂ O	TV MV	F	V min	P max	andere Alarme
F Gas Fluss	O ₂ %	I:E	PEEP	WBO	Moni foring
APL	Flush	Bew tel	Druck level	Trip Set	Ein bereit Aus
Rel axo	Wd rne	Pott	Sugi	Ausst. gas	ob deck
Pbl.	Zu gerät	Medi. Infus.	Doku	3/2	3/2

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	
1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	2.1
1.13	1.14		1.15	1.16		1.17
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	4.1	4.2
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7

1. Betätigen, Einstellen von...
 - 1.1 Gasart Luft/N₂
 - 1.2 Volumenart TV/MV
 - 1.3 Frequenz
 - 1.4 Vmin Alarmgrenze
 - 1.5 Pmax Alarmgrenze
 - 1.6 andere Alarmgrenzen
 - 1.7 Frischgasdurchfluss
 - 1.8 Sauerstoffanteil
 - 1.9 Verhältnis Inspirat./Expirat.
 - 1.10 PEEP-Wert
 - 1.11 Blutdruckmessung auslösen
 - 1.12 Monitoringwerte abfragen
 - 1.13 Alarm ausstellen
 - 1.14 Atemmodus
 - 1.15 Drucklevel
 - 1.16 Trigger
 - 1.17 Ein/Aus
2. Anschliessen von...
 - 2.1 Anschlussarbeiten
 - 2.2 Frischgasmonitoring
 - 2.3 Sauerstoffsättigung
 - 2.4 EKG-Leitungen
 - 2.5 Nichtinvasiver Blutdruck
3. manipulieren von...
 - 3.1 APL-Ventil
 - 3.2 Flush
 - 3.3 Atembeutel
 - 3.4 Beatmungsschlauch
 - 3.5 Tubus
 - 3.6 Anästhesiegas
 - 3.7 Patient abdecken
 - 3.8 Muskelrelaxation testen
 - 3.9 Wärmedecke
 - 3.10 OP-Tisch
 - 3.11 Absaugpumpe
 - 3.12 Schlafstiefen ermitteln
4. Sondersymbole
 - 4.1 Zusammen
 - 4.2 Fehler, Storno
5. weitere Ereignisse
 - 5.1 Umgang mit Patient
 - 5.2 Zusatzgeräte bedienen
 - 5.3 verabreichen
 - 5.4 Medikamente, Infusionen
 - 5.5 Protokollieren
 - 5.6 Kommunizieren
 - 5.7 Beobachten, „Scannen“
 - 5.8 Sonstiges

Abb. 103 Schablone (Gestaltung: B. Bönisch) und Kategoriensystem zur Aufzeichnung von Geräteinteraktionen, Tätigkeiten und Ereignisse in der Anästhesie.

Ergebnisse

Die Analyse der aufgezeichneten Tätigkeiten an den Anästhesierespiratoren ergab für die beiden Bedienkonzepte keine signifikanten Unterschiede in den Zeitaufwendungen zur Bedienung. Das Einstellen oder Nachregeln einzelner Werte kann im Mittel betrachtet maximale Werte von z.B. 10% (Atemfrequenz) oder 11% (Frischgasdurchfluss), 15% (Volumenart), oder 27% (Anästhesiegas) der gesamten Interaktionszeit mit dem Gerät betragen. Demgegenüber fällt auf, dass die Gerätebedienung „Alarm abstellen“ einen Zeitanteil von 22% der gesamten Gerätebedienzeit einnimmt. Die Häufigkeiten einzelner Tätigkeiten am Gerät sind in Abb. 104 als Mittelwerte aus den insgesamt 21 Anästhesien (Bedienkonzept zentraler Dreh-Drückknopf: 10, Bedienkonzept einzelne Drehregler: 11) dargestellt.

Häufigkeit (Mittelwerte) der Bedienung einzelner Einstellfunktionen, Datenbasis: 21 Anästhesien mit zwei unterschiedliche Anästhesierespiratoren.

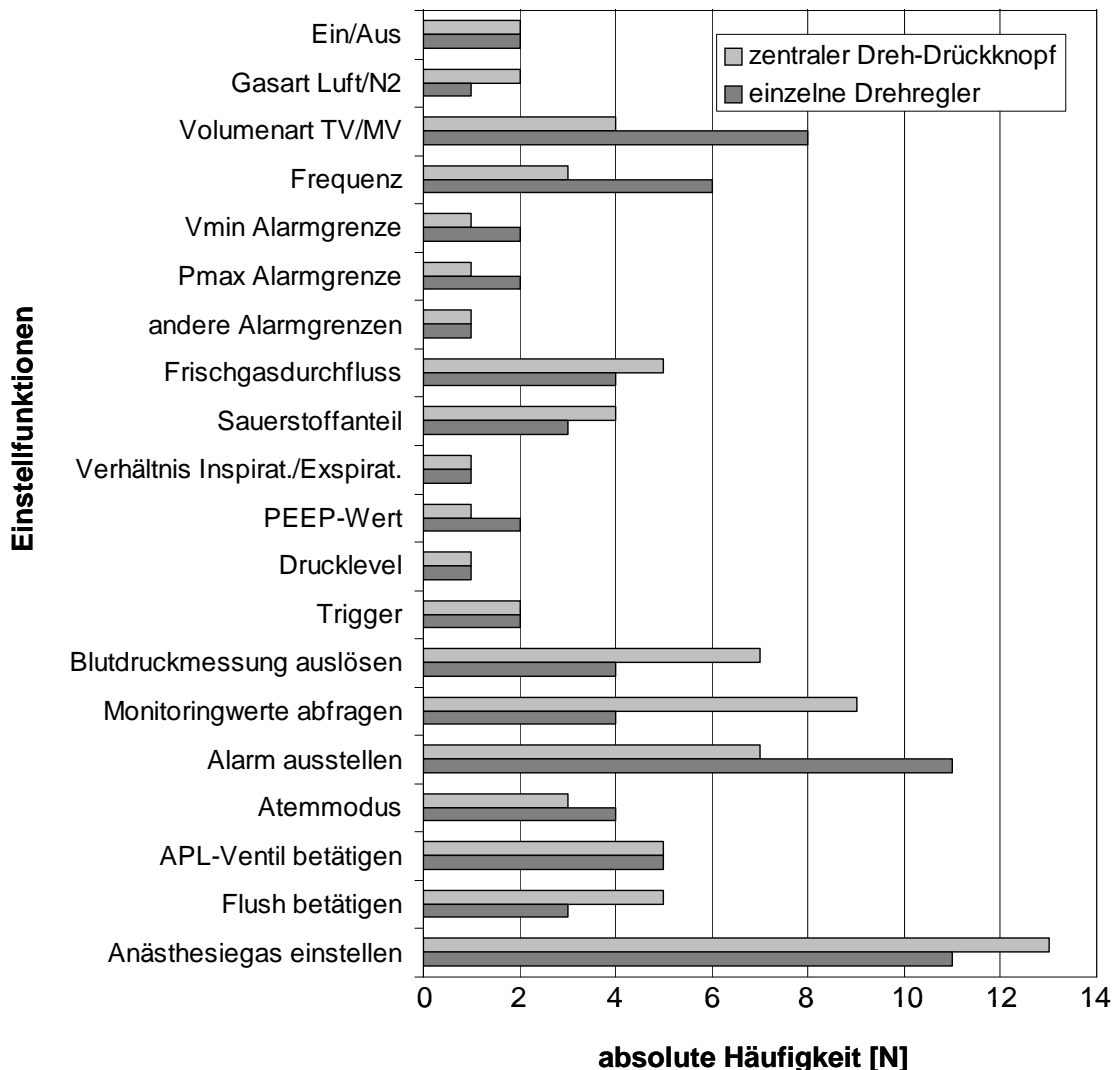


Abb. 104 Häufigkeiten (Mittelwerte) der Bedienung einzelner Einstellfunktionen.

Die Gerätebedienzeit erwies sich insgesamt als klein gegenüber z.B. der Zeitdauer für direkt mit dem Patienten verbundene Tätigkeiten, und die einstellbaren Grössen am Gerät wurden seltener als erwartet verstellt. Der Aufzeichnung liegen jedoch Routineeingriffe eines Typs (Laparoskopie) mit relativ geringem medizinischen/anästhesiologischem Risiko zugrunde.

Die Ergebnisse der VALAMO-Interviews und weiterer Benutzerinterviews (insgesamt 19 Befragungen) führten, vergleichbar dem Informationssystem aus Kap. 3.3.3, zu einer Datenbank mit über 1'300 Benutzeraussagen, geordnet nach folgenden Schlüsselbegriffen:

Tabelle 13 Schlüsselbegriffe zur Ordnung der Benutzeraussagen (nach Bönisch 2005, S.40).

Gebiet	Schlüsselwörter
Respirator und Monitoring	Atmungsregler, Flowmeter, Dreh&Drück-Knopf, Touchscreen, Monitoring, Parameteranzeige Evita, Loops, Radarchart, Alarmkonzept, Gestaltungswünsche generell, Gestaltungswünsche Monitoring, Kurvenwünsche, Wünsche Zifferngrösse.
Respiratoren	AS/3, Aestiva, Excell, Cato, Evita, PhysioFlex, Julian, Cicero, Amadeus, Galileo, Narkomat, Dogma, 700, 707, Servo 900, Servo 711, Servo 300, Kion.
Sonstiges	Beruf, Berufserfahrung, Respiratorenerfahrung, Reihenfolge der Parametereinstellung, Gas versus IV, Bedienungskommentare, Umschaltmöglichkeit Nah-Fernanzeige, digitales Protokoll.

Für eine bessere Übersicht konnten aus der Datenbank der Benutzeraussagen die Benutzerwünsche an einen zukünftigen Respirator in einem Mindmap dargestellt werden. Zwei Phänomene zeigten sich in der Analyse der Benutzeraussagen:

- a) Anpassung, Gewohnheit und Bestimmung durch die Situation.
 Circa zwei Drittel der 19 befragten Benutzer wünschten sich Gestaltungsmerkmale ihrer derzeitigen Geräte wieder für ein zukünftiges Gerät. Dies obschon ein weites Spektrum an Erfahrungen mit unterschiedlichen Geräten vorlag, und den Befragten auch Photodokumente anderer Geräte, sowie die VALAMO-Objekte mit neuartigen Anzeigen und beliebig gestaltbaren Anzeigeflächen angeboten und vermittelt wurden.
- b) Zielkonflikte in den Aussagen und in der Zusammenfassung der Aussagen.
 Weniger und übersichtlichere Informationen in den Anzeigen, einfachere Bedienung und geringere Gerätegrösse wurden gefordert, widersprechen sich aber mit der in (a) geschilderten Beharrung auf bestehende Konzepte und mit dem Analyseergebnis, dass nur circa ein Viertel der Befragten Bereitschaft zeigt, auf Elemente des derzeitigen Angebots an Informationen zu verzichten. Zielkonflikte zeigen sich auch in der Frage der Gerätealarme, z.B. wie Fehlalarme einfach abzustellen sind, während „richtige“ Alarme sich nicht ohne Behebung ihrer Ursache abstellen lassen sollten.

Auf der Grundlage der erhobenen Daten, von denen hier auf die Geräteanalyse (25 Geräte, 82 Funktionselemente) und die Systemanalysen (Besichtigungen, Beobachtungsinterviews) nicht eingegangen wurde, führte Bönisch weitere Erhebungen subjektiver Daten in Form einer Internetbefragung und anlässlich einer Konferenz in Form eines Workshops mit Anästhesie-Experten durch. Dies bildete die Datenbasis für die Formulierung von Anforderungen, und für die Lösungssuche und Entwicklung des Interfaces. Abb. 105 zeigt die gestaltete Lösung als Touchscreen mit einem Dreh-Drückknopf in einem Gesamttrahmen zusammen mit dem Monitoring der Vitalparameter (Hämodynamik-Monitoring), Abb. 106 zeigt die Lösung der Anzeigen- und Bedienelemente des Touchscreens.

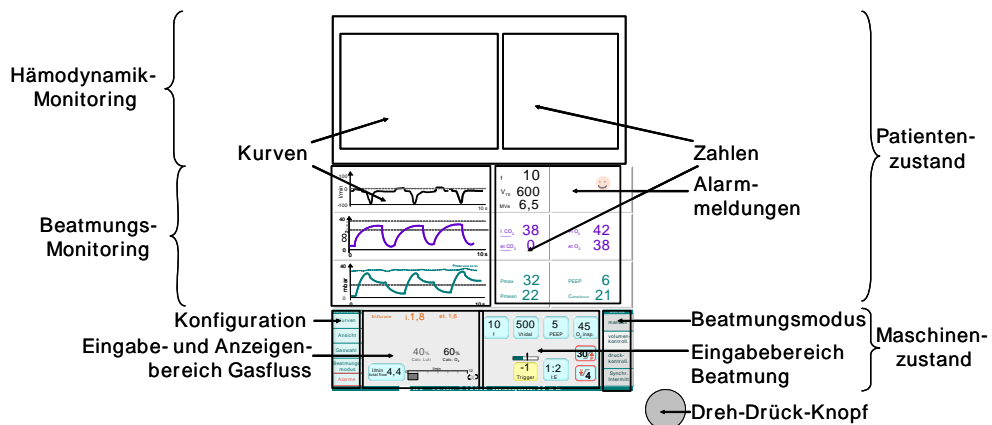


Abb. 105 Interfacelösung im Kontext mit dem Patientenmonitoring (Bönisch 2005, S.73).

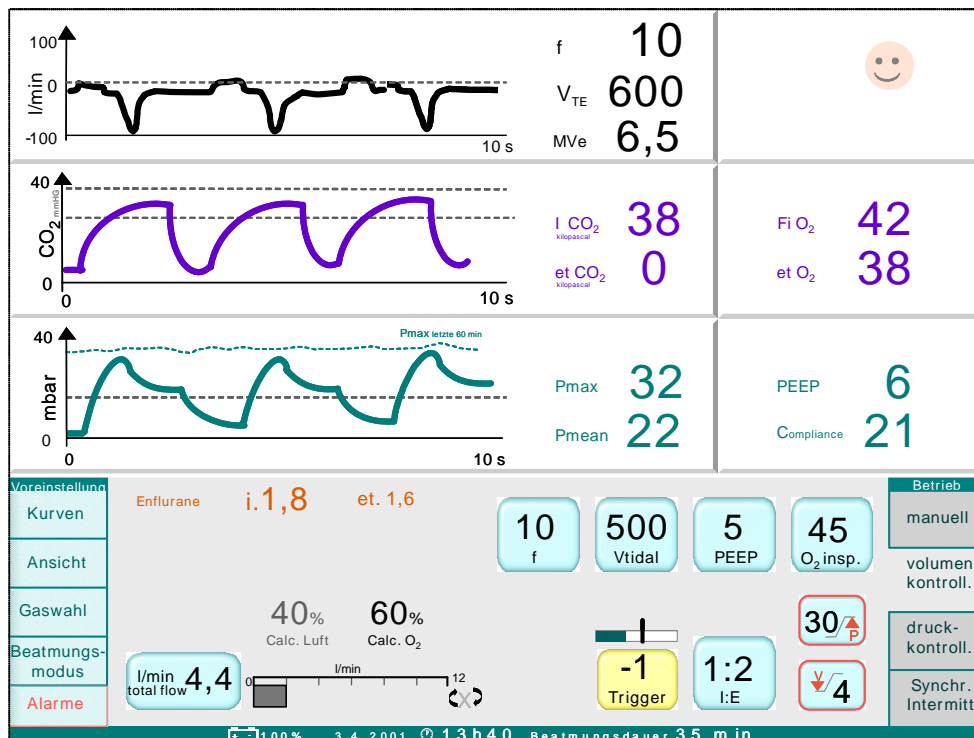


Abb. 106 Anzeigen- /Bedienelemente der Interfacelösung (Bönisch 2005, S.68).

Aufwand und Nutzen

Für die Erstellung der Schablone und des Kategoriensystems, sowie für das Beobachtertraining wurden von Bönisch im Vorfeld insgesamt sieben operative Eingriffe beobachtet und probeweise aufgezeichnet. Der gesamte Arbeitsaufwand für die Entwicklung, Anwendung (einschliesslich der 21 Aufzeichnungen) und Auswertung der FIT-System Ablaufanalysen wurde nicht explizit erfasst, wird aber von der Autorin mit circa 30 Arbeitstagen abgeschätzt. In der Auswertung der VALAMO-Interviews konnte ein Aufwand von 5 Arbeitsstunden für die Transkription einer Stunde aufgezeichneten Gesprächs ermittelt werden. Die Einzel-Interviews liessen sich ohne Schwierigkeiten in freigestellten Zeiten der Mitarbeitenden verabreden.

Aus dem Arbeitsteil der objektiven (Analysen der Geräteinteraktion mit dem FIT-System) und subjektiven (VALAMO-Interviews) Datenerhebung können bezüglich des Nutzens folgende Schlüsse gezogen werden:

- Die Analysen der Geräteinteraktionen sicherten einerseits Wissen ab, welches aus den Systemanalysen, den Beobachtungsinterviews oder den VALAMO-Interviews gewonnen wurde. Andererseits ermöglichte erst die strukturierte Beobachtung ein vertieftes Verständnis der Arbeitsaufgaben in ihrer Ausführung. Dies ist zum Beispiel die Reihenfolge der Bedienschritte oder der Umgang mit Anzeigen und Alarmmeldungen. Die Aufzeichnungen und Analysen zu den Interaktionen lieferten quantitative Daten als Hilfe zur Einordnung von Bedeutungen, beispielsweise wie häufig mit dem Gerät interagiert wird, oder wie bedeutsam das Argument der kurzen Bedienzeit bei unterschiedlichen Bedienkonzepten ist. Die objektive Datenerhebung führte somit zu Entscheidungshilfen im Sinne von Antworten auf Gestaltungsfragen für ein neues Interfaces, aber auch für ein Konzept des Gesamtsystems „Respirator“ und „Überwachungsmonitor“. Von Vorteil für die Aufmerksamkeit beim Aufzeichnen und das Verständnis der Arbeitstätigkeiten zeigte sich, dass mit dem FIT-System die Gerätebedienung in Verbindung mit Ereignissen des Arbeitsablaufs aufgezeichnet werden konnte (diese umfassen circa die Hälfte der 41 Ereigniskategorien).
- Die VALAMO-Interviews und die weiteren Interviews zeigten eine grosse Ergiebigkeit von rechnerisch circa 70 Aussagen pro befragten Systembenutzer. Die resultierende Datenbank dürfte in diesem Umfang für Anästhesierespiratoren bisher noch nicht erstellt worden sein. Die vorliegenden Daten scheinen auf dem ersten Blick nicht geeignet, eine schlüssige Antwort auf die Frage: „Wie sieht das ideale, zukünftige Anästhesierespirator-Interface aus?“ geben zu können. Ihr Nutzen liegt in einer Sammlung von Lösungsvarianten und Ideen und den dazu genannten Vor- und Nachteilen, die auf eine neue Interfacegestaltung im Prinzip übertragen werden können. Von Nutzen ist, dass diese Daten die Gewohnheiten und die Kontexte der Systembenutzer eines bestimmten Umfeldes wiedergeben. Die Bedeutung solcher Kontextbeschreibung für ein Gerätedesign kann daran abgelesen werden, dass ein bekannter Gerätehersteller der Medizintechnik Kontextanalysen weltweit in Spitälern für verschiedene Arbeitsbereiche koordiniert und durchführt.

4.5 Thixoforming

In diesem Projektbeispiel war es die Aufgabe, die Neuplanung eines Produktionssystems zu unterstützen. Den Kontext hierzu bildete ein Forschungsprojekt des Deutschen Bundesministeriums für Bildung und Technologie (BMFT), mit dem die Umformtechnologie „Thixoforming“ in ein sicheres, serientaugliches Produktionssystem umgesetzt werden sollte. Thixoforming, bedeutet die Umformung von Metallen im teigförmigen, also weder flüssigem noch festem Zustand und vereint die Vorteile des Schmiedens (z.B. Bauteilfestigkeit, kurze Taktzeiten) mit denen des Giessens (z.B. Formgenauigkeit und Herstellung komplizierter Formen). Der zugrunde liegende Effekt, das thixotrope Verhalten (Abnahme der Viskosität mit steigender Scherbeanspruchung) von metallischen Legierungen, wurde in den 1970er Jahren am Massachusetts Institute of Technology entdeckt (Flemings et al. 1972). Der Entwicklungsfortschritt einer darauf basierenden Umformtechnologie erreichte allerdings erst Anfang der 1990er Jahre in Europa den Stand, um eine Umsetzung in die Serienproduktion untersuchen zu können (Erz 1990).

Im BMFT-Projekt waren zwei Automobilhersteller, zwei Zulieferer der Automobilindustrie, ein Produktionsunternehmen der Metallbranche, drei Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus, und zwei Hochschulen/Universitäten involviert. Der Autor als Ergonomie-Experte war nicht in der Planung beteiligt, sondern wurde erst während des Projektablaufes mit der Analyse einer Pilotanlage (vgl. Abb. 107) beauftragt.

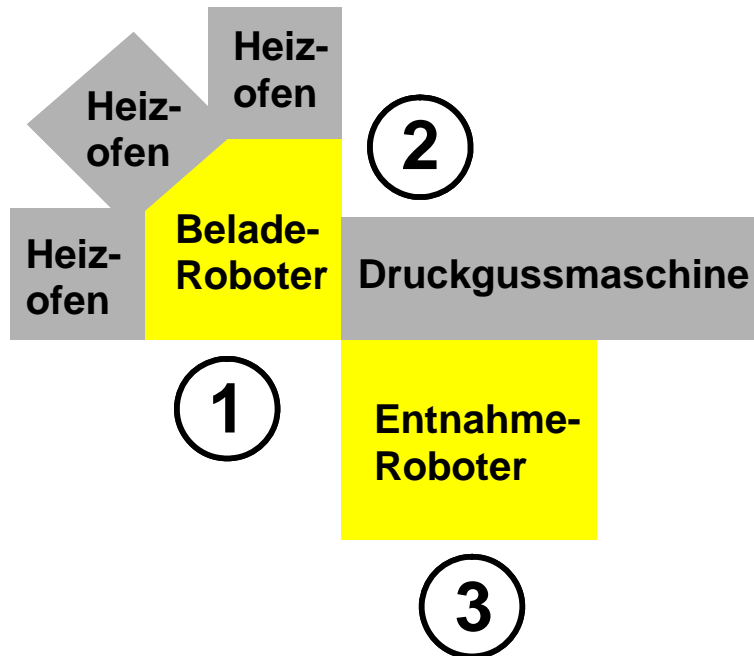


Abb. 107 Layout der Thixoforming-Pilotanlage mit den Arbeitsplätzen (1) Beladen, (2) Überwachen, und (3) Nachbearbeitung/Qualitätskontrolle. Die Heizöfen mit insgesamt 12 Ladepositionen werden von einem Roboter mit Metallbolzen beladen. Bei 500°C werden die teigförmigen Bolzen vom gleichen Roboter der modifizierten Druckgussmaschine zugeführt.

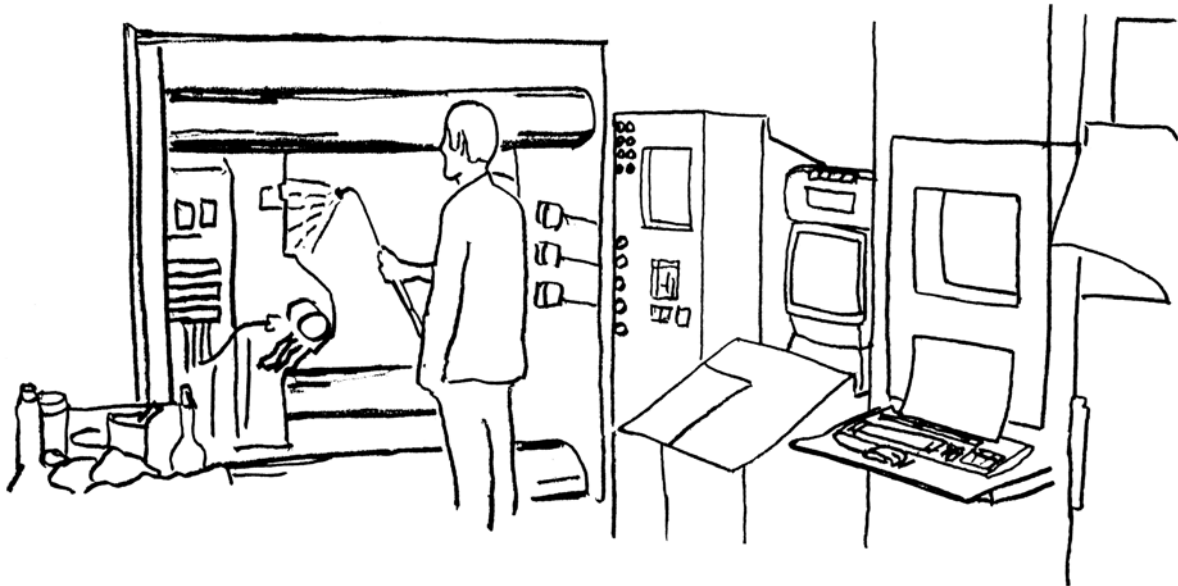


Abb. 108 Skizze des Arbeitsplatzes „Überwachen“ (Nr. 2 in Abb. 107).
 Der Mitarbeiter sprüht ein Gleitmittel auf beide Werkzeughälften, nachdem er die Druckgussmaschine gestoppt hat. Rechts im Bild sind eine Anzeige- und Schalttafel, sowie zwei Bildschirme (Computer und Videosignale) positioniert.

Vorausgeschickt werden muss, dass die Pilotanlage in einem Unternehmen der Produktion von Halb- und Fertigfabrikaten aus Leichtmetall diente. Im durchlaufenden (7 Tage/Woche) Drei-Schichtbetrieb (Früh-, Spät-, Nachtschicht) wurden Querlenker und Zugstreben für Automobil-Fahrwerke produziert. Die Fertigungslose betragen 4'000-6'000 Stück, bei einer Tagesproduktion von circa 1'000 Stück. Während der gesamten Untersuchung herrschte bezüglich der Liefertermine und der notwendigen Werkzeugwechsel ein grosser Zeitdruck an der Anlage, beispielsweise musste trotz eines Ausfalls des Entnahmeroboters weiter produziert werden, indem die 500°C heissen Werkstücke im Maschinentakt mit einer Handzange manuell entnommen wurden. Auch war es an der Pilotanlage seit mehreren Monaten nicht gelungen, mit einem Sprühroboter das Gleitmittel automatisiert auf die Werkzeughälften aufzutragen, um damit die erforderlichen Fertigungsqualitäten zu erreichen. Demzufolge war der „Überwacher“ gezwungen die Druckgussmaschine im Maschinentakt zu stoppen und jeweils die Sprühung per Hand als Zwischenschritt auszuführen.

Um die Arbeitsabläufe an der Pilotanlage zu beschreiben, wurden an den drei Arbeitsplätzen während des Produktionsbetriebs Aufzeichnungen mit den folgenden Tätigkeitskategorien durchgeführt (Tabelle 14).

Tabelle 14 Aufgezeichnete Kategorien im Produktionsbetrieb an den drei Arbeitsplätzen.
Zeitdauer der Beobachtung/Aufzeichnung ist in eckigen Klammern angegeben.

Beladen [0h50]	Überwachen [1h00]	Nachbearbeiten [0h30]
reinigen Schale	Ablösung	sägen Werkstück
wegwerfen Reste	beobachten Werkzeug	wegwerfen Rest
auftragen Trennmittel	Kontrollblick	ablegen Werkstücke
einlegen Bolzen	sprühen (Gleitmittel)	warten
warten	schalten-zu	Gespräche
Gespräche	warten	andere Tätigkeiten
andere Tätigkeiten	reinigen	-/-
-/-	Gespräche	-/-
-/-	andere Tätigkeiten	-/-

Weiterhin wurde parallel zu anderen Messungen ein Werkzeugwechsel (Dauer 3h50) an der Pilotanlage mit einer Videokamera aufgezeichnet und später mit dem FIT-System die Teamarbeit (Schichtleiter, Maschinenführer, 2 Mitarbeiter) in der Betrachtung des Videofilms aufgezeichnet. Die erfassten Tätigkeiten waren: Demontieren, Reinigen, Abreiben, Fetten, Aufsetzen, Montieren, Manövrieren Kran, Betätigen Steuerpult, Kühlen, Aufräumen, Pause.

Ergebnisse

An allen drei Arbeitsplätzen bestehen Wartezeiten von circa 20-30% der aufgezeichneten Zeitdauern. Das „Beladen“ ist vom Maschinentakt (circa 60-70 Sekunden) entkoppelt, da einerseits eine Rollbahn einen Puffer von 7-10 Materialbolzen bildet, und andererseits auch die 12 Ofenplätze mit jeweils 450 Sekunden Aufwärmzeit, sowie einen Spielraum in der Haltezeit der Temperatur einen Puffereffekt erzeugen. Dagegen sind „Nachbearbeiten“ und aufgrund der Mängel der Pilotanlage „Überwachen“ 1:1 maschinentaktgebunden, Abb. 109 und Abb. 110 zeigen dies am Beispiel „Überwachen“.

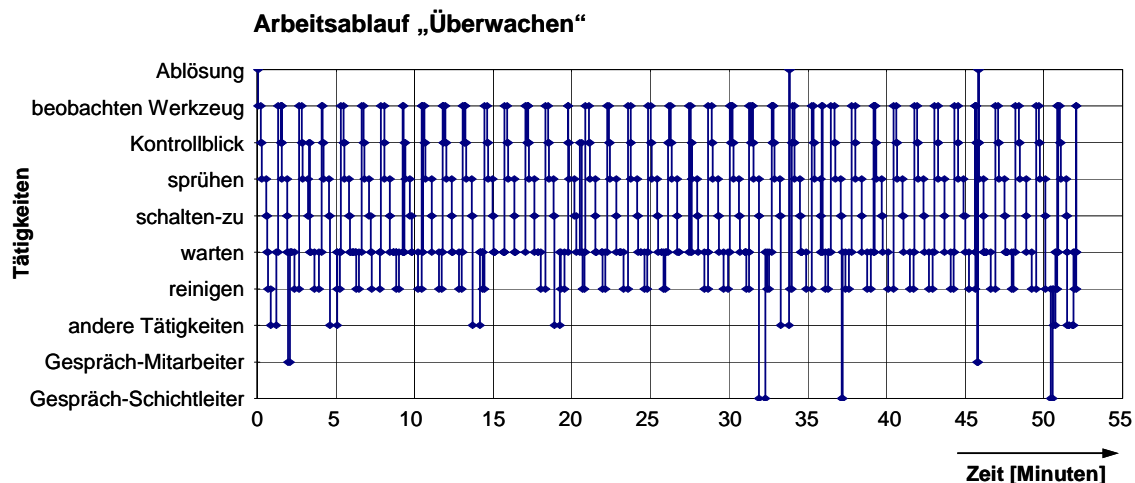


Abb. 109 Arbeitsablauf am Arbeitsplatz „Überwachen“, Aufzeichnungsdauer: 52 Minuten.

**Relative Zeitanteile der Tätigkeiten in der
Arbeitsaufgabe „Überwachen“, Aufzeichnungsdauer 52 Minuten.**

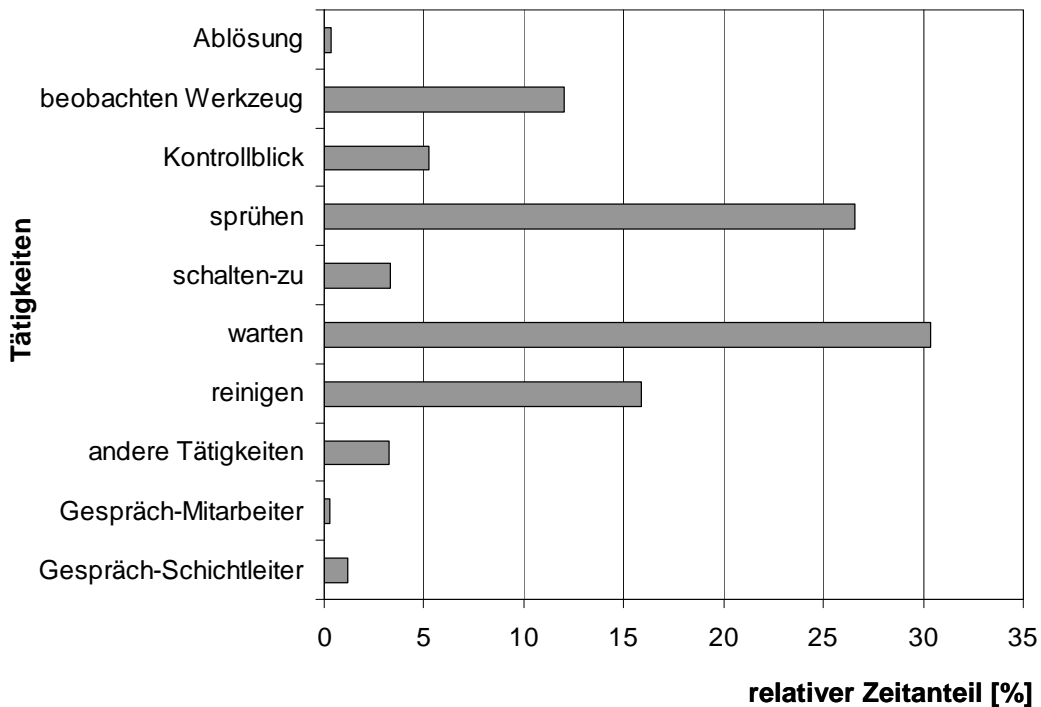


Abb. 110 Relative Zeitanteile der Tätigkeiten des in Abb. 109 dargestellten Arbeitsablaufes.

Der Betrieb der Pilotanlage bedeutete über mehrere Monate die Beeinträchtigung und Gefährdung, wenn nicht sogar die Schädigung der physischen und psychischen Gesundheit der dort tätigen Mitarbeiter. Das Hineinbewegen von Arm-Schulter-Oberkörper zwischen die mannshohen Werkzeughälften (deren Temperatur über 100°C betragen kann und deren Schliesskraft einem Druck von 1'000 bar standhalten kann), das Versprühen des Gleitmittels (eine gesundheitsschädliche Kaliumjodidlösung) mit einer Hochdruck-Sprühpistole (Schallpegel in 1 Meter Distanz 95 dB(A)), sowie das Auftragen von Trennmittel in zu heisse Trägerschalen (mit sofortigem Verdampfen und Stichflammen), stellen hier gravierende Missachtungen des Arbeitsschutzes dar, zumal die angelernten Hilfskräfte ausser einem Paar Handschuhe über keinerlei persönliche Schutzausrüstung verfügten.

Aufgrund der Intervention des Ergonomie-Experten wurden die Mitarbeitenden verpflichtet Schutzausrüstungen zu tragen. Jedoch begründete die Betriebsleitung die Umstände mit dem Status der Anlage, die sich in einem ständigen Umbau- und Verbesserungsprozess befindet. Tatsächlich dominierte aber die Verpflichtung, die Fertigungsaufträge zu erfüllen, und dies reduzierte auch personelle und zeitliche Ressourcen für eine Weiterentwicklung der Anlage, beispielsweise der Anpassung des Sprühroboters. Es ist zu vermuten, dass aus Kostengründen ein solcher Umgang (vollständige Auslastung, Weiterentwicklung während laufender Auftragserfüllung) in der Umsetzung neuer Technologien keinen Einzelfall darstellt.

Neben diesem Aspekt weist die Pilotanlage an den einzelnen Arbeitsplätzen eine Reihe von Mängeln in der Gestaltung ergonomischer Blick-, Greif- und Bewegungsräume auf. Weiterhin ist die Informationsdarstellung am Arbeitsplatz „Überwachen“ auf mehreren Bildschirmen (Computer und Video) und einer Anzeigen-/Schalttafel verteilt und ohne übergeordnetes Konzept gestaltet. Dies ist jedoch für eine Pilotanlage typisch, es bietet den Vorteil, den Umgang mit Informationen im Betriebsablauf zu analysieren, und dies für ein Konzept eines aufgabengerechten Interfaces zu nutzen. Eine solche Analyse war vom Auftraggeber aber nicht im Projektplan des Forschungsvorhabens beabsichtigt.

Eine kostspielige Schwachstelle der Anlage stellt die Distanz zwischen den Arbeitsplätzen „Beladen“ und „Überwachung“ dar (vgl. Abb. 107). Dadurch ist es nicht möglich, diese Arbeitsaufgaben durch einen Mitarbeiter ausführen zu lassen. Die Aufzeichnungen der Tätigkeiten zeigten, dass dies unter der Annahme eines funktionierenden Sprühroboters machbar wäre. Ebenso sind die Distanz und das Fehlen einer Blickverbindung zwischen den Arbeitsplätzen „Überwachung“ und „Nachbearbeitung/Qualitätskontrolle“ zu kritisieren. Rückmeldungen über Fertigungsfehler, die der „Überwacher“ durch Maschinenparameter beeinflussen kann, bedeuten so Zeiteinbussen am Arbeitsplatz der Nachbearbeitung.

Die Analyse des Werkzeugwechsels ergab hohe Zeitdauern für das Manövrieren der Werkzeughälften mit den Kränen. Eine Ursache hierfür ist die Notwendigkeit, zwei Kräne synchron zu steuern, da die einzelnen Kräne eine zu geringe Tragkraft besitzen. Die Arbeitsbeobachtungen zeigten auch, dass die Demontage- und Montagetätigkeiten durch Maschinenelemente und -konstruktion zu wenig unterstützt werden, beispielsweise fehlen Schnellverschlüsse, Lage-/Führungshilfen und speicherprogrammierte Ansteuerungen.

Aufwand und Nutzen

Die Kategoriensysteme zur Aufzeichnung (vgl. Tabelle 14) wurden direkt vor Ort während einer Besichtigung und Messkampagne durch Beobachtungsinterviews erstellt, und zu Beginn der Aufzeichnungsphase durch Ausprobieren teilweise noch ergänzt. Für die Vorbereitung der FIT-System Ablaufanalysen ist damit, auch aufgrund der relativ geringen Gesamtzahl von 7 bis 15 (11 Tätigkeiten, 4 Personen) Ereignissen, der Aufwand je Arbeitsplatz mit einer Stunde (Beobachtungsinterview, Erproben der Aufzeichnung) abzuschätzen. Ein Nutzen der Analyse lag im Verfechten des Arbeitsschutzes und in den ermittelten statischen (Geometrie, Layout) oder dynamischen (Repetition, Wartezeiten) Schwachstellen der Pilotanlage. Wesentlich war der Nutzen allerdings zur Sensibilisierung für problematische Arbeitsbedingungen, die durch automatisierte Fertigungstechnologien entstehen können. Abb. 109, für Arbeitswissenschaftler eine gewohnte Darstellung repetitiver Tätigkeitsstrukturen, erzielte in der Präsentation der Ergonomiestudie bei den Ingenieuren der Produktionsunternehmen und Anlagenentwickler grosses Erstaunen und Betroffenheit. Da sich zuvor eine Präsentation mit der Streckgrenze und Dauerfestigkeit bei Wechselbeanspruchung von Thixoforming-Bauteilen befasste, wurden vom Ergonomie-Experten diese technischen Begriffe auf das „Bauteil“ Mensch übertragen und mit Abb. 109 dargestellt, wie täglich an der Anlage der Grenzbereich der elastischen Verformung des

physischen und psychischen „Werkstoffgefüges“ der Mitarbeiter überschritten wird. In einer direkt anschliessenden Betriebsbesichtigung, war zu erkennen, dass nicht die Anlage sondern ihre Arbeitsplätze im Fokus des Interesses der Teilnehmer standen. Wie sich diese „Stossrichtung“ der Analyseergebnisse letztlich auswirkte, soll mit einem Zitat aus dem Abschlussbericht des Forschungsvorhabens belegt werden, der Verfasser ist ein Ingenieur der Automobilindustrie:

„Die Entwicklung automatisierter Produktionstechnologien ohne, oder mit zu geringer Berücksichtigung ergonomischer und arbeitsorganisatorischer Prinzipien, kann für die noch im Arbeitssystem verbleibenden Mitarbeiter bedeuten, dass sie sog. „Lückenbüßer-Tätigkeiten“ (Restarbeiten) verrichten müssen, die häufig kurzzyklisch, repetitiv und damit monoton und fremdbestimmt sein können. Weitere Schwachstellen sind oft geringe Kommunikationsmöglichkeiten und ein Verlust an Systemüberblick und Prozess Know-how. Das Fehlen der Möglichkeit, den Prozess direkt zu überblicken und zu steuern oder ggf. einzugreifen, kann zu Demotivation und Qualifikationsverlust beim Mitarbeiter führen. Hier kann durch Arbeitsplatz-/Aufgabenwechsel einer Arbeitsbereicherung und damit eine Höherqualifizierung erfolgen. Diese Maßnahme ist immer mit einer Situationsanalyse (Tätigkeits-/Zeitanalyse) vor Ort und unter Einbeziehung der beteiligten Mitarbeiter zu ergreifen. (...) Der mittelbare Eingriff über Prozessrechner, Rechner zur Steuerung, u.a. erfordert weiterhin eine deutliche und für den Mitarbeiter verständliche Anlage- und Prozessinformation. Dieser Schnittstelle muss bei zukünftigen automatisierten Thixo-Einrichtungen hohe Aufmerksamkeit zukommen, um Zeit, Kosten und Qualität zu optimieren und damit auch Akzeptanzprobleme der Mitarbeiter an den Anlagen zu reduzieren.“ (Erdmann 2000, S.193, Hervorhebungen im Text).

Mit „Tätigkeits-/Zeitanalyse“ sind hierbei Studien zur Aufzeichnung und Analyse der Arbeitsabläufe gemeint, wie sie an der Pilotanlage mit dem FIT-System durchgeführt wurden. Abb. 109 hätte anstatt mit einer Aufzeichnung von circa 1 Stunde Dauer, einfacher und rechnerisch an einer Simulation erstellt werden können. Doch wären dann die geringen Kommunikationsanteile hypothetisch geblieben, und die Frage bleibt offen, ob nicht gerade die Authentizität aufgezeichneter „Messdaten“, möglichst verständlich und einfach dargestellt, in einer technisch ausgerichteten Berufswelt eine starke Überzeugungskraft für Argumentationen im Sinne der Ergonomie bieten.

4.6 Textilproduktion

Hier wurde das Verfahren FIT-System nicht zur Neuplanung wie in allen anderen Projektbeispielen, sondern im Einsatz zur Optimierung von Abläufen in einer Wollspinnerei erprobt. Der Auftrag war die Beurteilung der Belastungen in der Ausführung der Arbeitsaufgaben. Die Methoden umfassten eine Systemanalyse durch Ermittlung und Beschreibung von Organisation, Aufgaben und statischen Merkmalen, sowie FIT-System Ablaufanalysen. Diese erfolgten anhand unterschiedlicher Produktionsarten und verschiedener Arbeitsschichten in einem Umfang von 6 x 2 Stunden. Der untersuchte Produktionsprozess ist das Spinnen von Vorgarn auf 58 Ringspinnmaschinen. Die Mitarbeitenden bedienen in einem Bereich mehrere Maschinen (Abb. 111).



Abb. 111 Eine der 58 Ringspinnmaschinen des untersuchten Arbeitssystems.

Zeitstruktur des Methodeneinsatzes

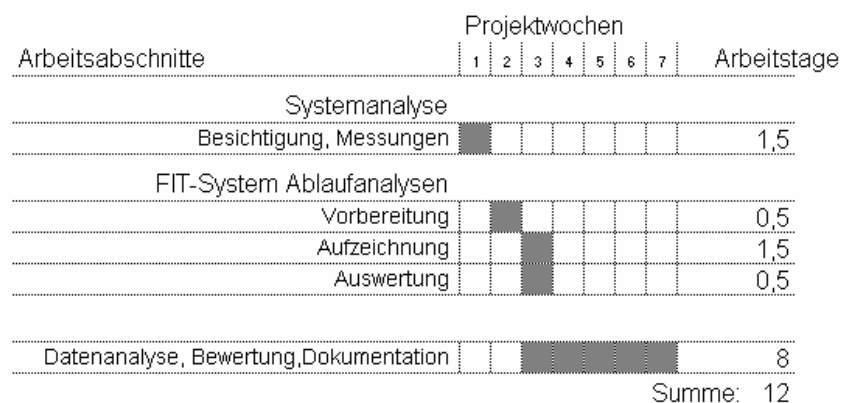
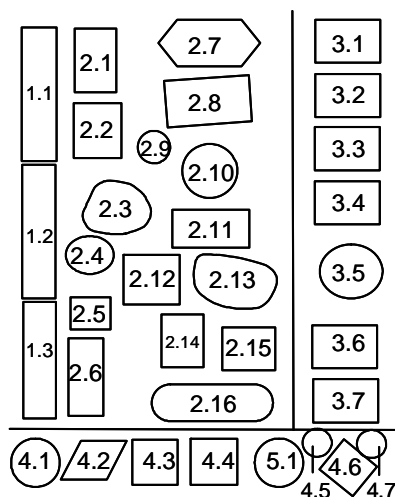
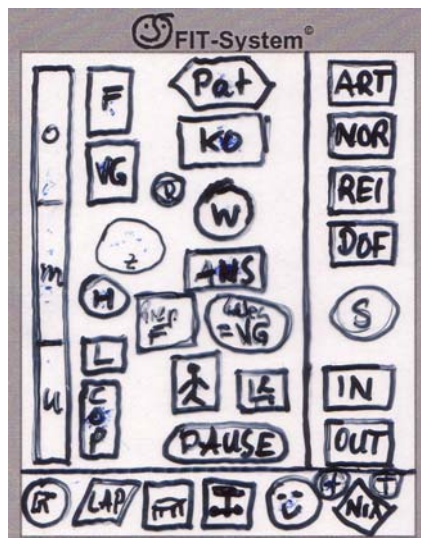


Abb. 112 Projektauftrag Textilproduktion: Methodenfolge und Umfang an Arbeitsstunden.

Kategorien der Aufzeichnung



- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. <u>Reinigen</u> | 4. <u>Verwendete Hilfsmittel</u> |
| 1.1 oberer Bereich | 4.1 Reinigungspistole |
| 1.2 mittlerer Bereich | 4.2 Lappen |
| 1.3 unterer Bereich | 4.3 Schemel |
| 2. <u>Tätigkeiten</u> | 4.4 Hocker |
| 2.1 Filamentspulen wechseln | 4.5 Handfeger |
| 2.2 Vorgarnspulen wechseln | 4.6 Hilfsmittel ablegen |
| 2.3 Garn einfädeln | 4.7 grosses Tuch |
| 2.4 Hülsen holen, verteilen | 5. <u>Kommunikation</u> |
| 2.5 Läufer wechseln | 5.1 Absprechen, Fragen, Gespräche |
| 2.6 Doffen | |
| 2.7 Weg zurücklegen | |
| 2.8 Fäden kontrollieren | |
| 2.9 Zwischenraum reinigen | |
| 2.10 Wickel entfernen | |
| 2.11 Ansetzen | |
| 2.12 Filamentspule vorbereiten | |
| 2.13 Filamentspule holen | |
| 2.14 im Stehen warten | |
| 2.15 im Sitzen warten | |
| 2.16 im Aufenthaltsraum (Pause), Gang zur Toilette | |
| 3. <u>Betriebsart, Ereignisse</u> | |
| 3.1 Artikelwechsel | |
| 3.2 Produktion | |
| 3.3 Reinigung | |
| 3.4 Doffen | |
| 3.5 Sonstiges | |
| 3.6 Arbeiten im Maschinenbereich | |
| 3.7 Arbeiten ausserhalb | |

Abb. 113 Schablone (Gestaltung: Projektteam) und Kategorien für die Aufzeichnung von Tätigkeiten, Betriebszustände und Ereignisse im Produktionsvorgang mit Ringspinnmaschinen. Die Tätigkeit „Doffen“ bedeutet das Austauschen der produzierten Spulen gegen leere Spulen.

Ergebnisse

Zu Projektbeginn bestand gegenüber dem Betriebsleiter von einer Aufsichtsbehörde der Vorwurf zu stark belastender Arbeitsbedingungen durch das häufige Auswechseln der Vorgarn- und Filamentspulen. Diese Spulen müssen über Kopf in einer Höhe von ca. 195 cm eingehängt werden. Die Aufzeichnungen zeigten demgegenüber, dass die Tätigkeiten „Filamentspule wechseln“ oder „Vorgarn wechseln“ während einer Produktionsphase von 2 Stunden nur 2-10mal auftraten und im Median eine Tätigkeitsdauer von 1-2 Minuten bedeuteten. Die längste Dauer dieser Tätigkeit wurde mit 5 Minuten beobachtet. Pro Spule ist ein Gewicht von 0,2 bis 3,0 kg in gestreckter Körperhaltung zu handhaben.

„Ansetzen“ und „Kontrollieren“ sind die am häufigsten auftretenden Tätigkeiten. Die Tätigkeiten „Ansetzen“, „Doffen“, „Reinigen“ und „Kontrollieren“ beanspruchen die meiste Arbeitszeit. Aufgrund Häufigkeit, erforderliche Hand-Fingerbewegung, Geschwindigkeit, gebückte Körperhaltung und hoher Repetition ist „Ansetzen“ eine sehr belastende Tätigkeit. Während der Arbeitstätigkeiten an den Maschinen ist die Kommunikation durch den hohen Lärmpegel im Bereich von energieäquivalenten 88 dB(A) und das obligatorische Tragen von Gehörschutz sehr erschwert. Es zeigten sich dennoch Zeitanteile von insgesamt circa 5 Minuten Kommunikation innerhalb von 2 Stunden, die als das minimal Notwendige für die Koordination der Abläufe innerhalb einer Belegschaft angesehen werden können.

Mit Analysen der Tätigkeitsstrukturen (vgl. Abb. 114) konnte begründet werden, dass sich für den einzelnen Mitarbeitenden häufig Zeitabschnitte mit der belastenden Tätigkeit „Ansetzen“ durch Zeitabschnitte der Tätigkeit „Doffen“ abwechseln. Dies wurde als ungünstig bewertet, da „Doffen“ ebenfalls wie „Ansetzen“ eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit und gebückte Körperhaltungen erfordert. Der Betriebsleitung wurde die Korrektur dieser Tätigkeitsstruktur zur Auflage gemacht.

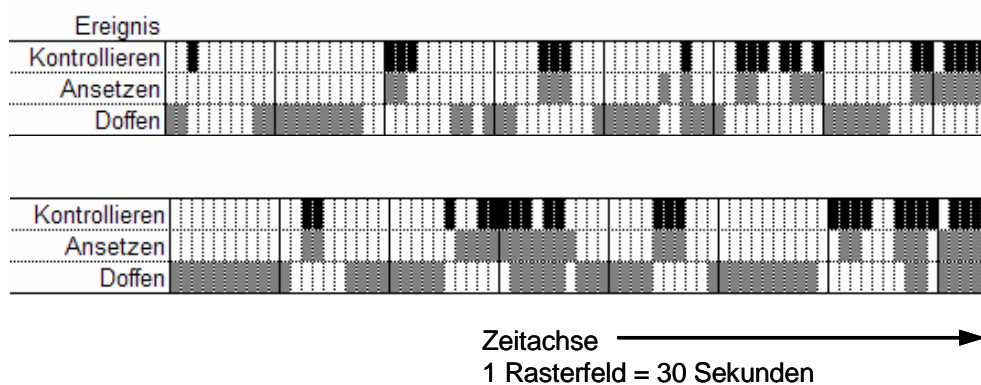


Abb. 114 Tätigkeitsstruktur (Ausschnitt) zweier Arbeitsschichten: Die beiden belastenden Tätigkeiten „Ansetzen“ und „Doffen“ wechseln in Folge miteinander ab.

Aufwand und Nutzen

Zur Erstellung von Kategoriensystem und Aufzeichnungsschablone wurden ½ Arbeitstag zweier Experten der Textilproduktion und des Ergonomie-Experten benötigt (weitere Aufwendungen siehe Abb. 112). Von Vorteil zeigte sich in dieser Teamarbeit, dass die mit Papier und Bleistift angefertigten, verschiedenen Entwürfe der Schablonen als Zeigeobjekte im Sinne des VALAMO-Prinzips (vgl. Abb. 46 S.77) dienen.

Der Nutzen ist die Klärung der Arbeitsbelastung. Diese hätte auch durch Produktions-, Maschinen-, und Belegschaftsdaten errechnet werden können. Doch die Ausgangslage (Vorwurf einer Aufsichtsbehörde) erforderte die Analyse vor Ort. Es sollte nicht erforderlich sein, und hoffentlich ein Einzelfall bleiben, doch ein Nutzen war auch die „Belehrung“ der Aufsichtsbehörde über den Unterschied einer Arbeitsanalyse gegenüber vorschnellen Schlüssen aus einer Besichtigung. Die Kosten hierfür musste der Betrieb, die einzige im Wettbewerb mit ausländischen Produktionsorten bestehende Wollspinnerei der Schweiz, alleine tragen.

4.7 Rail Control Center

Als ein strategisches Hauptprojekt plant die Schweizerische Bundesbahn AG (SBB AG) die Errichtung eines „Rail Control Centers“ (RCC). Dies bedeutet eine Verkehrskontrollzentrale in einem Gebäude mit circa 180 Arbeitsplätzen zur Überwachung und Steuerung des gesamten Kernnetzes der Schweiz. Dieser RCC ist eine Folge der schon begonnenen Zentralisierung, durch die Stellwerke und die Arbeitsplätze des Bedienpersonals einzelner Bahnhöfe aufgelöst werden, und deren Aufgaben in Fernsteuerzentralen zusammengefasst werden. Mit dem RCC sollen in Zukunft diese Fernsteuerzentren und übergeordnete Betriebsleitzentralen in einem Gebäude integriert werden. Dies soll Voraussetzungen für eine bessere Kommunikation und effizientere Arbeitsabläufe zur Störfallbehebung schaffen.

Im Rahmen einer Vorstudie eines 35-köpfigen Expertenteams (Bahnverkehr, Architektur, Gebäudetechnik, Beleuchtungstechnik, Kontrollraumtechnik, Informatik, Arbeitspsychologie, Design, Ergonomie) lautete ein Auftrag an den Ergonomie-Experten, die derzeitigen Arbeitsbedingungen und Arbeitsabläufe in drei unterschiedlichen Kontrollzentralen der Schweiz zu erheben. Die Methoden umfassten eine Systemanalyse (Besichtigungen, Messungen von Geometrien, Lärmpegel und Beleuchtungsverhältnissen), leitfadenorientierte Interviews, und FIT-System Ablaufanalysen. Abb. 115 zeigt Arbeitsplätze der Disponenten in einem der drei Kontrollzentren und die dort eingesetzte Aufzeichnungsschablone.

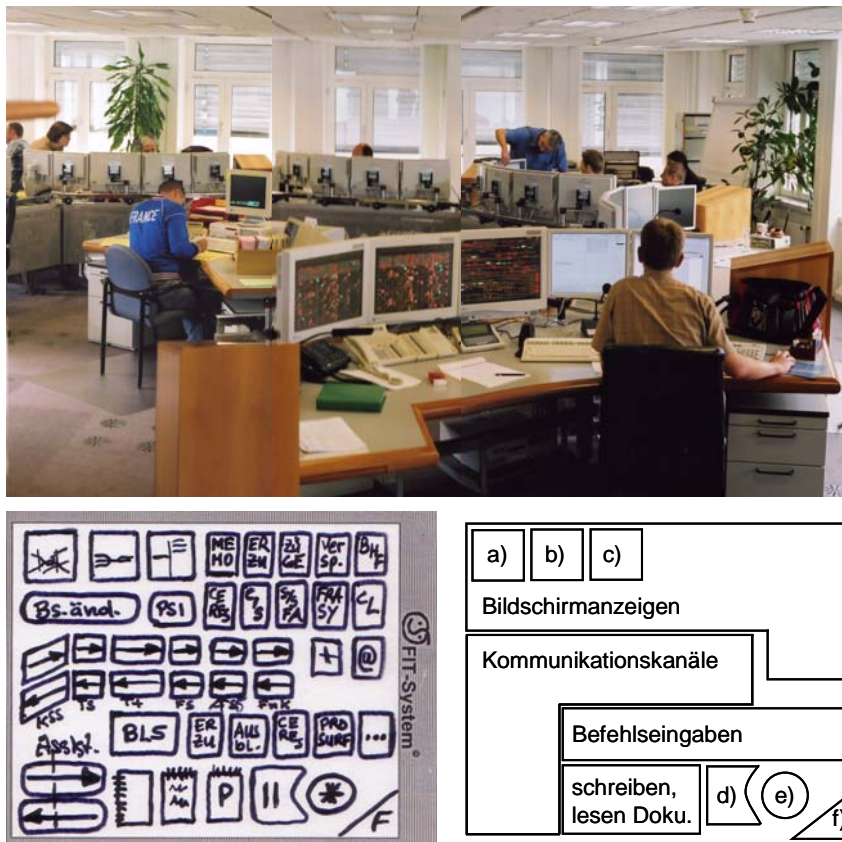


Abb. 115 Arbeitsplätze von Disponenten eines Betriebsleitentrums und Schablone (Gestaltung: J. Held) zur Aufzeichnung ihrer Tätigkeiten. (a) Zeit-Weg-Linien Diagramm, (b) Zugnummern-Graphik, (c) Dialogbildschirm des Leitsystems, (d) „Postfix“-Symbol für parallele Ereignisse, (e) Sonstiges, (f) Storno.

Insgesamt wurden an verschiedenen Arbeitsplätzen in Hautverkehrszeiten, sowie anderen Arbeitsschichten circa 7½ Stunden im Betriebsleitzentrum (vgl. Abb. 115), circa 2½ Stunden in einem Fernsteuerzentrum, und 1¼ Stunden in einem neuen, kombinierten Betriebsleit- und Fernsteuerzentrum (Abb. 116) aufgezeichnet. Parallel zu Messungen, Beobachtungen und Aufzeichnungen wurde in jedem Arbeitssystem eine Videoaufnahme über die gesamte Dauer des Aufenthaltes vor Ort durchgeführt. Die Aufnahme bildete möglichst alle Arbeitsplätze des Systems ab, um so die Handlungen der Mitarbeitenden zur Kommunikation bildlich dokumentieren zu können.

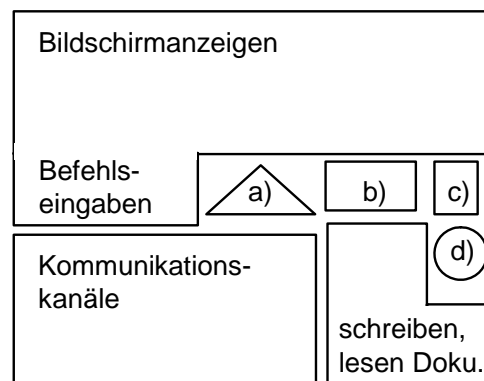


Abb. 116 Arbeitsplätze eines Dispatchers (oben) und seines Assistenten in einem Betriebsleit- und Fernsteuerzentrum (Aufnahmen in einer Nachtschicht). Schablone (Gestaltung: B. Bönisch) zur Aufzeichnung der Arbeitsabläufe. (a) Storno, (b) „Postfix“-Symbol, (c) Zusatzgerät, (d) Sonstiges.

Als eine Ergänzung des beschriebenen Auftrages zur Analyse der Arbeitsbedingungen, steuerten die Ergonomie-Experten die VALAMO-Methode als Explikationshilfe in den Diskussionen innerhalb des Expertenteams der Vorstudie bei. Anlass hierfür war ein Architekturmodell des Layouts der Arbeitsplätze für das zukünftige RCC, welches sich allerdings nicht flexibel einsetzen liess, da die Symbole der neuen Arbeitsplätze auf einer Holzplatte festgenagelt waren. Abb. 117 zeigt das daraufhin entwickelte Layoutmodell nach dem Prinzip der VALAMO-Methode und mit Magnetsymbolen, die über Farbgebung kodierte, einzelne Arbeitstische mit Bildschirmen darstellen.



Abb. 117 VALAMO-Explikationshilfe für Layout-Diskussionen des zukünftigen RCC. Im Kernbereich sind die übergeordneten Plätze der Dispatcher und im Aussenring Gruppen von Operatoren für verschiedene Sektoren des Bahnnetzes positioniert. Die Magnetsymbole stellen Arbeitstische im Massstab 1:100 dar.

Ergebnisse

Die FIT-System Ablaufanalysen zeigten im Normalbetrieb die Dominanz der Tätigkeiten „Ablesen“ und „Beobachten“ der Leitsystem-Bildschirmanzeigen, ggf. in Kombination mit einer vorhandenen Gleisstellbild-Wandtafel, für die 40-55% der Arbeitszeit von Disponenten und Fahrdienstleitenden (die neue Berufsbezeichnung wird „Dispatcher“ und „Operator“ lauten) aufgewendet wird. Hierzu kann eine Aussage aus dem Benutzerinterviews zum Stichwort „Belastende Situationen“ angefügt werden: „Die höchste Belastung ist eigentlich, wenn nichts läuft, wenn man nichts zu tun hat.“ (vgl. Aufgabenkomplexität, S.8). Die direkte face-to-face Kommunikation kann im Normalbetrieb der derzeitigen Systeme mit 10-17% der Arbeitszeit abgeschätzt werden, und ungefähr gleichviel Zeitanteile werden für Telefon und Funk benötigt, so dass die gesamte mündliche Kommunikation 20-30% Zeitanteil umfasst.



Abb. 118 Beispiel einer Kommunikation zweier Fahrdienstleiter mit Zeigeoperation auf das Gleisstellbild der Panoramawand (Ausschnitt Videobild). Am Gleisstellbild werden nur noch sehr selten Weichen gestellt, das gesamte Gleisbild ist auf den Computerbildschirmen abgebildet und wird dort per Computermaus bedient.

Die Aufzeichnungen belegen, dass im untersuchten Fernsteuerzentrum die Panoramawand des Gleisstellbildes (vgl. Abb. 118) häufig und mit hohen Zeitanteilen genutzt wurde. Es konnte in den Stichproben an zwei Arbeitsplätzen ermittelt werden, dass mehr Zeitanteile (21-32%) für das Ablesen und Betrachten der Panoramawand aufgewendet wurden, als für die graphischen Darstellungen auf den Bildschirmen des Leitsystems (7-18%). Allerdings ist die Panoramawand auch ein Kommunikations- und Kooperationselement (vgl. Abb. 118), sowie ein Blick- und Betrachtungsziel der Ferne, um die Akkommodation zu entspannen und die Augen von der Bildschirmarbeit ausruhen zu lassen.

In den wenigen Störfällen (Lokentgleisung im Rangierverkehr, Defekt einer Bahnschranke an einem Bahnübergang) die zufällig in der Beobachtungszeit auftraten und behoben wurden, zeigte sich, dass einzelne Kommunikations- und Informationsmittel, z.B. die „Konzentrierte Sprechstelle KSS“ (eine Art Wechselsprechanlage) oder die Intranetdienste, sprunghaft stärker genutzt wurden (Faktor 3-4).

Bei allen Tätigkeiten der Kommunikation im Raum zeigte sich die Notwendigkeit der Aufnahme von Blickkontakten, des Einsatzes einer „kommunikativen Motorik“ durch z.B. Aufstehen, und das Hinlaufen und Dazugesellens an die Arbeitsplätze der Kollegen.

Das Lesen von, und Schreiben auf Papierdokumenten (z.B. Checklisten oder einen Ausdruck des Fahrplans als Zeit-Linien-Diagramm) zeigte sich in den Arbeitsaufgaben der Fahrdienstleitung um den Faktor 2-3 häufiger und mehr Zeit (circa 10%) in Anspruch nehmend, als bei den Arbeitsaufgaben der übergeordneten Disponenten. Ein Arbeiten ohne diese Papierdokumente wäre an den Arbeitsplätzen der Fahrdienstleitung, oder in Zukunft der Operatoren, nicht vorstellbar. Genügend Ablageflächen und Extratische für die grossen Pläne und Graphiken müssen eingeplant werden.

Die hohe Zahl der Bildschirme (5-13) und ihre Grösse erfordert es, dass der entsprechende Benutzer sich mit Körper- und Kopfbewegungen deutlich ausrichten muss. Häufig muss zusätzlich die Sitzposition entlang der Tischkante seitlich verschoben werden (vgl. Abb. 115). In den FIT-System Ablaufanalysen war dies ein Vorteil, da so in der Beobachtung meist eindeutig war, mit welchem Bildschirm momentan gearbeitet wurde. Wichtig ist zu erwähnen, dass der Beobachter direkt seitlich am Tisch des Benutzers sass, und somit die Fähigkeit einer „joint attention“ (Goldstein 2002, S.347) nutzen konnte.

Die Gestaltung der Informationssysteme an den verschiedenen Arbeitsplätzen (Disponent, Fahrdienstleitung) ist gekennzeichnet durch unterschiedliche Interfacekonzepte. Die Bedienung des Hauptsystems (Betriebsleitsystems) beruht beispielsweise auf dem Konzept der Kommandoeingabe durch eine Tastatur. Der Benutzer muss eine Vielzahl an kryptisch anmutenden Abkürzungen auswendig wissen, um Befehle an das System geben zu können. Dagegen können Fahrdienstleiter ihr Computersystem zur Stellung der Weichen mit direkter Manipulation bedienen: Soll ein Zug eine bestimmte Strecke durchfahren, so wird dieser mit der Computermaus angeklickt und über die gewünschte Gleisstrecke „gezogen“ (Drag-and-Drop). Eine Reihe von Darstellungsmängeln und Uneinheitlichkeiten konnten in den Beobachtungen vor Ort erkannt werden, und waren nur zum Teil auch den Mitarbeitenden bekannt. Einige dieser Mängel können den ungeübten Benutzer sehr irritieren: So lässt sich zunächst wie erwartet der Mauszeiger über alle vier oder fünf Bildschirme bewegen, so als ob diese Bildschirme eine Fläche bilden. Allerdings ist dies nur in einer Richtung möglich. Will man vom Bildschirm ganz rechts einen Bildschirm nach links wechseln, so ist der Rückweg nur umständlich, rechtsherum über alle Bildschirme möglich. In der Tat müssen die Benutzer an diesen sicherheitsrelevanten Arbeitsplätzen akzeptieren, dass ihnen mangelhafte Softwarelösungen installiert werden. Als Grund werden Kostenprobleme genannt, den betriebsinternen Softwareprojekten würden häufig gegen Ende des Projektes Mittel fehlen, um z.B. die Interfaces besser zu gestalten.

Als ein Ergebnis im Einsatz der VALAMO-Explikationshilfe ist zu nennen, dass die grosse Zahl der Magnetobjekte in den Experten-Diskussionen einen flexiblen Einsatz erschwerte. Es dauerte schlicht zu lange, bis ein neues Layout aufgebaut war. Dagegen war die erstellte Explikationshilfe dem Architekturmodell in der Visualisierung des Layouts überlegen, da die Arbeitsplätze zu erkennen waren. Wohingegen im Architekturmodell farbige Halbkugeln mit aufgesetzten Fähnchen kein Widererkennen eines Arbeitsplatzes leisten konnte.

Aufwand und Nutzen

Aus der Zeitaufschreibung zu diesem Projekt konnte eine Aufwandschätzung wie folgt je einzelnen Arbeitsplatz ermittelt werden: 3½ Stunden zur Klärung der Arbeitsaufgaben und zur Aufnahme statischer Bedingungen (Inventar, Geometrien), 1 Stunde zur Vorbereitung der Aufzeichnung und 3 Stunden vor Ort zur evt. Anpassung und zur Durchführung. Für die Auswertung der Daten mit dem FIT-System wurde pro Arbeitsplatz 7 Stunden benötigt. Insgesamt (Systembeschreibung, FIT-System Ablaufanalysen, Interview, Dokumentation, Präsentation) ergab sich ein Wert von 25 Arbeitsstunden pro Arbeitsplatz. Die Untersuchung umfasste 4 Disponenten-, 3 Fahrdienstleiter-, 1 Dispatcher- und 3 Operatorarbeitsplätze.

Die FIT-System Ablaufanalysen waren von Nutzen in der Klärung der Frage, wie die unterschiedlichen Arbeitsmittel im Normalbetrieb an den verschiedenen Arbeitsplätzen verwendet werden. Für die Bearbeitung von Störfällen konnten Aussagen zur Veränderung gegenüber dem Normalbetrieb gebildet werden. Die Auflösung von maximal 35 Ereignissen und die aufgezeichneten parallelen Ereignisse musste für die Layout-Aufgaben der Vorstudie zusammengefasst werden, z.B. die einzelnen Anzeigen eines Betriebsleitsystems (BLS) zu „BLS-Graphiken“ und „BLS-Listen“.

In der Expertenrunde konnten die Ergonomie-Experten häufig mit ihrem Arbeitsablaufwissen zu Designfragen beitragen und dies führte zu einem Folgeauftrag innerhalb der Vorstudie, mit dem neue Anzeigen- und Mobiliarkonzepte eingefordert wurden. Insgesamt sieben Lösungen konnten hierzu von den Ergonomie-Experten erarbeitet werden, die vom Auftraggeber uneingeschränkt in den Abschlussbericht übernommen wurden. Über die RCC-Studie hinaus, erwiesen sich die Ablaufanalysen als nützlich für die Neuentwicklung der nächsten Generation eines Betriebsleitsystems. Sie wurden hierzu von der betriebsinternen Informatikabteilung der SBB AG für dieses umfangreiche Software-Entwicklungsprojekt angefordert. Ein weiterer Einbezug der Ergonomie-Experten in diesem Projekt, über ihren Analysebericht hinaus, ist derzeit in Verhandlung.

Anhand der Videoaufnahmen der Arbeitsabläufe konnte das Geschehen der Kommunikation verdeutlicht werden (vgl. Abb. 118 und Abb. 119). Darüber hinaus wurde eine Kopie der Originalaufnahmen von der Abteilung Infrastruktur der SBB AG angefordert, die aufgrund der Ergonomiestudie ein internes Projekt zur weiteren Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Kommunikation, Arbeitsmittel und Layout der Arbeitsplätze initiierte.



Abb. 119 Beispiel (Standbild Videoaufnahme) einer Kommunikation zweier Disponenten (dunkler Pfeil links hinten) und die Art und Weise, wie ein weiterer Disponent (rechts) das Gespräch durch Kopfanheben mitverfolgt, um seinen Einstieg in das Gespräch evt. auch durch Blickkontakt vorzubereiten. In unmittelbarer Folge steht dieser Disponent auf, um Aufmerksamkeit für eine Mitteilung zu erzielen. Zukünftige Arbeitsplätze müssen diese Art von Mitverfolgen, Blickkontakten, Aufmerksamkeit, und Sprecherpositionen weiterhin ermöglichen.

Kapitel 5: Diskussion und Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Arbeit wurden Anforderungen aus komplexen Arbeitssystemen und der Stand der Technik zu folgenden Methoden untersucht:

- Aufzeichnung und Analyse von Arbeitsabläufen.
- Befragung von Systembenutzern über ihre Arbeitsabläufe.

Dabei wurden technikintensive Arbeitssysteme aus dem Spital als Beispiel komplexer, schwierig beschreibbarer System gewählt, um gegenüber dem erwähnten Stand der Technik Verbesserungen in prinzipieller Form herzuleiten, die als „intuitiver Interfacegebrauch“ und „bild- und objektgestützte Interviews“ bezeichnet werden sollen. Für diese Prinzipien wurden zwei konkrete Lösungen entwickelt:

- Das Aufzeichnungsverfahren FIT-System (intuitiver Interfacegebrauch).
- Die Explikationshilfe VALAMO (bild- und objektgestützte Interviews).

Der Einsatz dieser Lösungen wurde in einer Reihe von Forschungs- und Auftragsarbeiten erprobt, aus denen sieben Projekte in Kapitel 4 vorgestellt wurden. Fünf dieser Projekte betreffen die Neuplanung von Arbeitssystemen, eines befasst sich mit der Neuentwicklung eines Produktes, und ein Projekt zeigt die Begutachtung eines bestehenden Arbeitssystems.

5.1 Erfahrungen mit dem Forschungsplan

Der in Abb. 1 S.2 dargestellte Plan der Forschungsarbeiten beruht auf der Idee einer Entwicklung vom Speziellen (Systeme des Spitals) zum Allgemeinen (Arbeitssysteme) und auf der Zielsetzung, Ergonomie prospektiv in der Neuplanung einer Umsetzung zuzuführen. Dieses Prinzip hat sich rückblickend bewährt, der Beleg dafür sind die Aufträge, die ohne Aufwendungen für Marketing, an die Forschungsgruppe des Autors herangetragen wurden. Das bedeutet, dass in der Auseinandersetzung mit dem Speziellen Neues (FIT-System und VALAMO) gefunden werden konnte, dessen Nachfrage auch im Allgemeinen angetroffen und bestätigt wurde.

Den Start der Forschungsarbeiten ermöglichten drei Förderprojekte (zwei für die Neuentwicklung Anästhesierespirator, eines für die Entwicklung FIT-System) der Kommission für Innovation und Technologie, die eine Zusammenarbeit von Hochschule und KMUs nur dann unterstützt, wenn neue Lösungen entstehen, die den Wirtschaftsstandort Schweiz im Wettbewerb stärken. Diese Anforderungen wurden erfüllt, es entstanden neue Produkte (Anästhesierespirator, FIT-System) und das damit verbundene Wissen wurde in der abschliessenden Bewertung von den beteiligten KMUs als vorteilhaft im Wettbewerb bezeichnet. In der Umsetzung dieses Wissens zeigte das am Anästhesierespirator beteiligte KMU allerdings Schwierigkeiten, die entsprechenden Investitionen aufzunehmen. Für das FIT-System profitierte das beteiligte KMU in der Entwicklung ihrer Eingabegeräte mittels drucksensitiver Metallplatten, jedoch war vorgängig mit der Förderkommission beschlossen worden, das Verfahren FIT-System durch eine eigene, neue Unternehmung umzusetzen.

Dem konnte im Forschungszeitraum erfolgreich entsprochen werden, wie der Verkauf von über 80 Lizenzen beweist. Es muss dabei berücksichtigt werden, dass der Markt für computergestützte Verfahren zur Aufzeichnung beobachtbarer Daten seit circa 17 Jahren (vgl. Referenzen im Anhang, Tabelle 16) von mehreren Firmen weltweit bearbeitet wird. Weiterhin ist für diesen Erfolg zu beachten, dass diese Lizenzen zu einem Preis verkauft werden konnten, der deutlich über der Preissetzung der meisten bestehenden Produkte liegt, die zum Teil auch kostenlos verteilt werden.

Die Ausgestaltung des Forschungsplans war einerseits durch die Anleitung und Betreuung von zwei Doktorarbeiten und andererseits durch den Zulauf an Aufträgen aus Spitälern, Industrie und Dienstleistung geprägt. Besondere Belastungen zeigten sich hier im Einsatz der personellen Ressourcen. So mussten beide Doktoranden neben ihrem Thema auch in anderen Gebieten der Arbeitsgestaltung selbstständig mitwirken, da eine personelle Erweiterung der Forschungsgruppe finanziell nicht tragbar gewesen wäre. Die erwähnten Projekte der Innovationsförderung deckten dabei nur 1/5 der Kosten.

Man kann aus den Erfahrungen insgesamt folgern, dass die Gründung und Fortführung einer kleineren Forschungsgruppe über den Zeitraum von sieben Jahren mit nur einer durch die Hochschule finanzierten Stelle möglich ist.

Daran schliesst die Überlegung an, inwieweit an Hochschulen ein Modell von mehreren kleinen, überwiegend autarken Gruppen gegenüber dem Modell weniger grösserer und institutionalisierter Forschungsgruppen Vorteile bietet. Aus dem Forschungs- und Entwicklungsbereich grosser Unternehmen ist zumindest bekannt, dass kleine, selbstständige Teams im Einsatz für Innovationen gegenüber einer grossen Abteilung als überlegen angesehen werden. Was sich Unternehmen mit Absicht nicht leisten wollen, stellt an der Hochschule fast schon eine notwendige Bedingung der Innovationskraft einer kleinen Gruppe dar: Es ist die Not, die erfinderisch macht und die auch im Wort „notwendig“ steckt. Denn die Unsicherheit durch eine fehlende Festanstellung oder durch nicht vorhandene Finanzpolster kann einen Kontext zur Innovationsförderung bilden, der aber auch wieder verloren gehen kann, sobald sich Erfolg einstellt.

Die im Forschungszeitraum angeleiteten Diplomarbeiten von Studierenden ausländischer Universitäten (Industrial Design Engineering, Manufacturing, Human Sciences) ermöglichten auch einen Austausch zwischen den Fachexperten (Wissenschaftler und Dozenten) der jeweiligen Universität und der Forschungsgruppe des Autors. Weitere Anregungen für die eigenen Arbeiten konnten zum Teil auch aufgrund des Verkaufs von Benutzungslizenzen erzielt werden, wenn z.B. anhand von Rückmeldungen der Benutzer ein Dialog stattfand.

Schliesslich stellte sich die Wahl des Untersuchungsgegenstandes „Verfahren zur Erhebung objektiver und subjektiver Daten über Arbeitsabläufe“ als tragfähig heraus, um über mehrere Jahre für Entwicklungs- und Erprobungsarbeiten einen sozio-ökonomisch-technischen Sinn und Nutzen zu bieten.

5.2 Erkenntnisse aus dem Methodeneinsatz

Beide Verfahren (FIT-System, VALAMO) erfüllen die prinzipiellen Verbesserungen und bewährten sich im Einsatz in den Projekten der Forschungsgruppe. Die Integration beider Verfahren in die unterschiedlichen Strukturen und Kontexte der über 12 Projektaufträge war reibungslos möglich und kann als sehr gut bewertet werden. Von den Lizenznehmern des FIT-Systems trafen ausschliesslich positive Rückmeldungen ein.

Mit den Erkenntnissen aus dem Methodeneinsatz können einige Aspekte vertieft werden:

- a) Wie stellt sich Aufwand und Nutzen dar?
- b) Wie kann der intuitive Interfacegebrauch mit dem FIT-System erklärt werden?
- c) Welche Bedeutung besitzt die individuelle Gestaltung eines Analyseverfahrens?
- d) Können die beiden Methoden bestehende Verfahren der Systemanalyse ergänzen?
- e) Ist die Gegenständlichkeit in den Methoden durch Computereinsatz ersetzbar?
- f) Welches Innovationspotential in Forschung und Praxis besitzen Ablaufanalysen?

a.1) Aufwand und Nutzen.

Aufwendungen werden in Veröffentlichungen von Ergonomiestudien selten ausgewiesen. Dies erschwert eine Einordnung und einen Vergleich. Im vom Autor durchgeführten Projekt des Operationszentrums (Kap. 4.1) kann der Aufwand von 10-13 Arbeitstage pro Spital gegenüber einer herkömmlichen Besichtigung betrachtet werden, die maximal 2-3 Arbeitstage bedeuten. Deren Ergebnis besteht allerdings lediglich aus einer Layoutskizze, Photoaufnahmen, und Stichworten zu Vor- und Nachteilen aus der Sicht des Verfassers. Arbeitsabläufe werden bei diesen „Stippvisiten“ nicht über längere Abschnitte oder strukturiert beobachtet.

Im Projekt „Patientenvorbereitung“ (Kap. 4.2) beziffert Riopelle (2006) den Aufwand für seine Datenerhebungen mit 15 Arbeitstagen pro Spital. Sein Vorwissen ist über eine Diplomarbeit entstanden und vergleichbar mit dem Vorwissen des Autors im Projekt „Operationszentrum“, so dass eine Aufwandsabschätzung für die Analyse komplexer Arbeitsabläufe mit 10-15 Arbeitstagen gefolgert werden kann. Dabei müssen die verwendeten Kategoriensysteme und die Interviewdaten betrachtet werden, die mit diesem Aufwand in Zusammenhang stehen.

Im Projekt „Intensivstation“ wurden 5 Arbeitstage für die FIT-System Ablaufanalyse aufgewendet. Demgegenüber besteht zu Verfahren der Zeitstudien nach REFA die Meinung, dass „ein relativ hoher Aufwand für Aufnahme und Auswertung“ besteht (Schauer 2005). Wakula und Neumann (1997) berichten von Arbeitsablaufanalysen, die anhand von Videoaufnahmen durchgeführt wurden (Keystroke-Recorder: Observer, Noldus Inc.), und bei einer Auflösung von 50 Ereignissen ein Verhältnis von analysierter Videozeit zu Analysezeit von 1:10 bedeuten (ebd., S.173). Umgerechnet auf die Aufzeichnungen im Projekt „Intensivstation“ hätte das Videoverfahren mit dem Keystroke-Recorder gegenüber dem FIT-System einen doppelt so hohen Aufwand von circa 10 Arbeitstagen erfordert.

Die Angaben aus den anderen Projektbeispielen (Anästhesierespirator, Thixoforming, Textilproduktion, Rail Control Center) schwanken naturgemäß aufgrund der Schwierigkeit der Beschreibungsaufgabe. So waren für die Vorbereitung der FIT-System Ablaufanalysen in den Aufgaben der Bahnverkehrslenkung geringe Aufwendungen von wenigen Stunden nötig, da eine Beschreibung der Tätigkeiten mit dem Inventar der Arbeitsmittel auf dem Tisch des Mitarbeitenden korrelierte. Auch das Beispiel „Thixoforming“ zeigte die Machbarkeit einer Ablaufanalyse, die direkt vor Ort konfiguriert und im Anschluss daran ausgeführt wird. Dagegen bedeuteten schwierigere Beschreibungen, wie etwa Teamanalysen (Riopelle 2006) oder detaillierte Geräteinteraktionen parallel zum übrigen Arbeitsgeschehen (Bönisch 2005) ein aufwendiges Training des Beobachters, welches in beiden Fällen sieben Termine mit Probebeobachtungen erforderte.

Auch die Aufwendungen für die Auswertung schwanken mit der Schwierigkeit der Beschreibung des Systemverhaltens, aber auch mit den unterschiedlichen Aufgaben der Datenanalyse. Es zeigte sich ein Bereich von ½ bis zu 1½ Arbeitstagen pro aufgezeichneten Ablauf. Von Vorteil erwies sich dabei die Kontrolle über die Daten, die aufgrund des Konzepts der Auswertung in Arbeitsblättern einer Tabellenkalkulation (vgl. Abb. 23 S.41) zur Verfügung stand.

Sowohl für Aufwand wie Nutzen ist die Betrachtung folgender Synergien zwischen den beiden Methoden „FIT-System“ und „VALAMO“ von Interesse:

1. Für die Entwicklung eines Kategoriensystems für die FIT-System Ablaufanalysen müssen dem Untersucher Sinn und Hintergründe der Arbeitshandlungen bekannt sein. Dieses Wissen kann durch VALAMO-Interviews gefördert werden.
2. Um in den VALAMO-Interviews tieferes Verständnis generieren zu können, ist es von Vorteil, wenn der Interviewer eigene Beobachtungen und quantitative Ergebnisse aus den FIT-System Ablaufanalysen nutzen kann.

Beide Synergien konnten z.B. im Projekt „Intensivstation“ genutzt werden, indem die VALAMO-Probeinterviews vor der Arbeitsablaufanalyse geplant wurden. Entsprechend wurde die Hauptrunde der VALAMO-Interviews nach den Ablaufanalysen mit dem FIT-System durchgeführt (vgl. Zeitstruktur des Projektes, Abb. 79 S.122). Die beiden Methoden in dieser Art zu nutzen war jedoch in anderen Projekten aufgrund begrenzter Aufenthaltszeit vor Ort nicht immer möglich. Der eingeschränkte Zugriff auf Arbeitsabläufe und Systembenutzer für Aufzeichnungen und Interviews stellt in Neuplanungen eine Schwierigkeit dar. Denn da noch kein „eigenes“, lokales System besteht, ist es erforderlich, in anderen Systemen zu analysieren. Deren wiederholte Erreichbarkeit durch Reise oder Aufenthalt kann hohe Kosten aufgrund von national und international entfernten Standorten entstehen lassen. Hier muss auch auf den Wettbewerb im Zusammenhang mit Auftragsarbeiten hingewiesen werden. Im Projekt „Rail Control Center“ mitzuwirken war beispielsweise nur möglich, indem der Autor in Konkurrenz zu vier anderen Experten in einem Auswahlverfahren eine nachvollziehbare Kostenkalkulation für die bevorstehenden Analysearbeiten präsentieren konnte.

Es ist dabei eine Erfahrung aus den über 10 Auftragsarbeiten, dass eine Offerte an den Auftraggeber eine inhaltlich differenzierte und aussagekräftige Bewerbung darstellen sollte. In einem ungewollten „Experiment“ bei einem der ersten Aufträge, gab sich der Auftraggeber mit einer Angabe wie etwa: „4 Wochen Aufwand für Systemanalyse“ und pauschalen Kosten nicht zufrieden. Man muss dabei bedenken, dass ein Auftraggeber häufig nicht über die Vollmacht der Entscheidung verfügt, sondern mit der abgegebenen Offerte seinem Vorgesetzten gegenüber argumentieren muss. Explizit ausgewiesene Aufwendungen und Kosten wirken auch dem Image und Missbrauch entgegen, die Hochschule bedeute kostenfrei abrufbare Expertisen, oder einen dubiosen Tauschhandel von Dienstleistungen und Sponsorenbeträgen. Eigene Aufwendungen nicht angemessen bestimmen zu können oder zu wollen, ist allerdings kein Zeichen der Freiheit eines Forschers, sondern trifft offenbar auch auf gestalterische Berufe zu, wie Busse (1999) eindrücklich darstellt.

a.2) Nutzenaspekt der Vermittlung.

In der Betrachtung des Nutzens bietet die Vermittlung der erhobenen Daten Anlass zur Diskussion. Die Erkenntnisse aus den beiden Projekten „Operationszentrum“ und „Intensivstation“ eignen sich, um in diesem Zusammenhang zwei unterschiedliche Aufgaben in der prospektiven Ergonomie aufzuzeigen:

- Operationszentrum: Eine Informationsgrundlage über Rauml原因, Arbeitsabläufe und Benutzererfahrungen von OP-Abteilungen soll für Entscheidungsträger, Benutzer und zukünftige Planer erstellt werden. Die damit verbundene Planung und Umsetzung erfolgt im Anschluss und ohne den Ergonomie-Experten.
- Intensivstation: Die Inneneinrichtung der Behandlungsräume einer Intensivstation soll konzipiert werden. Die damit verbundene Übertragung in die Planung und Umsetzung erfolgt innerhalb des Mandats des Ergonomie-Experten.

Im Projekt „Operationszentrum“ liegt der Nutzen einer detaillierten Zusammenstellung von Bedingungen, Vorgängen und Erfahrungen über unterschiedliche Arbeitssysteme auf der Hand. Dies zeigt sich allgemein auch darin, dass der überwiegende Anteil der Fachbücher über Spitalbau und -bauten diesen Ansatz teilweise verfolgt, indem die Bedingungen mit Grundrissplänen, und Photoaufnahmen gezeigt werden (z.B. Miller 1995, Kobus et al. 2000). Jedoch fehlen in diesen Publikationen Darstellungen der Abläufe und es fehlen systematisch erhobene Erfahrungen der Benutzer. Man kann daher für eine Informationsgrundlage, wie sie erstellt wurde, eine Marktlücke prognostizieren. Das Projekt zeigt jedoch in der Nachbetrachtung, dass die ursprünglich ausgewählte, innovative Planung später in eine Layoutstruktur geändert wurde, die identisch mit dem Layout der alten Bausubstanz ist. Allerdings sind auch neue Lösungen mit Bezug zur Informationsgrundlage nach wie vor im abgeänderten Layout zu erkennen, beispielsweise direkte Verbindungstüren zwischen den OP-Sälen. Der Kommentar des spitalinternen Betriebsprojektleiters, die Benutzer würden nun im Zuge der Realisation, und sechs Jahre nach der Änderung doch den ursprünglichen Siegerentwurf für geeigneter beurteilen, stimmt dabei nachdenklich. Die Vermutung ist, dass in der Auseinandersetzung zwischen den Benutzergruppen unter sich, sowie zwischen den Benutzern und den Planern eine Vermittlungsrolle gefehlt haben könnte.

Gemeint ist die Vermittlung zwischen den Daten der Ergonomiestudie, also der Informationsgrundlage, und den „Entscheidungsmächten“, also den Benutzergruppen und Planern. Die sowohl in direkter Präsentation, wie schriftlich anschauliche Darstellung der Informationsgrundlage konnte zwar über 100 Beteiligte erreichen, doch konnte sie nicht die Rolle der aktiven Weitervermittlung über z.B. den zweijährigen Zeitraum bis zum Entscheid der Änderung leisten.

Im Projekt „Intensivstation“ waren die Planung und teilweise auch die Bauausführung schon fortgeschritten. Dies müsste man vorderhand als einen deutlichen Nachteil für den Beizug eines Ergonomie-Experten ansehen, lautet doch die Devise: Je früher, desto besser. Doch zeigt die Projektdarstellung, dass die richtige Information über die Raumgrösse gerade noch zur richtigen Zeit vermittelt werden konnte. Die durchgeführte Nachkontrolle belegt, dass dies auch von dauerhaftem Nutzen ist. Aber auch hier muss der Zeitrahmen für das Mandat des Ergonomie-Experten diskutiert werden. Denn es konnten zwar Wände auf den Plänen versetzt werden, aber nur da der Hauptkorridor zu breit geplant war. Für eine Änderung des Gebäudes oder des gesamten Raumlayouts wäre es eventuell schon zu spät gewesen, ohne den Auftraggeber dafür beschuldigen zu können, denn der Auftrag lautete „Inneneinrichtung“ und nicht „Definition von Raumgrössen“.

Damit ist also ein Zielkonflikt für den Beitrag einer Prospektiven Ergonomie in langen Planungszeiten von Arbeitssystemen, hier im Extremfall von Spitalbauten beschrieben. Der frühe Beitrag könnte alle Systemeigenschaften beeinflussen, versickert aber ohne ständige Vertretung. Der Beitrag „just in time“ wird dagegen frühere Planungsmängel aufdecken, ohne sie ändern zu können.

b) Intuitiver Interfacegebrauch.

Lässt man die 14 Interfacebeispiele, erstellt von 10 Gestaltern/Beobachtern, dieser Arbeit Revue passieren (vgl. Abbildungen der Seiten 42, 49, 52-55, 106, 113, 143, 155, 157 und 158), so stellt sich die Frage, wie der intuitive Gebrauch durch ihre Gestalter zu erklären ist. Eine nötige Mnemotechnik durch eine gedankliche Beziehungsebene zwischen Schablone und beobachteter Situation zu ersetzen war in Kap. 2.2 mit dem semiotischen Dreieck als Verbesserung zur Interfacegestaltung hergeleitet worden. Doch diese allein kann den intuitiven Gebrauch nicht erklären, denn viele der eingesetzten Schablonen des FIT-Systems zeigen nur zum Teil eine solche Beziehungsebene. Eine neue Betrachtung zur intuitiven Bedienung eines Interfaces kann hier weiterführen und erschliesst sich über die Arbeiten von Michael Polanyi. Er liefert in seinen Vorlesungen unter anderem ein Modell für die Funktionsweise impliziten Denkens und gebraucht hierfür das Beispiel eines bekannten Gesichtes, bei welchem man nicht einzelne Erkennungsmerkmale benennen kann, welches man aber aus tausenden anderer Gesichter erkennen kann. Das Modell der Funktionsweise lautet dann wie folgt: „Wir richten unsere Aufmerksamkeit *von* den einzelnen Merkmalen *auf* das Gesicht und sind darum ausserstande, diese Merkmale im einzelnen anzugeben“ (Polyani 1985, S.19 Hervorhebungen im Text).

Die Integration von Einzelheiten ist dabei als Verinnerlichung aufzufassen, „so dass wir diese Dinge nicht mehr als solche beobachten, sondern ihrer im Zusammenhang der aus ihnen gebildeten Entität gewahr werden. Daraus sehen wir, dass wir die Bedeutung solcher umfassenderen Entitäten nicht durch den blossen Blick auf die Dinge, sondern durch Einfühlung verstehen“ (ebd., S.25).

Überträgt man dieses Funktionsmodell auf die Interfacegestaltung mit dem FIT-System, so ist zunächst ein Interface als ein Gesicht (face) aufzufassen. Die Gesichtszüge eines Interface sind dann nicht nur die Anzeigen und Bedienelemente, sondern auch alle sonstigen Elemente, die zu seiner Erscheinung beitragen. Im Beispiel des FIT-Systems sind es die Symbole, aber auch deren Anordnung, und auch sonstige graphische Elemente, und auch die Beschaffenheit des Papiers oder der Folie, die der Schablone Gesichtszüge verleihen. Ein Gesicht erkennt man dann auf unerklärliche Weise, man könnte sagen intuitiv wieder, wenn man es nach Polyani einmal als Entität verinnerlicht hat. Diese Verinnerlichung ist möglich, wenn einem mit dem Gesicht etwas Bedeutendes, Interessierendes verbindet oder einmal verbunden hat, beispielsweise das Gesicht des Vaters oder der Mutter. Das Bedeutende am Interface des FIT-Systems ist nun, dass der Benutzer es selbst gestaltet hat, oder an seiner Gestaltung selbst mitgewirkt hat. Mit dieser verbindenden Bedeutung ist es dem Benutzer möglich, das Interface als Ganzes, als Gesicht zu verinnerlichen. Dies dürfte ein Vorteil für die intuitive Bedienung eines Interfaces darstellen, und könnte helfen die Bezeichnung „intuitive Bedienung“ zu einem Teil begreifbarer zu machen.

Das erläuterte Funktionsmodell ist geeignet, sich auch auf die Benutzerbeteiligung in der Arbeitssystemgestaltung übertragen zu lassen. Beteiligung wäre dann eine Möglichkeit, Merkmale der zukünftigen Arbeitsgestaltung als Gesichtszüge zu einer Entität integrieren zu können und zu verinnerlichen, bildlich gesprochen bekommt damit die Zukunft ein Gesicht. Umgekehrt sind dadurch Widerstände ohne Beteiligung verständlich: Denn wer entscheidet schon gerne über eine bevorstehende Heirat, wenn ihm das Gesicht des zukünftigen Partners nicht als ein ganzes Bild im Inneren bekannt ist? Ein Arbeitsplatz kann also ein Gesicht bekommen und damit ist die Bedienung des Arbeitsplatzes in etwa das Gleiche, wie die Bedienung einer Maschine über ein Interface. Mehr noch kann der Arbeitsplatz drei Dimensionen bieten, während viele Interfaces von Maschinen durch Computereinsatz „platt gemacht“ wurden, und nur noch eine Scheibe darstellen.

c) Individuelle Gestaltung.

Betrachtet man die vier Interfaceschablonen aus dem Beispiel der Teamanalyse (Abb. 37 S.55) wird deutlich, wie sich die Resultate und vermutlich auch die Prozesse zur Lösung des Problems „wie gestalte ich mein eigenes Interface“ durch individuelle Eigenschaften der Gestalter unterscheiden können. Modellvorstellungen hierzu sind bekannt, beispielsweise, ob Denkvorgänge einer Person stärker mit Bildern oder mit verbalen Beschreibungen verbunden sind.

In seiner Untersuchung über Mensch-Computer-Interaktionen, individuelle Unterschiede und das Lernen betrachtet van der Veer (1991) die Veränderlichkeit von kognitiven Funktionen und kommt zu dem Schluss, dass kognitive Stile (cognitive styles) „...are rather stable products of talent and education.“ (ebd., S.63), und dass für solche stabilen Eigenschaften die individuelle Anpassung der Lernumgebung an den Lernenden unumgänglich ist. Die Instrumente und Verfahren zur Arbeitsanalyse bilden einen Teil der Lernumgebung in der Analysesituation. Sie stellen überhaupt die einzigen Elemente in der Arbeitsanalyse dar, die angepasst werden könnten. Paradoxerweise verbieten sich dem Arbeitswissenschaftler durch die eigenen Ansprüche an Normierung, aber auch durch die Vorgaben der Gerätetechnik, eine individuelle, beteiligungs-, aufgaben- und benutzerorientierte Gestaltung seiner eigenen Arbeitsbedingungen. Die Normierung kann für das Verhindern von Innovationen zumindest durch ihren positiven Einfluss auf die Gütekriterien entschädigen. Für nicht-anpassbare Aufzeichnungsgeräte im explorativen, inventiven und innovativen Analyseinsatz fehlt jedoch eine Rechtfertigung. Die unterschiedlichen Qualitäten von Anpassungen wurden jedoch im Kap. 2.1 dieser Arbeit mit dem Stand der Technik dargelegt und führten zur Entwicklung einer Verbesserung.

d) Ergänzung anderer Verfahren.

Bilder zum Bewusstwerden der eigenen Arbeitsbedingungen, sowie Stellvertreterobjekte als Zeigeobjekte und als Anregung in spielerischer Manipulation werden z.B. beim Vorgehen zur „kognitiven Umstrukturierung“ (Ulich 1994, S.357) durch Gruppendiskussionen nicht erwähnt. Auch in den ausführlichen Erläuterungen zu „Gruppendiskussionen zwecks Arbeitsanalyse“ (Hacker 1995 S.159) fehlt die Nennung dieser Unterstützungsmöglichkeiten. Es ist fraglich, ob man davon ausgehen kann, dass sich Schwierigkeiten durch Betriebsblindheit und Explikationshindernisse rein verbal auflösen können. Verwendet man die Trias der Bilderkennung, der Handhabung von Zeigeobjekten, und des Erklärens, so wird bei den erwähnten Autoren lediglich der letzte Teil, die Erklärung, genutzt. In Experimenten zur Untersuchung schwer aussagbarer Wissensinhalte finden sich dagegen bildliche Hilfsmittel zur Bewusstwerdung, wie beispielsweise das Betrachten von Videoaufnahmen der eigenen Handlungsweise (Büssing et al. 2002).

Diese psychologisch geführten Interventionen zur Arbeitsgestaltung könnten mit Bildunterstützung und der Idee der Stellvertreter-/Zeigeobjekte ergänzt werden. Denn hier könnten Wechselbeziehungen des nicht-gegenständlichen Gestaltungsbereiches der Aufgaben und Handlungen mit dem gegenständlichen Bereich der technischen Arbeitsbedingungen genutzt werden, um beides verbessern zu können, also ein Moment genutzt werden, welches aus einer Verknüpfung zwischen Subjekt- und Objektbereich entstehen kann. Doch ist dies nur möglich, wenn für beide Bereiche Daten erhoben und für die Interaktionen mit den Systembenutzern aufbereitet wurden. Darin liegt eine weitere Bedeutung eines flexiblen, und mit geringen Aufwendungen durchführbaren Verfahrens zur Beschreibung der Arbeitsabläufe, wie es die Lösung FIT-System bietet.

e) Gegenständlichkeit und Computereinsatz.

Das Prinzip des Wiedererkennens, sowie des Begreifens und Manipulieren gegenständlicher Objekte kann ausgehend von den Eigenschaften der Lösung VALAMO auch auf den Einsatz von Modellen und Simulationen in der Spitalplanung übertragen werden. So ist es im dargestellten Projekt der Intensivstation „unbegreiflich“, warum von Seite der Architekten und Medizintechnikplaner keine Modelle erstellt und eingesetzt wurden. Es erscheint notwendig mehrmals zu erwähnen, dass das in Abb. 90 S.134 dargestellte Modell vom Ergonomie-Experten aus seiner Initiative und nicht vom Architektenteam erstellt wurde. Frieling und Sonntag (1999) berichten hierzu das Fallbeispiel, wie in einer Fabrikplanung ein einfaches Modell aus Legosteinen angefertigt wurde, bei den Planern mit dem Verweis auf „Kinderkram“ (ebd., S.476) auf Ablehnung stieß, dann aber seine Nützlichkeit unter Beweis stellen konnte.

Im Gegensatz zur einfachen, robusten Manipulation gegenständlicher Modelle werden gegenwärtig, z.B. durch Unternehmen der Medizintechnik und Spitalplanung langwierige Rückkoppelungen in der Abstimmung mit den Benutzern in Kauf genommen, und dafür Computersimulationen eingesetzt. Langwierig sind derartige Methoden, da sie gegenwärtig nicht direkt in der Diskussion handhabbar sind, sondern in einer Art Trickfilmstudio aufwendig erstellt werden müssen (Abb. 120).



Abb. 120 Methode der Computersimulation eines zukünftigen OP-Saales, welche verschiedene Perspektiven am Bildschirm anbietet (Bild: Dräger Medical AG).

Darstellungen wie Abb. 120, weisen für das Ziel einer Gestaltung von Arbeitsplätzen den erheblichen Nachteil auf, dass für den Betrachter Schwierigkeiten entstehen, einen tatsächlichen Eindruck über die räumliche Tiefe zu gewinnen. Die Fähigkeit des Menschen, in einer gegenständlichen und dreidimensionalen Umgebung Raumtiefen wahrzunehmen oder abzuschätzen und ein Raumgefühl zu bilden, ist jedoch ausgeprägt und wird deutlich, wenn z.B. der Überholvorgang beim Autofahren reflektiert wird.

Eine vernünftige Kombination gegenständlicher Modelle und elektronischer Hilfen wurde im Beispiel der Neuplanung einer Radiologie-Abteilung eingesetzt (vgl. Abb. 53 S.84). Dort konnte die VALAMO-Methode gemeinsam mit dem Einsatz eines CAD-Systems praktiziert werden. Dies war jedoch nur dadurch möglich, dass ein CAD-Experte anwesend war und gewissermassen auf Zuruf vom Tisch der VALAMO-Beteiligten aus, die Einrichtung im Computerplan änderte.

Der innovative Beitrag durch die Methode VALAMO ist in diesem Zusammenhang darin zu sehen, beliebige gegenständliche Modelle auf einfachste Weise direkt in der Diskussion erstellen zu können, so wie es die Idee des FIT-Systems ist, auf einfachste Weise und vor Ort ein beliebiges Modell zur Aufzeichnung erstellen zu können. Daher auch die Namensgebung eines „variablen“ Layout Modells (VALAMO) oder einer „flexiblen“ Interface Technik (FIT).

f) Arbeitsablaufanalysen als Potential für Innovationen.

Dort, wo aufgrund von Produktionsformen oder Technologien neue Arbeitsweisen entstehen, ist zu vermuten, dass detaillierte Analysen der Arbeitsabläufe Beitragsmöglichkeiten für neue Erkenntnisse in Forschung und Praxis bieten. Gleiches muss für Arbeitssysteme gelten, in denen die Abläufe noch nicht genügend untersucht wurden. Man kann hier auch auf eine Parallele in der Geschichte verweisen, indem Bewegungs- und Zeitstudien zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts in Zusammenhang mit den technologischen und industriellen Umwälzungen gesehen werden. Die mit solchen Studien gewonnenen Erkenntnisse führten laut Dokumentationen aus dieser Epoche zu „konstruktiven Verbesserungen auf hoher Stufe, zur Standardisierung von Werkzeugen und Arbeitsbedingungen und zur Erfindung von überlegenen Methoden“ (Copley 1923, S:227 zitiert von Hebeisen 1999, S.34). Diese Innovationen werden in ihrem Zusammenhang mit den Ablaufstudien häufig übersehen, oder als Nebenprodukt von Bewegungs- und Zeitstudien nicht angemessen bewertet. Dies obschon sie dauerhafte Verbesserungen erzielten: “While the workers may have forgotten the motions taught to them, the redesign of the work place, tools and parts layout continued to reduce the time per unit produced.” (Ferguson 2000, S.4).

Es ist kaum anzunehmen, dass diese Wirkungen von Ablaufstudien einen einmaligen Effekt aufgrund einmaliger Umstände zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts darstellen. Vielmehr ist zu vermuten, dass jede bedeutende Änderung (Umwälzung) von Produktions- und Dienstleistungssystemen einen neuen Kontext für Innovationspotentiale durch detaillierte Analysen des Systemverhaltens liefert.

Umwälzungen werden gegenwärtig in vielen Arbeitssystemen durch neue Technologien oder durch Automatisierung ausgelöst, aber auch von volks- und betriebswirtschaftlicher Seite, z.B. in den Arbeitssystemen des Gesundheitswesens. Für viele dieser Systeme gilt zusätzlich, dass Fehler im Zusammenwirken von Mensch, Arbeitsmitteln, Materialien, Energie und Information Schäden grosser Tragweite verursachen können. Es ist offensichtlich, dass

Analysen dieses Zusammenwirkens zu Verbesserungen von Gesundheitsschutz, Ökonomie, und Sicherheit beitragen können.

Dies wird sowohl von Organisationen der Forschungsförderung, als auch vom Markt selbst unterstützt, wie folgende Beispiele belegen:

- Sjoerdsma untersuchte in seiner Dissertation laparoskopische Eingriffe durch eine aufwendige, retrospektive Videoanalyse. Die Aufwendungen der Videoanalyse zwangen ihn, sein Kategoriensystem von 15 auf nur 9 Ereignisse zu dezimieren. Damit verglich er Lernkurven von Chirurgen und chirurgische Techniken aus verschiedenen Spitälern. Er erhielt hierfür den „Innovation Award“ einer medizinischen Fachgesellschaft und konnte die Förderung eines mehrjährigen Forschungsprogramms einwerben (Sjoerdsma 1998).
- Manser (2002) setzte in ihrer Doktorarbeit das FIT-System und ein detailliertes, handlungstheoretisch abgeleitetes Beobachtungsschema mit 41 Ereignissen ein, um konkurrierende Elemente in den Arbeitshandlungen der Anästhesie zu untersuchen. Sie erhielt in Folge ein Forschungsstipendium für die detaillierte Analyse von Strukturen und Prozessen der Teamarbeit in der Anästhesie.
- Das Institut für Arbeitsforschung und Organisationsberatung (iafob) führte in einem Kantonsspital (circa 1000 Betten) Fragebogenerhebungen, Experteninterviews, sowie Aufzeichnungen der Tätigkeiten von Assistenz- und Oberärzten mit dem FIT-System durch. Die Wirkung dieser Datenerhebung zeigte sich in daraufhin getroffenen politischen Vereinbarungen zur Arbeitszeitregelung und in drei Folgeprojekten, die umgehend in Auftrag gegeben wurden (Peter und Ulich 2003).
- Schliesslich ist der Entwicklungsverlauf (vgl. Abb. 1 S.2) im Forschungszeitraum des Autors, mit seinen 16 Forschungs- und Auftragsarbeiten und darunter 14 Projekte der Neuplanung und Neugestaltung, ein Beleg dafür, dass mit dem Einsatz von Arbeitsablaufanalysen nutz- und gewinnbringende Beiträge erzielt werden können.

Neben den persönlichen Leistungen verweisen diese Beispiele einerseits auf die Argumentationskraft objektiver Daten. Andererseits zeigen sie, was eine grosse Zahl von Benutzern eines komplexen Systems in der hier vorgestellten Wirkungs-Beziehungsmatrix (vgl. Abb. 16 S.23) formulierten: Arbeitsabläufe enthalten Potentiale, oder: Die detaillierte Untersuchung der Arbeitsabläufe ist ein Motor für Verbesserungen und neue Lösungen. Solche Untersuchungen stellen kontextuelle Analysen dar, und sind in einem Modell der Ergonomieprozesse (Held 1998, S.12-28) notwendig und ein Schlüsselement, um über längere Zeiträume Nutzen im Sinn einer Umsetzung ergonomischer Erkenntnisse zu erzielen. Die allgemeine Aussage ist, dass der Erfolg von Designprojekten massgeblich zu Projektbeginn entschieden wird, und dort vorbestimmt wird, wieviel Nutzen entstehen kann. Können Verfahren der Analyse in dieser Phase effizient eingesetzt werden, so führt dies zu Möglichkeiten, den Ergonomieprozess wirkungsvoller zu gestalten (Held 2005, S.136).

5.3 Schlussfolgerungen

Abb. 121 zeigt einen Index der Schlussfolgerungen anhand des Gegenstandes der Arbeit.

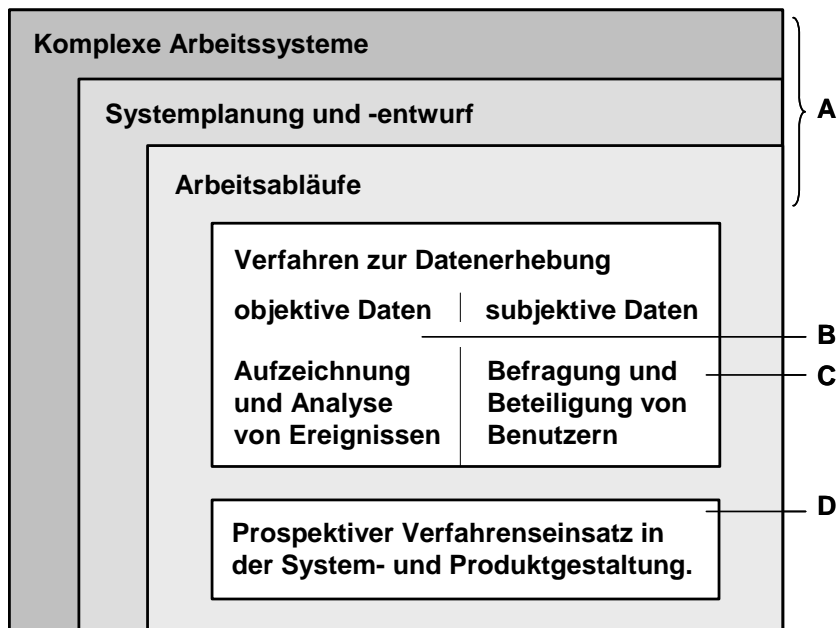


Abb. 121 Index der Schlussfolgerungen im Zusammenhang mit der Struktur der Arbeit.

- A.1 Komplexe Arbeitssysteme besitzen Potentiale für Verbesserungen hinsichtlich Sicherheit, Gesundheitsschutz und Ökonomie, die durch Arbeitsablaufanalysen erschlossen werden können (vgl. Argumentation in Kap. 5.2, Abschnitt f, S.172).
- A.2 In Projekten der Systemgestaltung, deren Planungs- und Entwicklungsphasen eine lange Zeitspanne aufweisen, ist für die Vermittlung von Ergebnissen aus prospektiven Ergonomiestudien ein Mandat des Ergonomie-Experten im gesamten Planungs- und Entwicklungszeitraum erforderlich (vgl. Kapitel 5.2, Abschnitt a.2, S.167).
- B, C In der kombinierten Erhebung objektiver und subjektiver Daten können Synergien genutzt werden, allerdings sind dabei zusätzliche Aufwendungen durch vermehrten Aufenthalt im System für Aufzeichnungen und Befragungen zu beachten (vgl. Kapitel 5.2, Abschnitt a.1, S.166).
- B.1 Eine intuitive Bedienung eines Aufzeichnungsgerätes für wahrnehmbare Größen in z.B. Arbeitsabläufen kann erreicht werden, indem die Interfacegraphik einer Beziehung zwischen gedanklicher Symbolwelt und den, durch reale Ereignisse ausgelösten Wahrnehmungen entspricht (vgl. Semiotisches Dreieck, S.37). Dies ist dem Gestaltungsprinzip „What you see is what you get - WYSIWYG“ ähnlich, besitzt aber mit der Lösung FIT-System den bedeutenden Unterschied, dass das „What you see“ nicht vorbestimmt wird, sondern vom Benutzer individuell beantwortet, und in einer Interfacegraphik gestaltet wird. Aufgrund dieses Prozesses ist die intuitive Bedienung auch mit einem Funktionsmodell impliziten Denkens erklärbar (vgl. Herleitung Kap. 5.2, Abschnitt b, S.168).

- B.2 Aufzeichnungsverfahren mit verbessertem, flexibel gestaltbarem und intuitiv bedienbarem Interface führen in Forschungsarbeiten zu innovativem Methoden der Systembeschreibung (vgl. Entwicklungsschritte der Lösung FIT-System, S.67-68).
- B.3 Aufzeichnungsverfahren, die in direkter Beobachtung eingesetzt werden können und einen geringen Trainingsaufwand für die Bedienung erfordern, ermöglichen in Forschungs- und Auftragsarbeiten die Einbeziehung einer breiteren Datenbasis (vgl. die Projektbeispiele auf S.52-54 und in Tabelle 5, S.68, sowie in Kap. 4.2 und 4.4).
- B.4 Aufzeichnungen von Arbeitsabläufen in komplexen Arbeitssystemen sollten mit Kategoriensystemen hoher Auflösung erfolgen. Es ist eine Erkenntnis aus dem praktischen Einsatz mit dem FIT-System, dass dies für einen Lernprozess und ein tieferes Verständnis des Systemverhaltens förderlich ist, und das Mitverfolgen des Geschehens erleichtern kann. Für die Güte der Daten können daraus Vorteile entstehen (vgl. Kap. 2.3.3 Absatz-Nr. 2, S.59). Anderslautende Empfehlungen nach möglichst einfachen Kategoriensystemen sind unter dem Aspekt von ungünstig gestalteten Aufzeichnungsverfahren zu sehen.
- C.1 Gegenüber vielen Anleitungen zur Durchführung von Interviews (vgl. Tabelle 6, S.73) erwies es sich im Einsatz der Lösung VALAMO als sinnvolle Förderung der Kommunikation und Verständigung, wenn Materialien vorbereitet und eingesetzt werden, die den Systembenutzern ein Bewusstsein ihrer eigenen Situation ermöglichen, und als einfach manipulierbare Zeigeobjekte mit Stellvertreterfunktion für die Akteure und Arbeitsmittel der Arbeitsabläufe dienen (vgl. Kap. 3.1 Abschnitt „Verbesserungen“). Bestehende Verfahren der Explikation von Benutzerwissen, die auf rein verbalen Techniken beruhen, sollten nach dem Prinzip der Lösung VALAMO ergänzt werden (vgl. Kap. 5.2, Abschnitt d, S.170).
- C.2 Gegenständliche Stellvertreterobjekte, die in der Befragung Zeigeoperationen und spielbare Manipulationen ermöglichen, lassen sich in ökonomischer Weise mit elektronischen Planungshilfen, z.B. CAD, kombiniert einsetzen (vgl. Beispiel „Radiologie-Abteilung“, S.84 und Kap. 5.2 Abschnitt e, S.171).
- D.1 Um als Ergonomie-Experte in Neuplanungen von Beginn an, in Form einer Prospektiven Ergonomie, ein Mandat zu erhalten, ist es erforderlich, über Analyseverfahren mit möglichst geringen Aufwendungen zu verfügen, und diese Aufwendungen explizit und differenziert im Wettbewerb und gegenüber den Auftraggebern kommunizieren zu können (vgl. Kap. 5.2, Abschnitt a.1, S.165)

Ein Wechselspiel zwischen Ablauf- und Objektorientierung kann als eine Kurzformel der Schlussfolgerungen angeboten werden:

Dort, wo Objekte geplant werden (Werkzeuge, Geräte, Maschinen, Raumeinrichtungen, Raumlayout, Gebäude), ist in den Methoden eine Ablauforientierung (Einsatz von Arbeitsablaufanalysen, z.B. FIT-System) notwendig. Werden Systembenutzern Fragen zu diesen Abläufen gestellt, ist in der Befragung eine Objektorientierung (Einsatz objektgestützter Interviews, z.B. VALAMO-Methode) von Vorteil.

5.4 Ausblick

Für eine Weiterführung der Forschungsarbeiten können die folgenden Themen dienen:

- 1) Arbeitsablaufanalyse, Aufzeichnungs- und Befragungsverfahren in der Ergonomie.
- 2) Erforschung des intuitiven Gebrauchs und Gestaltung intuitiver Interfaces.
- 3) Markttaugliche Kombinationen von gegenständlichen und abstrakten Hilfen.
- 4) Darstellung von Daten aus Arbeitsablaufanalysen.
- 5) Beteiligungsprozesse der Ergonomie in Designprojekten.
- 6) Planungswissen für sicherheitsgerechte Gestaltung komplexer Arbeitssysteme.

1) Arbeitsablaufanalyse, Aufzeichnungs- und Befragungsverfahren in der Ergonomie.

Aufzeichnungsverfahren zur Speicherung und späteren Analyse wahrnehmbarer Grössen in direkter Beobachtung von Arbeitsabläufen stellten in der Vergangenheit ein relativ wenig untersuchtes Gebiet in den Arbeitswissenschaften dar.

Überprüft man dies z.B. anhand der über 10 Lehr- und Fachbücher der Ergonomie und Arbeitswissenschaft aus Tabelle 6, S.73, so fallen zwei Aspekte auf:

- Der detaillierten Untersuchung des Gebrauchs müsste in den Lehrmitteln der Ergonomie eine hohe Bedeutung zugemessen werden, jedoch sind Verfahren der Arbeitsablaufanalyse dort ein selten dargestelltes Thema sind. Wo sie überhaupt Erwähnung finden (z.B. Luczak 1998, S.649-664), wird die „Methodenlehre des Arbeitsstudiums“ (REFA 1978) wiedergegeben. Dem liegt ein sequentielles Aufzeichnen zugrunde, welches für Fertigungs- und Montageprozessen in den 60er Jahre entwickelt wurde, und seitdem keine konzeptionelle Weiterentwicklung erfuhr.
- Ausdrückliche Bedeutung, Spannbreite und Wertschätzung erfährt dagegen das Thema der Beobachtung und Analyse von Tätigkeiten in den Werken der Arbeitspsychologie (z.B. Ulich 1994, Hacker 1995, Frieling und Sonntag 1999). Doch spielt hier das Verfahren zur Aufzeichnung eine nebensächliche Rolle.

Eine intensivere Auseinandersetzung mit dem Gebiet der detaillierten Analyse des Zusammenwirkens von Mensch, Arbeitsmitteln, Materialien, Energie und Information, und eine bessere Aufnahme des Themas „Arbeitsablaufanalyse“ in Lehre und Lehrmitteln der Ergonomie und Arbeitswissenschaft wäre aus Sicht des Autors für eine Prospektive Ergonomie eine nutzbringende, zukünftige Aufgabe. Damit würde auch ein sinnvoller Ausgleich zur allgemeinen Tendenz der Objektorientierung möglich werden. Denn schliesslich gibt es keine Ergonomie der Dinge, das einzige, ergonomische „Ding“ ist der jeweils ergonomisch gestaltete Gebrauch oder Arbeitsablauf.

Weiterhin erscheint das Thema der Befragungsverfahren und -techniken in den Lehrmitteln nicht seiner Bedeutung entsprechend dargestellt (vgl. Aussagen zur Tabelle 6, S.73). Ein Ausblick wäre, dieses Thema gezielt für die Analyseaufgaben einer Prospektiven Ergonomie zu fördern und zu erweitern.

2) Erforschung des intuitiven Gebrauchs und Gestaltung intuitiver Interfaces.

Wie mit den Ausführungen in Kap. 5.2 Abschnitt b) gezeigt wurde, lassen sich Überlegungen zur Funktionsweise des impliziten Denkens auf den Umgang und die Gestaltung mit Interfaces übertragen. Es stellen sich hier weiterführende Fragen, beispielsweise nach den Möglichkeiten der Unterstützung eines Systembenutzers, um ihm möglichst effizient einen intuitiven Gebrauch seiner Benutzungsoberflächen zu ermöglichen. Dies betrifft die Art und Weise des Interfacekonzeptes, wie mit der Lösung FIT-System aufgezeigt worden ist. Darüber hinaus betrifft die Frage aber auch andere Unterstützungsmöglichkeiten, wie Schulung und Training des Benutzers. Ein Ansatzpunkt zur Untersuchung ist die Auffälligkeit, dass einige Benutzer mit dem FIT-System Interfaces gestalten, die man aus ergonomischer Sicht nicht für gebrauchstauglich erklären könnte, die aber von den Gestaltern/Benutzern offenbar problemlos und sicher bedient werden können. Dies führt auch zur Frage der Nachteile von graphischen Benutzungsoberflächen und zur allgemeinen Aufgabe des Umgangs mit den individuellen Bedürfnissen der Benutzer in der Lebensphase des Gebrauchs eines sozio-technischen Systems.

3) Markttaugliche Kombinationen von gegenständlichen und abstrakten Hilfen.

Sowohl FIT-System (Schablone), als auch VALAMO (Zeige-/Stellvertreterobjekte) stellen Verfahren mit Kombinationen zwischen gegenständlichen und abstrakten Hilfen dar. Beide Verfahren sind letztlich durch einen Computer unterstützt, bei der Lösung VALAMO evtl. durch ein CAD-System. Die Frage ist, inwieweit die Gegenständlichkeit hilft, komplexe Aufgaben zu bewältigen. Dies könnte Untersuchungsbedarf darstellen, da einerseits an vielen Arbeitsplätzen komplexer Systeme überwiegend nicht-gegenständliche Objekte Informationen repräsentieren und dies ein Beleg dafür sein kann, dass offensichtlich bisherige Lösungen einer Kombination „Gegenständlichkeit - computergestützte Abstraktion“ keine Nachfrage auf dem Markt der Systemgestalter und -benutzer erzielen konnten.

4) Darstellung von Daten aus Arbeitsablaufanalysen.

Zeitdaten oder sequentielle Daten aus Arbeitsabläufen sind umfangreich und schwierig zu charakterisieren. Darstellungen von Abfolgen (vgl. Abb. 33 S.51), Übergängen (Abb. 43 S.65) oder Dichteverläufe (Abb. 44 S.66) liefern Abbilder, doch sind mit ihnen die Fähigkeiten des Menschen zur Mustererkennung bei weitem nicht ausgeschöpft. Neue Darstellungsformen, z.B. Punktmuster aufgrund der Verwendung von Polarkoordinaten (Winkel: Ereigniskategorie, Radius: Dauer eines Einzelereignisses, vgl. Held 2004, S.107) könnten die Beurteilung und den Vergleich von Arbeitsabläufen erleichtern.

5) Beteiligungsprozesse der Ergonomie in Designprojekten.

Es bestehen nur wenige Untersuchungen zum Management von Ergonomieprojekten. Für die Frage, welche Art von Methodeneinsatz welche Wirkung im Sinn einer ergonomischen Gestaltung bedeutet und wie langfristig durch Organisation von Ergonomieprojekten ein Nutzen für die Ergonomie entsteht, wurde das Modell der Ergonomieprozesse vorgeschlagen (Held 2005, S.21-35). Die Forschung könnte hier dem Transfer ihrer Ergebnisse ein wichtiges Unterstützungselement bieten.

6) Planungswissen für sicherheitsgerechte Gestaltung komplexer Arbeitssysteme.

Die in Kap. 1.1 erwähnte Aussage von Systemgestaltern „Wir planen gut, da wir jeden Handgriff der Arbeitsabläufe kennen“, kann aufgrund der beschriebenen Projekterfahrungen nicht überzeugen:

- Räume für risikoreiche Tätigkeiten am Patienten werden zu klein geplant, während gleichzeitig mehr als 1'000 qm Fläche des Geschosses als „strategische Freifläche“ im Rohbau verbleiben (vgl. Nachbetrachtung Projekt Operationszentrum, S.110).
- Verbindungen zwischen Patient und Gerät (Kabel und Schläuche) werden seit Jahrzehnten als zeitaufwendige Hindernisse und Problembereiche im Arbeitsablauf genannt (Gessner et al. 1981, Friesdorf 1994), und sind es gegenwärtig immer noch (vgl. Abb. 27 S.44, Abb. 69 und Abb. 70 S.107, Nachkontrolle Intensivstation S.141).
- In derzeit neugeplanten Arbeitssystemen, in denen Tätigkeiten hohe Konzentration erfordern um Fehler grosser Tragweite auszuschliessen, zeigen sich gemittelte Lärmpegel (56,3 dB(A) Nachkontrolle Intensivstation, S.140) die in etwa gleich hoch sind, wie in Messungen der 1970er Jahre (60 dB(A), Gessner et al. 1981, S.214). Die damit höhere Stressbelastung der Mitarbeitenden bedeutet im Beispiel der Systeme aus dem Spital ein Risiko für die Gewährleistung der Patientensicherheit und eine Einschränkung des Patientenkomforts. Im Projekt „Rail Control Center“ (Kap. 4.7) traten im Normalbetrieb einer Zentrale mit 12 Arbeitsplätzen mittlere Lärmpegel von 59 dB(A) auf, geplant sind in Zukunft Zentralen mit über 100 Arbeitsplätzen.
- Behördliche Auflagen, ausgerichtet auf den Aspekt Sicherheit, können teilweise aufgabengerechte Lösungen verhindern (vgl. Projekt Intensivstation, S. 141).

Die Bemühungen eines Risikomanagements in bestehenden Arbeitssystemen stossen bei mangelnden Rauml原因 und Raumgrössen, sowie bei technischen Installationen in der Regel an unveränderbare Grenzen. Die verantwortlichen Prozesse der Planung und die Ursachen für mangelndes Planungswissen sollten weiter untersucht werden. Es stellen sich in diesem Zusammenhang auch Überlegungen zur Forschungsförderung. Der in der Schweiz mögliche Weg, den Wissenstransfer zwischen KMUs und Hochschulen durch ein Programm „Technologie und Innovation“ zu unterstützen, erscheint nutzbringend. Es schliesst sich allerdings die Frage an, ob die Kombination von Technologie und Innovation in Zukunft eine genügende Herausforderung darstellt. Die Auffassung, dass es technologische Innovationen nicht geben kann, sondern nur sozio-ökonomisch-technische Systeminnovationen, könnte hier ebenso weiterführen, wie ein Förderprogramm „Technologie und Sicherheit“. Denn komplexe Arbeitssysteme so planen zu können, dass sichere Arbeitsabläufe möglich sind und entstehen, stellt implizit auch eine Innovationsförderung dar.

Schlusswort:

Es sollte sich nicht die Vermutung bestätigen, dass in der Wissenschaft mehr Interesse für die Analyse des Verhaltens von Tieren besteht, als für die detaillierte Analyse der Abläufe menschlicher Arbeit.



Abb. 122 Design for all: FIT-System Ablaufanalyse des Verhaltens von symphodus ocellatus (Augenfleck-Lippfisch) in einer Tiefe von 6-9 Metern.

Literatur

- Arksey, H. & Knight, P. (1999). Interviewing for social scientists: An introductory resource with examples. London: Sage.
- ASSTAS (2003). L'ergonomie participative dans la conception des bâtiments hospitaliers. Québec: Bibliothèque nationale.
- Bakeman, R. & Gottman, J. M. (1997). Observing interaction: An introduction to sequential analysis. Cambridge: University Press.
- Bar-Yam, Y. (2000). "Significant points" in the study of complex systems. In Y. Bar-Yam (Hrsg.) Unifying themes in complex systems (i-xxiii). Boulder: Westview.
- Bødker, K., Kensing, F. & Simonsen, J. (2004). Participatory IT design: Designing for business and workplace realities. Cambridge: MIT Press.
- Bogner, A., Littig, B. & Menz, W. (Hrsg.) (2005). Das Experteninterview - Theorie, Methode, Anwendung. Wiesbaden: VS.
- Böhm, R. (2001). Methoden und Techniken der System-Entwicklung. Zürich: vdf.
- Bönisch, B. (2005). Partizipatives Interface Design am Beispiel Anästhesierespirator. Universität Zürich: Dissertation, zugleich in H. Krueger (Hrsg.) Ergonomie: Mensch-Produkt-Arbeit-Systeme (Band 8). Aachen: Shaker.
- Boquet, G., Bushman, J. A. & Davenport, H. T. (1980). The Anesthetic Machine - A Study of Function and Design. British Journal of Anesthesiology, 52, 61-67.
- Breiling, A. & Knosala, R. (1997). Bewerten technischer Systeme - Theoretische und methodische Grundlagen bewertungstechnischer Entscheidungshilfen. Berlin: Springer.
- Bullinger, H. J. (1994). Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: Teubner.
- Bullinger, H. J. (1995). Arbeitsgestaltung: Personalorientierte Gestaltung marktgerechter Arbeitssysteme. Stuttgart: Teubner.
- Burke, R. (2004). Projektmanagement Planungs- und Kontrolltechniken. Bonn: mitp.
- Busse, R. (1999). Was kostet Design? Kostenkalkulation für Designer und ihre Auftraggeber. Frankfurt: Verlag form.
- Büssing, A., Herbig, B. & Ewert, T. (2002). Implizites Wissen und erfahrungsgeleitetes Arbeitshandeln - Entwicklung einer Methode zur Explikation in der Krankenpflege. Arbeits- und Organisationspsychologie, 46, 2-21.
- Bußmann, H. (2002). Lexikon der Sprachwissenschaft. Stuttgart: Kröner.
- BWB (1989). Handbuch der Ergonomie. Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (Hrsg.). Koblenz.
- Copley, F. B. (1923) Frederick Winslow Taylor, Father of Scientific Management, Vol. I and II. New York: Harper.
- Diestel, R. (2000). Graphentheorie. Berlin: Springer.
- DIN 19226 T1 (1994). Regelungstechnik und Steuerungstechnik. Berlin: Beuth.
- DIN 66001 (1983). Informationsverarbeitung: Sinnbilder und ihre Anwendung. Berlin: Beuth.

- Dirichlet, G. L., Labryga, F., Poelzig, P. & Schlenzig, G. (1980). Krankenhausbau. Stuttgart: Koch.
- Drolet, P. & Girard, M. (2004). Regional anesthesia, block room and efficiency: putting things in perspective. *Can J Anesth*, 51, 1-5.
- Eco, U. (1995). *Die Grenzen der Interpretation*. München: DTV.
- Emery, F. & Thorsrud, E. (1982). *Industrielle Demokratie: Bericht über das norwegische Programm der industriellen Demokratie*. Bern: Huber.
- Erdmann, F. (2000) Teilprojekt 5: Gestaltung, Analyse und Bewertung des Gesamtsystems. In I. Niedick (Hrsg.) *Simultane Entwicklung und Integration von Thixoforming-technologie für Leichtbauteile (167-193)*. Aachen: Verlagsgruppe Mainz.
- Erz, H.-P., (1990). Thixocasting - ein Giessverfahren zur Near-Net-Shape-Produktion. *Giesserei*, 77(19), 613-617.
- Evans, B. (2005). Improving competitive advantage through industrial design. *Medical Device & Diagnostic Industry* 26, 11, S.90-98.
- Ferguson, D. (2000). *Therbligs: The keys to Simplifying Work*.
<http://gilbrethnetwork.tripod.com/therbligs.html> (Seite aufgerufen am 9.2.2006).
- Flemings, C., Spencer, S. B., Meherabian, R. (1972). Rheological Behavior of Sn-15PctPb in the Crystallization Range. *Metallurgical and Materials Transactions*, 3, 1925-1932.
- Frieling, E. & Sonntag, K. (1999). *Arbeitspsychologie*. Bern: Huber.
- Friesdorf, W. (1984). PAMS. Patient - Anästhesist - Maschine - System. Arbeitsgruppe Medizinische Technik und Informatik. Universität Ulm: Zentrum für Anästhesiologie.
- Friesdorf, W. (1990). Patient-Arzt-Maschine-System (PAMS). In W. Friesdorf, B. Schwilk, J. Hähnel, *Ergonomie in der Intensivmedizin (39-46)*. Melsungen: Bibliomed.
- Friesdorf, W. (1994). *Systemergonomische Gestaltung intensivmedizinischer Arbeitsplätze*. Habilitation Universität Ulm.
- Friesdorf, W. (1995). *Medizingerätetechnik - Systemergonomie in der Intensivstation*. In Hochschullehrer des Instituts für Gesundheitswissenschaften (Hrsg.), *Arbeitsplatz Krankenhaus - Realität und Visionen (S.97-108)*. Berlin: Technische Universität.
- Gellert, E. (1995). Systematic observation. *Harvard Educational Review*, 25, 179-195.
- Gessner, U., Welter, R. & Ulich, E. (1981). *Technisierung, Spezialisierung, Personalaufwand und Oekonomie im modernen Krankenhaus*. St. Gallen: Interdisziplinäres Forschungszentrum für die Gesundheit.
- Goldstein, E. B. (2002). *Wahrnehmungspsychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Greenbaum, J. & Kyng, M. (Hrsg.). (1991). *Design at Work*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Greve, W. & Wentura, D. (1997). *Wissenschaftliche Beobachtung*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Guthknecht, T. (1997). *Kostenreduktionen im baulichen und betrieblichen Operationsraumkonzept: Vorschläge zur Harmonisierung von Layout und Budget*. Krankenhaus und Umwelt, 10, 768-775.
- Haberfellner, R., Becker, M., Büchel, A., von Massow, H. & Nagel, P. (1999). *Systems Engineering*. (Hrsg.: W.F. Daenzer und F. Huber). Zürich: Industrielle Organisation.

- Hacker, W. (1992). Expertenkönnen - Erkennen und Vermitteln. Göttingen: Angewandte Psychologie.
- Hacker, W. (1995). Arbeitstätigkeitsanalyse: Analyse und Bewertung psychischer Arbeitsanforderungen. Heidelberg: Asanger.
- Hacker, W. (2005). Allgemeine Arbeitspsychologie - Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit. In E. Ulich (Hrsg.), Schriften zur Arbeitspsychologie (Band 58). Bern: Huber.
- Hammer, W. (1997). Wörterbuch der Arbeitswissenschaft - Begriffe und Definitionen. München: Hanser.
- Hansel, J. & Lomnitz, P. (1993). Projektleiter-Praxis. Erfolgreiche Projektabwicklung durch verbesserte Kommunikation und Kooperation. Berlin: Springer.
- Hebeisen, W. (1999). F. W. Taylor und der Taylorismus: Über das Wissen und die Lehre Taylors und die Kritik am Taylorismus. In E. Ulich (Hrsg.), Mensch-Technik, Organisation, Band 24. Zürich: vdf.
- Heeg, F.-J. (1993). Projektmanagement (REFA Fachbuchreihe Betriebsorganisation). München: Hanser.
- Heilmann, H. (1981). Modelle und Methoden der Benutzermitwirkung in Mensch-Computer-Systemen. Stuttgart: Forkel.
- Held, J. (1998). Partizipative Ergonomie - Die Prozessgestaltung zur Beteiligung Betroffener an ergonomischen Gestaltungsaufgaben. ETH Zürich: Dissertation.
- Held, J. (2003). Method and device for manual recording of various events or states. US Patent 6,525,712 B1.
- Held, J. (2004). Aufzeichnung und Analyse von Ereignissen in direkter Tätigkeitsbeobachtung. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (58) 97-109.
- Held, J. (2005). Partizipative Ergonomie - Management und Analysemethoden zur beteiligungsorientierten Gestaltung von Produkten und Arbeitssystemen. In H. Krueger (Hrsg.) Ergonomie: Mensch - Produkt - Arbeit - Systeme (Band 1). Aachen: Shaker.
- Held, J. & Krueger, H. (1999). The Ice-breaking VALAMO - A Tool for Participatory Processes Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction, Munich/Germany, August 22-27, 1999, p. 563-567.
- Held, J., Brüesch, M., Zollinger, A., Pasch, T. & Krueger, H. (2002). Beteiligungsorientierte Arbeitsanalyse - Participation-oriented analysis of the anaesthesia workplace. Anaesthetist, 51, 110-115.
- Hettich, U. & Macchi, G. (1998). Nachdenken und umdenken - Über das dreiteilige Modell des Wettbewerbes INO Inselspital Bern. Schweizer Ingenieur und Architekt, 13.
- Hignett, S. (2004). Qualitative methodology. In J.R. Wilson und N. Corlett (Hrsg.), Evaluation of Human Work (S.113-128). Boca Raton: Taylor & Francis.
- Hochbauamt (1998). Jurybericht Sekundärsystem zum INO-Projekt. Bern: Hochbauamt.
- Hoffmann, J. & Knopf, M. (1996). Der Erwerb formaler Schlüsselqualifikation. In F. E. Weinert (Hrsg.), Enzyklopädie der Psychologie: Psychologie des Lernens und der Instruktion (S.49-87). Göttingen: Hogrefe.

- Hofmann, T. (1997). Anordnungsbeispiele Orthopädie OP-Saal. In INO-Betriebsprojektleitung (Hrsg.), Beschluss der 2. Betriebsplanungsphase (S.88-89). Bern: Universitätsspital Inselspital.
- Holst, D. & Wendt, M. (1996). Ist unsere OP-Konzeption heute noch zeitgerecht? Neue Ablaufkonzepte in der Anästhesie. *Anästhesiologie & Intensivmedizin*, 137, S.315-319.
- INO (1997). Benutzerteam - Organisationskonzept. Bern: Druckzentrale Inselspital.
- ISO 13407 (1999). Human-centred design for interactive systems. Berlin: Beuth.
- ISO 6385 (2004). Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin: Beuth.
- Jansen P.-J. & Zajonc H. (1975). Systemtechnik als Handlungswissenschaft. In G. Ropohl, *Systemtechnik - Grundlagen und Anwendung* (313-238). München: Hanser.
- Jansen, K.-D., Schwitalla, U. & Wicke, W. (1989). *Beteiligungsorientierte Systementwicklung: Beiträge zu Methoden der Partizipation bei der Entwicklung computergestützter Arbeitssysteme*. Opladen: Westdeutscher.
- Johannsen, G. (1993). *Mensch-Maschine-Systeme*. Berlin: Springer.
- Judson, C. (1999). Using the FIT-System to record team work in the operating room. University of Birmingham, U.K.: Diploma Thesis.
- Johnson, S. (1997). *The Anesthesia Work Process: Analysis and Evaluation*. University of Birmingham, U.K.: Diploma Thesis.
- Kissler, L. (Hrsg.). (1988). *Computer und Beteiligung: Beiträge aus der empirischen Partizipationsforschung*. Opladen: Westdeutscher.
- Kobus, R. L., Skaggs, R. L., Bobrow, T. (2000). *Building type basics for healthcare facilities*. New York: Wiley.
- Kohler, P. (1998). Arbeitsplatz Anästhesie und Intensivmedizin - heute und morgen. *Anästhesiol. Intensivmed. Schmerzther. Supplement* 1, 33, S3-S21.
- Koslowski, K. (1988). *Partizipative Systementwicklung und Software Engineering*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Koslowski, K. (1988). *Unterstützung von partizipativer Systementwicklung durch Methoden des Software Engineering*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Kristof, R., Hummel-Kohler, V., Beckert, E. (1996). Praxisbeispiel: Neuorientierung im Gesundheitswesen - Auf dem Weg zum fraktalen Krankenhaus. In S.L. Goldmann, R.N. Nagel, K. Preiss, H.-J. Warnecke (Hrsg.), *Agil im Wettbewerb - Die Strategie der virtuellen Organisation zum Nutzen des Kunden* (S.357-389). Heidelberg: Springer.
- Kubinger, K. D. (1995). *Einführung in die Psychologische Diagnostik*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Lamnek, S. (2005). *Qualitative Sozialforschung*. Weinheim: Beltz.
- Lienert, A. & Raatz, U. (1994). *Testaufbau und Testpraxis*. Weinheim: Beltz.
- Loftus, E. & Wells, G. (1984). *Eyewitness Testimony: Psychological Perspectives*. New York: Cambridge University Press.
- Lorenz, F. R. (1962). Zur Frage der Erfassung kurzer Zeiten bei Arbeits- und Zeitstudien. *Werkstatt und Betrieb*, 95, 283-287.

- Luczak, H. & Volpert, W. (1987). Arbeitswissenschaft. Kerndefinition - Gegenstandskatalog - Forschungsgebiete. Eschborn: RKW.
- Luczak, H. (1998). Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer.
- Mambrey, P. & Opperman, R. (Hrsg.). (1983). Beteiligung von Betroffenen bei der Entwicklung von Informationssystemen. Frankfurt am Main: Campus.
- Manser, T. (2002). Dichte als Texturmerkmal komplexer Arbeitshandlungen - Zur Analyse von Überlagerungen in Handlungsverläufen am Beispiel der Narkoseführung. Universität Zürich: Dissertation.
- Marsolek, I. (2003). Entwicklung einer arbeitswissenschaftlichen Methodik zur Analyse und Optimierung von komplexen Prozessflüssen im Arbeitssystem Spital. TU Berlin: Dissertation.
- Miller, R. L. (1995). New Directions in Hospital and Healthcare Facility Design. New York: McGraw-Hill.
- Mumford, E. & Welter, W. (1984). Benutzerbeteiligung bei der Entwicklung von Computersystemen. Berlin: Erich Schmidt.
- Neufert, E. (2000). Bauentwurfslehre. Braunschweig: Vieweg.
- Ninck, A., Bürki, L., Hungerbühler, R., Mühlemann, H. (1998). Systemik - Integrales Denken, Konzipieren und Realisieren. Zürich: industrielle Organisation.
- Noro, K. & Imada, A. (Hrsg.). (1991). Participatory Ergonomics. London: Taylor & Francis.
- NZZ (2004). Intensivbehandlung für Berner Spitalprojekt - Hoher Zusatzkredit für Inselspital-Erweiterung. Ausgabe der Neuen Zürcher Zeitung vom 18.4.2004.
- Obliers, R. (1992). Gütekriterien von Dialog-Konsens-Verfahren: programmimmanent vs. -transzendent. In B. Scheele (Hrsg.), Struktur-lege-Verfahren als Dialog-Konsens-Methodik (S.198-217). Münster: Aschendorff.
- Oppermann, R. (1983). Forschungsstand und Perspektiven partizipativer Systementwicklung. München: Oldenbourg.
- Otoni, E. B. (2000). EthoLog 2.2: A tool for the transcription and timing of behavior observation sessions. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers 32 (3), 446-449.
- Pahl, G. & Beitz, W. (1997). Konstruktionslehre. Berlin: Springer.
- Peschke, H. (1986). Betroffenenorientierte Systementwicklung. Frankfurt: Lang.
- Peter, S. & Ulich, E. (2003). Analyse der Arbeitssituation von Assistenz- und Oberärztinnen und -ärzten: Erfahrungen aus zwei Projekten. In E. Ulich (Hrsg.) Arbeitspsychologie in Krankenhaus und Arztpraxis - Arbeitsbedingungen, Belastungen, Ressourcen (S.75-98). Bern: Huber.
- Polyani, M. (1966). The Tacit Dimension, New York: Doubleday.
- Polyani, M. (1985). Implizites Wissen. Frankfurt: Suhrkamp.
- Rasmussen, J. & Andersen, H. B. (1991). Human-Computer Interaction: An Introduction. In J. Rasmussen und H. B. Andersen, Human-Computer Interaction - Research Directions in Cognitive Science: European Perspectives Vol.3 (S.1-26). Sussex: Lawrence Erlbaum.

- Rauterberg, M., Spinas, P., Strohm, O., Ulich, E. & Waeber, D. (1994). Benutzerorientierte Software-Entwicklung. Zürich: vdf.
- REFA (1978). Methodenlehre des Arbeitsstudiums-Teil 2 Datenerhebung. München: Hanser.
- Riopelle, K. (2002). Work Process Analysis & Assessment of Anesthesia Induction Procedures. Loughborough University: Diploma Thesis.
- Riopelle, K. (2006). Organization of Hospital Services: A Comparative Analysis of Pre-Operative Patient Preparation. ETH Zürich: Dissertation. Aachen: Shaker in Druck.
- Rohmert, W. (1992). Arbeitswissenschaft I. Darmstadt: Technische Hochschule.
- Salvendy, G. (Hrsg.). (1997). Handbook of Human Factors and Ergonomics. New York: John Wiley.
- Sanders, M. S. & McCormick, E. J. (1993). Human Factors in Engineering and Design. New York: McGraw-Hill.
- Sanderson, P. M., J. J. P. Scott, T. Johnston, J. Mainzer, L. M. Watanabe, & J. M. James (1994). MacSHAPA and the enterprise of Exploratory Sequential Data Analysis (ESDA). International Journal of Human-Computer Studies, 41, 633-68.
- Sanderson, P. M. & Fisher, C. (1997). Exploratory Sequential Data Analysis: Qualitative Handling of Continuous Observational Data. In G. Salvendy (Hrsg.), Handbook of Human Factors and Ergonomics (Second Edition) (S.1471-1513). New York: Wiley.
- Schauer (2005). Zeitstudie. In Wikipedia (<http://de.wikipedia.org>, aufgerufen am 17.5.2006).
- Schmidtke H. (1993). Ergonomie (3. Auflage). München: Hanser.
- Schrijver, M. (1998). Redesign of an Anesthesia Respirator. TU Delft, Faculty of Industrial Design Engineering, Diplomarbeit.
- Schuler, D. & Namioka, A. (Hrsg.). (1993). Participatory Design - Principles and Practices. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Serres, M. & Farouki, N. (Hrsg.). (2001). Thesaurus der exakten Wissenschaften. Frankfurt: Zweitausendundeins.
- SGI (1991). Richtlinien der Schweizerischen Gesellschaft für Intensivmedizin zur Anerkennung intensivmedizinischer Stationen.
- Siegler, R. S. & Richards, D. D. (1982). The development of human intelligence. In R.J. Sternberg (Hrsg.), Handbook of human intelligence (S.897-971). Cambridge: University Press.
- Sjoerdsma, W. (1998). Surgeons at Work - Time and action analysis of the laparoscopic surgical process. Amsterdam.
- Spillmann, S. (2003). Assessment of physical workload in nurses. Diploma Thesis, University of Surrey, U.K..
- Trigg, R., Anderson, S. I., Dykstra-Erickson, E. (Hrsg.). (1994). PDC '94: Proceedings of the Participatory Design Conference, Chapel Hill, North Carolina, USA.
- Ulich, E. (1994). Arbeitspsychologie (3. Auflage). Zürich: vdf.
- Ulich, E. (2005). Arbeitspsychologie (6. Auflage). Zürich: vdf.
- Ulich, E. (Hrsg.). (2003). Arbeitspsychologie in Krankenhaus und Arztpraxis - Arbeitsbedingungen, Belastungen, Ressourcen. Bern: Huber.

- van Aken, H., Sicking, K. & Prien, T. (1987). Zukunftsperspektiven für die Narkoseein- und -ausleitung. *Anästhesist*, 36, 55-59.
- van der Veer, G. C. (1991). Human-Computer Interaction from the Viewpoint of Individual Differences and Human Learning. In J. Rasmussen und H.B. Andersen, *Human-Computer Interaction - Research Directions in Cognitive Science: European Perspectives Vol.3* (S.59-95). Sussex: Lawrence Erlbaum.
- VDI 2221 (1993). *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*. Berlin: Beuth.
- Villeneuve, J. (2002). Le programme PARC: pour mieux réussir un projet de rénovation/construction. *Objectiv Prevention* (25) 10-11.
- Wakula, J. & Neumann, M. (1999). Möglichkeiten und Grenzen des Videoanalyse-Systems „Observer“ als Werkzeug bei der Arbeits- und Belastungsanalyse in Feldstudien. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) Arbeitsschutz-Managementsysteme - Risiken oder Chancen* (S.171-174). Dortmund: GfA Press.
- Wallin, M. & Wajntraub, S. (2004). Evaluation of bluetooth as a replacement for cables in intensive care and surgery. *Anesth. Analg.*, 98, S.763-767.
- Weick, K. E. (1984). Small Wins. Redefining the scale of social problems. *American Psychologist*, 39, 40-49.
- Weinger, M. B., Herndon, O. W., Zornow, M. H., Paulus, M. P., Gaba, D. M. & Dallen, L. T. (1994). An Objective Methodology for Task Analysis and Workload Assessment in Anesthesia Providers. *Anesthesiology*, 80, 77-92.
- Weinger, M. B., Herndon, O. W. & Gaba (1997). The Effect of Electronic Record Keeping and Transesophageal Echocardiography on Task Distribution, Workload, and Vigilance During Cardiac Anesthesia. *Anesthesiology*, 87(1), 144-155.
- Wicker, A. W. (1969). Attitudes versus actions: The relationship of verbal and overt behavioural responses to attitude objects. *Journal of Social Issues*, 25, 41-78.
- Wilcox, S. B. (2005). Can You Trust What People Say?. In M. E. Wiklund und S. B. Wilcox, *Designing usability into medical products* (S.85-102). Boca Raton: Taylor & Francis.
- Wilson J. R. & Corlett, E. N. (Hrsg.). (2005). *Evaluation of Human Work*. Boca Raton: Taylor & Francis.

Anhang

Tabelle 15 Lizenznehmer FIT-System, Darstellung der Organisationseinheiten. Mit Berücksichtigung von Mehrfachlizenzen ergibt sich eine Gesamtzahl von 83 Lizenzen.

Industrie, Dienstleistung	Hochschulen, Universitäten	
Arbetslivsinstitut Stockholm	ETH Zürich	Fitchburg State College
AUVA Wien	UNI Zürich	University of the Negev
Bosch and Siemens Home Appliance	UNI Lausanne	University of Jerusalem
Bosch braking Systems	RWTH Aachen	Lund University
Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG	HUB Berlin	University of Copenhagen
Environmental Health Stockholm County Council	UNI Potsdam	University of Jyväskylä
Eurocontrol CEE Brétigny	TU Dresden	Universidade de Lisboa
General Electric Industrial Appliances	TU Chemnitz	REED Institute Portland
Hamburger Hafen- und Lagerhaus AG	UNI Essen	
Infraserv Frankfurt (ehem. Hoechst AG)	UNI Wuppertal	
Landesanstalt Ökologie, Bodenordnung & Forsten	TU München	
Landesinstitut Arbeitsschutz/-medizin, Chemnitz	UNI Bergen	
Lockheed Martin Enterprise Information Systems	TU Leiden	
National Institute for Working Life Stockholm	UNI Glasgow	
Naval Research Lab Washington / US Navy	UNI Aberdeen	
Robert Bosch GmbH	UNI Leicester	
Robert Bosch SC/USA	UNI Wales	
SKII Europe BV	UNI Linz	
SNST Liechtenstein	TU Sofia	
Wegmans Food Market Inc.	UNI Kotlarska	
Wellcon GmbH Wien	UNI Brno	
Wirtschaftskammer Österreich	UNI Wisconsin	

Tabelle 16 Produktreferenzen (Internetseiten aufgerufen am 9.6.2006).

Produktbezeichnung	Hersteller/Vertrieb	Referenz
Accustudy	Interval Systems, Seattle	www.intervalsystems.com
Actopalm	Octares Editions, Toulouse	www.actogram.net
EthoLog	E. B. Ottoni, São Paulo	Ottoni (2000)
INTERACT	Mangold GmbH	www.mangold.de
MacSHAPA	P. Sanderson, Illinois	Sanderson et al. (1994)
ORTIM a3/a4, b3/c3	ORTIM GmbH	www.ortim.de
PocketObserver	Noldus Inc., Wageningen	www.noldus.com
REFA PLAN T1	REFACONSULT GmbH	www.refaconsult.de
SpectatorGo!	BIOOBSERVE GmbH	www.bioobserve.com
SPSS	SPSS Inc., Chicago	www.spss.com
UMTplus	Laubress Inc., Montréal	www.laubress.com
Workstudy+	Quetech Ltd.	www.quetech.com

Bildnachweis:

Abb. 82: Stadtspital Triemli - Zürich, 2000.

Abb. 120: Dräger Medical AG, Lübeck, 2002.

Abb. 122: Station de recherche océanographique et sous-marine, La Corse, France, 2006.

Alle übrigen Abbildungen, sofern im Text nicht anders erwähnt: Jürgen Held.

Curriculum Vitae

Name: Jürgen Held
Geburtsdatum: 9.4.1965
Geburtsort: Frankfurt am Main

1984 - 1987 Berufsausbildung
Mathematisch-technischer Assistent (Industrie-Informatiker)
Hoechst AG, Frankfurt am Main

1987 - 1988 Technischer Angestellter / Mathematisch-technischer Assistent
Marketing Pigmente / Entwicklung und Qualitätskontrolle
Hoechst AG, Frankfurt am Main

1988 - 1994 Studium allgemeiner Maschinenbau
Schwerpunkte Konstruktionslehre und Arbeitswissenschaft
Technische Hochschule Darmstadt
Diplomarbeit: ABB Kraftwerke AG Schweiz

1994 Projekt Ingenieur Kombikraftwerke, ABB AG Schweiz

1995 - 1998 Doktorat Ergonomie/Arbeitswissenschaft
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie

1998 Doktor der technischen Wissenschaften
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Titel der Arbeit: Partizipative Ergonomie -
Die Prozessgestaltung zur Beteiligung Betroffener an
ergonomischen Gestaltungsaufgaben.

Seit 1998 Gründer und Leiter der Forschungsgruppe Systemergonomie,
Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, Prof. Helmut Krueger.
neu: Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften,
Departement für Management, Technologie und Ökonomie, ETH Zürich.

Berufszertifikat: European Ergonomist (Eur.Erg.)