

# Nutzeranforderungen als Grundlage für die Entwicklung innovativer User Interfaces in der industriellen Prozeßführung

Michael Burmester und Tobias Komischke

Fachzentrum User Interface Design, Siemens AG

## Zusammenfassung

Dieser Artikel (1) stellt das Siemens-Forschungsprojekt „MediaPlant“ vor, das den Nutzen für Anlagenbetreiber, Projektoren und Operateure fördern will; (2) beschreibt anhand erster Untersuchungsergebnisse den aktuellen Stand der Führung exemplarischer Produktionsprozesse, sowie Nutzeranforderungen an User Interfaces in Leitwarten und (3) nennt neue Technologien, die diesen Nutzeranforderungen gerecht werden könnten.

## Abstract

This article (1) presents the Siemens Research-Project „MediaPlant“, which aims at improving the benefits for industrial companies, operators and automation engineers; (2) describes, using primary results, the current state of the control of exemplary production processes as well as user interface requirements and (3) gives recent technologies which could fulfill with these user requirements.

## 1 Einführung

Ein Prozeß ist der Vorgang des Umformens und/oder Transports von Materie, Energie oder Daten [1]. Die Anzahl der beobachtbaren Prozeßvariablen kann als grobes Maß für die Komplexität eines Prozesses angesehen werden [2]. In großen Energieversorgungsnetzen gibt es bis zu 200.000, in Walzwerken weniger als 100 beobachtbare Prozeßvariablen, was zeigt, daß Prozesse sehr unterschiedlich komplex sein können. Um Komplexität beherrschbar zu machen, werden Prozesse automatisiert. Zudem wird automatisiert, um Produkte mit höherer Qualität herzustellen oder den Einsatz von Material und Energie zu optimieren [1]. Die Verantwortung und Überwachung über den Prozeß trägt jedoch noch immer der Mensch. Wie Abbildung 1 zeigt, braucht er in vollautomatisierten Anlagen nicht in den Prozeß eingreifen [3]. Die Ausgangsgrößen des technischen Prozesses werden über Sensoren gemessen, die diese Daten an das Informationsverarbeitungssystem weitergeben, das wiederum auf Grundlage dieser Daten über Aktoren auf den Prozeß einwirkt. Ist die Anlage nicht vollautomatisiert, übt der Mensch als sogenannter Operateur eine leitende Kontrolle aus [2]. Die Prozeßdaten werden ihm durch das Mensch-Maschine-Kommunikationssystem („User Interface“) vermittelt, er nimmt diese Daten auf und interpretiert sie. Schließlich reagiert der Operateur auf die Daten, indem er über das Mensch-Maschine-Kommunikationssystem Eingaben tätigt, die den Prozeß steuern.

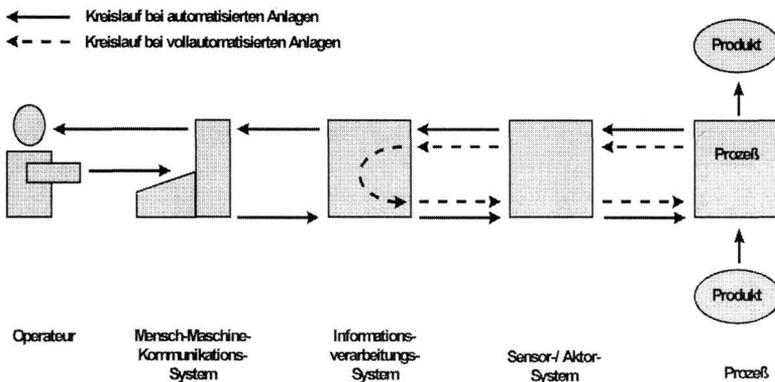


Abb. 1: Modell der Prozeßführung (nach Oberquelle, 1997) [3]

In Mensch-Maschine-Systemen arbeiten verschiedene Klassen von Nutzern [2]:

- Anlagenfahrer („Operateure“): arbeiten über das User Interface mit dem technischen System und führen den Prozeß, indem sie bedienen und beobachten
- Automatisierungstechniker („Projektoren“): gestalten das User Interface und konfigurieren das Automatisierungssystem
- Betriebsingenieure: verfügen über fundiertes technisch-wissenschaftliches Funktionswissen und können zur Unterstützung der Operateure angefordert werden
- Servicepersonal: führt notwendige Reparaturen aus
- Wartungsmannschaft: wartet die Anlage in regelmäßigen Abständen
- Management: leitet die Anlage und ist für die Erfüllung, der übergeordneten Ziele wie Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Sozialverträglichkeit verantwortlich

Die Prozeßführung ist einem ständigen Wandel unterworfen, so daß sich auch heute folgende Fragen stellen:

- Wie entwickelt sich die Prozeßführung weiter?
- Welches sind die Trends bei User Interfaces in den nächsten 5-10 Jahren?
- Welche verfügbaren User Interface-Technologien haben das Potential für den praktischen Einsatz?
- Wo liegen die derzeitigen Probleme in der Mensch-Maschine-Interaktion?

Das im folgenden Kapitel vorgestellte Forschungsprojekt von Siemens will Antworten auf diese Fragen liefern.

## 2 Das Siemens Projekt „MediaPlant“

Bezüglich der User Interfaces in der industriellen Prozeßführung liegen noch Potentiale für den nutzergerechten Einsatz neuer Technologien, worunter wir neuartige, moderne Technologien, wie z.B. Multimedia, Virtual Reality, dreidimensionale Informationsaufbereitung oder Spracheingabe verstehen. Als „innovativ“ bezeichnen wir Technologien, die nicht nur neu sind, sondern auch soweit entwickelt sind, daß sie in Anlagen eingesetzt werden können.

Das Siemens-Forschungsprojekt „MediaPlant“ verfolgt folgende Ziele:

- Neue Informations- und Kommunikationstechnologien sollen für die Prozeßführung nutzbar gemacht werden.
- Dazu sollen innovative User Interface Lösungen für die Optimierung des Bedienen & Beobachtens prototypisch entwickelt werden. Es soll geprüft werden, ob diese Lösungen branchenübergreifend eingesetzt werden können.
- Da ebenso Projekteure bei der Projektierung und Gestaltung von User Interfaces optimal unterstützt werden sollen, werden ferner ihre Anforderungen ermittelt und neue Konzepte der Projektierung entwickelt.

Zur Erreichung dieser Ziele wird ein benutzer- und aufgabenzentriertes Vorgehen gewählt, wie es in der Forschung u.a. von Alty & Bergan [4] gefordert wird und das mittlerweile auch in der neuen ISO-Norm 13407 „Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme“ verankert ist [5]. Das im Projekt verfolgte Vorgehen umfaßt folgende Arbeitsschritte:

1. Erhebung von Anforderungen an User Interfaces, sowie Aufgaben und Einsatzumgebungen von Operateuren und Projekteuren durch branchenübergreifende Interviews mit in der Prozeßführung erfahrenen Experten sowie Arbeitsanalysen in verschiedenen Anlagen, in denen automatisierte Produktionsprozesse ablaufen. Die Interviews dienen zur Wissensakquisition über Ist-Zustände, Trends und Probleme in der Prozeßführung und Projektierung, während die Arbeitsanalysen zu einem detaillierten Verständnis der Bedienzeile und -handlungen der Nutzer dienen.
2. Ableitung von Benutzungsanforderungen in unterschiedlichen Branchen für das Bedienen & Beobachten sowie die Projektierung
3. Entwicklung von User Interface Prototypen unter Berücksichtigung von kognitions-ergonomischen Anforderungen und relevanten Normen sowie technischen Randbedingungen (z.B. Plattform-Beschränkungen)
4. Empirische Überprüfung der Prototypen anhand von Prozeßführungsaufgaben mit Operateuren und Überprüfung der Projektierungskonzepte in Kooperation mit Projekteuren
5. weitere Iterationsschritte von Prototypenentwicklung und empirischer Evaluation bis die Benutzungsanforderungen erfüllt sind

Im folgenden Kapitel werden erste Untersuchungsergebnisse präsentiert.

### **3 Der gegenwärtige Stand der industriellen Prozeßführung und Nutzeranforderungen an das User Interface**

#### **3.1 Fragestellung**

Um den gegenwärtigen Stand in der Führung industrieller Prozesse, sowie Anforderungen an das User Interface und an Projektierungssoftware zu erheben, wurden Experteninterviews durchgeführt. Von Interesse waren dabei vor allem folgende Punkte:

- die Mensch-Maschine-Funktionsteilung
- Tätigkeiten und Probleme der Operateure
- Tätigkeiten und Probleme der Projekteure
- Trends in der Prozeßführung
- Anforderungen an User Interfaces und Projektierungs-Software

### 3.2 Erhebungs- und Auswertungsmethode

Der aktuelle Entwicklungsstand in der Prozeßführung wurde anhand einiger ausgewählter automatisierter Produktionsprozesse analysiert:

- Energieerzeugung
- Energieverteilung
- Papier- und Zellstoffindustrie
- Stahlstraßen
- Automobilindustrie
- chemische Industrie

Die halbstrukturierten Interviews bestanden aus:

- 9 allgemeine Fragen zur Prozeßführung in der jeweiligen Anlage (Bsp.: „*Was ist die Rolle des Menschen in der Leitwarte?*“)
- 5 Fragen zu den Operateuren (Bsp.: „*Welche Ausbildung haben die Operateure?*“)
- 5 Fragen zu den Projektoren (Bsp.: „*Wie groß ist der Gestaltungsrahmen beim Projektieren?*“)

Es wurden bislang Interviews mit 11 Personen in 8 führenden deutschen Firmen durchgeführt, weitere sind in Vorbereitung. Die Interviewpartner waren Experten in der Prozeßführung bzw. Prozeßleittechnik und hatten auf diesem Gebiet eine durchschnittliche Berufserfahrung von 13½ Jahren. Ihre ausgeübten Tätigkeiten waren:

- Bereichs-Management
- Projektierung
- Software-Entwicklung
- Vertrieb

Die Bereichs-Manager und Vertriebsleute hatten einen umfassenden Überblick über das Untersuchungsthema. Projektoren und Software-Entwickler konnten sehr detailliert ihre eigenen Tätigkeiten und die der Operateure schildern. Die Interviews mit Projektoren waren für das Projekt sehr wichtig, weil durch deren spezielles Wissen einerseits Szenarien als Input für Beobachtungen determiniert werden können, an denen zu einem späteren Zeitpunkt in dem Projekt die neu entwickelten Bausteine mit Hilfe von Operateuren experimentell validiert werden. Andererseits dienten die Interviews mit den Projektoren als Anforderungserhebung für neue Konzepte für Projektierungssoftware. Die Interviews wurden auf Audio-Kassetten mitgeschnitten und anschließend exzerpiert. Im folgenden werden Aussagen getroffen, die für alle Branchen gelten und somit einen möglichst einheitlichen, branchenübergreifenden Überblick zu geben.

## 3.3 Ergebnisse

### 3.3.1 Wartentypen und -belegung

Es werden sowohl zentrale wie auch dezentrale Leitwarten angetroffen. Letztere werden auch als örtliche Leitstände bezeichnet und dort eingesetzt, wo man sich neben Kosteneinsparungen eine Entlastung des Servicepersonals erhofft, indem die Arbeit des Warten-Operators angereichert wird und er bei Störungen und Pannen die Leitwarte verläßt und selbst Hand an die Anlage legt. Dies ist vor allem in fertigungsorientierten Anlagen der Fall.

In der konventionellen Energieerzeugung, in der ausschließlich zentrale Leitwarten im Einsatz sind, wird für die Zukunft erwartet, daß sich der Operator räumlich weiter entfernt vom laufenden Prozeß befinden wird als bisher. Über eine zentrale Fernleitwarte könnten mehrere Kraftwerke überwacht und per Fernzugriff gesteuert werden. Nur noch das Servicepersonal wäre vor Ort stationiert, um im Bedarfsfall schnell eingreifen zu können.

Die Anzahl von Operateuren in den Warten ist in den letzten Jahren durch den steigenden Automatisierungsgrad gesunken. Heute sind im Normalfall zwischen einer und drei Personen in der Warte. Obwohl in einigen Warten zur Vermeidung von Monotonie bewußt mehrere Operateure eingesetzt werden, weißt der Trend in Richtung Ein-Mann-Belegung.

### 3.3.2 Typische Bedienhandlungen und -fehler der Operateure

Die Aufgabe des Operators in der Leitwarte wird von den Interviewpartnern mit „viel“ beobachten und „wenig“ bedienen umschrieben. Der Mensch soll von den reinen Prozeßführungsaufgaben entlastet werden und soll statt dessen Prozeßoptimierung betreiben.

In allen Branchen müssen

- Prozeßbilder angewählt und analysiert,
- binäre Schaltungen durchgeführt,
- Meldungen aufgenommen und interpretiert,
- Kurven analysiert und
- die Instandhaltung über Störungen informiert werden.

In anderen Prozessen können zusätzliche Bedienhandlungen hinzukommen, wie z.B. Rezeptänderungen in chemischen Anlagen.

Typische Fehler des Personals bei der Prozeßführung treten nur im Handbetrieb auf und sind dementsprechend selten. Es handelt sich dabei um:

- falsche Interpretation von Meldungen
- falsche analoge Eingaben
- falsche Schalthandlungen
- Wahl einer falschen Strategie
- übersehen, daß Prozeß aus dem Ruder läuft
- mehrmaliges Auslösen von Funktionen bei verzögertem Feedback (z.B. aufgrund geringer Performanz des User Interface Management Systems)

Die Steigerung des Automatisierungsgrades bewirkt die Reduktion von Bedienhandlungen und verlagert die Fehlerverteilung auf den drei Handlungsebenen nach Rasmussen [6] von unten nach oben. Das bedeutet, daß eher Strategie-Fehler, wie beispielsweise an falscher

Stelle im Prozeß per Hand eingreifen, in der täglichen Arbeit eines Operators vorkommen, als klassische Fehlleistungen wie z.B. versehentlich den falschen Knopf zu drücken.

### 3.3.3 Anforderungen an User Interfaces

Die folgenden Anforderungen an User Interfaces in der Prozeßführung gehören teilweise zu den Standard-Anforderungen der Software-Ergonomie [7] und können durch Modifikation der bestehenden Software gelöst werden, ohne daß neue Technologien integriert werden müßten. Andere Forderungen verlangen jedoch nach Innovationen.

- **Selbstbeschreibungsfähigkeit:** die Benutzer des User Interfaces haben sehr unterschiedliche Qualifikationen. Die Spannbreite reicht von Universitätsingenieuren (kern-technischer Bereich) bis zu Hilfsarbeitern (chemische Industrie). Es kann also nicht in jedem Fall davon ausgegangen werden, daß die Operateure EDV-Erfahrungen oder Programmierkenntnisse haben. Ist das User Interface selbsterklärend, kommt dies den Anlagen-Betreibern entgegen, die darauf achten, den Schulungsaufwand möglichst gering zu halten.
- **Erwartungskonformität** sowohl innerhalb des Systems als auch zu MS-Windows als meistverwendetes Betriebssystem für PCs: Konsistenz innerhalb eines Systems gehört zu den ergonomischen Standardforderungen, die an Software gestellt werden [8]. Mit der zunehmenden Verbreitung von PCs im privaten Bereich, wächst die Wahrscheinlichkeit, daß die Bediener mit der Windows-Oberfläche und deren grundlegenden Funktionen vertraut sind, so daß durch eine konsistente Gestaltung des User Interfaces zu Windows ein positiver Lerntransfer ausgenutzt werden kann.
- **Sicherheit** bezieht sich mehr darauf, die Verfügbarkeit der Anlage nicht zu gefährden als darauf, die Gefahr von Störfällen zu reduzieren. Störfälle werden durch die Leittechnik, die unabhängig vom Operateur im Bedarfsfall in den Prozeß eingreift, weitgehend ausgeschlossen. Durch Fehlbedienung können jedoch Störungen provoziert werden, die es möglicherweise nötig machen, die Anlage anzuhalten, oder die sehr kostenintensive Schäden verursachen.
- **Individualisierbarkeit:** die Oberfläche des User Interfaces soll für verschiedene Nutzerklassen individualisierbar sein, einzelne Nutzer einer Nutzerklasse brauchen im Normalfall keine individualisierten Darstellungen. Weiterhin will der Anlagenbetreiber Prozeßbilder bequem nach seinen eigenen Vorstellungen modifizieren können.
- **effiziente Navigationsstrukturen:** der Operateur muß in kürzester Zeit die benötigten Informationen und Eingriffsmöglichkeiten in Störungssituationen erhalten und die notwendigen Handlungen ausführen können. Eine Anforderung bezüglich Effizienz lautet heute: der Anlagenfahrer muß mit zwei Auswahlaktionen (z.B. Mausclicks) zu der Störung gelangen können. Zukünftig wird eine Auswahlaktion genügen müssen.
- **innovative Darstellungstechnologien:** ein immer noch aktuelles Problem in der Führung von Prozessen stellt die Datenflut dar, die dem Operateur präsentiert wird und von ihm interpretiert werden muß. Da das Beobachten automatisierter Prozesse den größten Anteil der Aufgaben von Operateuren einnimmt, spielt die schnelle Einschätzung des Anlagenzustands und der Überblick über die Prozeßparameter in Störungssituationen eine entscheidende Rolle
- **starke Nutzerführung:** da Eingriffe in Störfallsituationen selten und die Operateure zum Teil nur angelernt sind, ist eine starke Benutzerführung zur Lösung dieser Situationen notwendig. Die Integration des Betriebshandbuchs in das User Interface wird von den Ex-

perten als wünschenswert eingestuft. Ein Anwendungsszenario ist das Anfahren der Anlage per Hand, wenn die Automatik ausgefallen ist.

- **Hilfestellungen für die Nutzer:** den Operateuren sollen Hilfestellungen bei der Anlagendiagnose und Entscheidungen gegeben werden. Dabei sollen auch ergonomische Aspekte und die kognitiven Verarbeitungsvorgänge beim Bediener in den Spezifikationen der Systeme mit berücksichtigt werden.

### 3.3.4 Anforderungen an Projektierungssoftware für User Interfaces

Um effizient User Interfaces für die immer komplexer werdenden Prozesse gestalten zu können, benötigen Projektoren geeignete Projektierungssoftware. Aus den Erfahrungen mit Projektierungstools unterschiedlicher Hersteller wurden in den Interviews folgende Forderungen erhoben:

- **Selbstbeschreibungsfähigkeit und Konsistenz zu Windows,** um die Einarbeitungszeit in die Programme zu reduzieren (s. auch Kapitel 3.3.3)
- **verbesserte Hilfesysteme:** bei den heutigen Hilfesystemen wird beklagt, daß sie oft nicht durchgängig kontextsensitiv sind, zum Teil falsche Informationen enthalten und oft unvollständig sind
- **zentrale Änderbarkeit:** die Modifikation eines sich in mehreren Bildern befindlichen Objekts an einer Stelle soll automatisch in allen Bildern übernommen werden
- **Standards / Bausteine:** es gibt heute schon eine Reihe von vordefinierten Bausteinen, die modular zu einem System zusammengefügt werden können und somit eine effizientere Arbeit der Projektoren ermöglichen, allerdings müssen noch oft Bildelemente selbst konfiguriert werden.

## 4 Lösungsansätze durch neue User Interface Technologien

Den im vorigen Kapitel formulierten Anforderungen stehen Lösungsansätze in Form neuer User Interface Technologien gegenüber, welche das Potential haben, die Prozeßführung sicherer, einfacher, effizienter und benutzergerechter zu gestalten. Im folgenden werden einige dieser Technologien im Kontext mit den Nutzer-Anforderungen beschrieben.

- **effizientere Navigationsstrukturen und neue Darstellungstechnologien:** eine mögliche Lösung könnten 3-dimensionale Informationsdarstellungen sein. In einem Überblicksbild können tiefergehende Informationen in der dritten (Tiefen-) Dimension dargestellt werden, so daß der Operateur nicht Bilder wechseln muß. Auch Störungen können 3-dimensional dargestellt werden, indem in der Tiefe die Wertigkeit und in der Fläche die Information über die Lokalisation der Störung dargestellt wird. Eine neue Technologie ist KOAN (Kontext-Analysator) [9], ein Werkzeug, das Daten nach dem Grundprinzip „kontextuelle Ähnlichkeit“ = „räumliche Nähe“ dreidimensional in einem Netzwerk aus Gegenständen, Merkmalen und den zugehörigen Relationen präsentiert. Der Nutzer kann in diesem 3D-Raum navigieren, selektieren, Aktionen auslösen oder Beschreibungen und Hintergrundinformationen abrufen.

Von Griem und Oberquelle wurde ein Oberflächenkonzept entwickelt, das sie „Leitstandsmetapher“ nennen [3]. Bei diesem Ansatz wird bewußt die Verwendung der bekannten und verbreiteten Desktop-Metapher vermieden und durch eine andere, die Leitstandsmetapher, ersetzt. Desktop-Metaphern sind in der Prozeßführung insofern problematisch, als daß durch die frei verschiebbaren und überlappenden Fenster wichtige Infor-

mationen verdeckt werden können. Als Alternative wurde in Analogie zu realen Leitwarten eine Metapher mit folgenden Komponenten vorgestellt:

- der Bedienbereich (in Analogie zum Bedienpult) löst direkt auf den Prozeß einwirkende Funktionen aus
- der Anzeigebereich (in Analogie zum Informationsbord) zeigt qualitative Informationen an, die ständig sichtbar sein müssen
- der Tafelbereich (in Analogie zur Wandtafel) bietet mittels unterschiedlicher anwählbarer Darstellungen eine Übersicht über den Prozeßzustand
- der Alarmbereich (in Analogie zu Signallampen in klassischen Leitwarten) zeigt Alarme an, wobei der Alarm mit höchster Priorität zusätzlich textuell angezeigt wird. Durch Klicken auf ein Alarmsymbol wird das entsprechende Übersichtsbild angezeigt.

Auf weitere interessante Visualisierungstechnologien wird hier nur kurz verwiesen:

- Bildpyramide (GRADIENT-Projekt) [10]
  - Fisheye View [11] [12]
  - Massendatendisplay [13]
  - Dreidimensionale Prozeßvisualisierung [14]
- **Hilfestellungen für die Nutzer** sollen durch intelligente und integrierte Expertensysteme gegeben werden, die ihr in Datenbanken gespeichertes Wissen den Operateuren zur Anlagendiagnose und für Entscheidungen zur Verfügung stellen. Den Beitrag, den Expertensysteme für die Prozeßführung leisten können, wird in den durchgeführten Interviews als sehr groß eingeschätzt. Ein intelligenter Assistent kann unter Verwendung einer aufgabenbezogenen Datenbank speichern, welche Bedienhandlungen eines Operateurs zu einer Störung geführt hatten. Sollte ein Bediener ein weiteres Mal diese Eingaben tätigen und somit auf eine Störung zusteuern, kann er von dem System auf diesen Umstand hingewiesen werden. Gleichzeitig würden ihm - etwa durch ein integriertes Betriebshandbuch - alternative Schritte vorgeschlagen werden, welche Eingaben er tätigen sollte, um den Prozeß zu stabilisieren. Eine existierende Anwendung eines Echtzeit-Expertensystems ist MIP, das nach seiner Entwicklung in einer spanischen Anlage eingesetzt wurde [15]. Es gibt Informationen und Empfehlungen in Echtzeit, um eine effiziente und stabile Prozeßführung zu erreichen.
  - **Virtual Reality & Multimedia:** in den Interviews wurde Interesse an Virtual Reality und Multimedia nur in bezug auf Simulationen, Präsentationen und Schulungen [vgl. auch 16] geäußert. Der Einsatz dieser Technologien in Leitwarten ist jedoch auch in Prozeßführungs-Szenarien, wie z.B. die Prozeß-Diagnose und Ursachenforschung, interessant. Der Vorteil von Virtueller Realität liegt in der Freiheit der Betrachtung. So können der Betrachtungswinkel und - im Gegensatz zu Kameras - die Detailstufen der Darstellung verändert werden. Multimedia könnte durch die Verteilung von Informationen auf mehrere Sinneskanäle und durch die optimale Ausnutzung medialer Informationsaufbereitung die kognitive Belastung und Beanspruchung der Operateure reduzieren.
  - **Ergonomische Hilfestellung für Projektteure:** Kolski stellte das in LISP programmiertes Design-Expertensystem SYNOP vor, das mit Produktionsregeln eine ergonomische Evaluation von graphischen Darstellungen und im Anschluß daran geeignete Modifikationen vornehmen kann [17]. Dadurch wird ergonomischen Anforderungen Rechnung getragen, auch wenn kein Ergonom bei der Gestaltung der Automatisierungssoftware zur Verfügung steht. Das „MediaPlant“-Projekt verfolgt eine andere Strategie zur Lösung des

gleichen Problems. Dadurch, daß die Bausteine ergonomisch gestaltet und usability-getestet sind, sollte sich ein evaluierendes Expertensystem wie SYNOP erübrigen. Für den Gebrauch der Bausteine beim Projektieren ist ein Assistent denkbar, der Entscheidungshilfen für die Kombination dieser Module gibt.

## 5 Ausblick

Wie in Kap. 2 berichtet, ist das Ziel von „MediaPlant“, Anforderungen von Operateuren und Projektleitern in innovative User Interfaces zu übersetzen. Dazu sollen die im vorigen Kapitel vorgestellten von Hochschulen und Industrieforschungszentren entwickelten Technologien für den Einsatz in Leitwarten nutzbar gemacht werden. Durch die Interviews wurden die Anforderungen, wie in Kap. 3 beschrieben, branchenübergreifend erhoben.

Nach der Durchführung der restlichen Interviews werden als nächster Schritt Arbeitsanalysen in Leitwarten verschiedener Branchen, in denen automatisierte technische Prozesse ablaufen, vorgenommen. Durch die Analyse der Aufgaben und Handlungen der Operateure lassen sich einerseits die Nutzeranforderungen, die in den Interviews formuliert wurden, anhand von Endbenutzern validieren. Zudem soll überprüft werden, ob branchenübergreifende Kernabläufe, also Handlungen des Beobachten und Bedienens, die in allen Branchen vorkommen, identifiziert und beschrieben werden können, für die - unter der möglichen Verwendung neuer Technologien - innovative Baustein-Prototypen gestaltet werden sollen. Weiterhin dient die Analyse von Aufgaben und Handlungen der Operateure dazu, detaillierter als in den Interviews branchenspezifisch Szenarien zu ermitteln, in denen sich die Baustein-Prototypen empirisch bewähren sollen.

Ein entsprechendes Vorgehen ist für die neuen Konzepte der Projektierung vorgesehen. Auch hier sind als nächster Schritt Arbeitsanalysen geplant, die das Vorgehen bei der Gestaltung von User Interfaces detailliert untersuchen sollen, um letztlich diese Arbeit durch innovative Projektierungs-Tools optimal zu unterstützen.

## 6 Literatur

- [1] H.J. Charwat: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München, 1992: R. Oldenbourg Verlag
- [2] G. Johannsen: Mensch-Maschine-Systeme. Berlin, 1993: Springer-Verlag.
- [3] U. Griem, H. Oberquelle: Die Gestaltung der Benutzerschnittstelle von Prozeßleitsystemen nach der Leitstandsmetapher. In R. Liskowsky, B.M. Velichskovsky & W. Wüschmann (Hrsg.): Usability Engineering: Integration von Mensch-Computer-Interaktion und Software-Ergonomie. Tagungsband der Software-Ergonomie '97. Stuttgart, 1997: Teubner.
- [4] J.L. Alty, M. Bergan: The Design of Multimedia Interfaces for Process Control. In: H.G. Stassen (Ed.): Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems 1992. Oxford, 1992: Pergamon Press.
- [5] DIN EN ISO 13407 (Normentwurf), Ausgabe 1998-02, Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme. Berlin: Beuth Verlag.
- [6] J. Rasmussen, K. Duncan, J. Leplat (Eds.): New Technology and Human Error. Chichester, 1987: Wiley & Sons.
- [7] DIN EN ISO 9241 Teil 10, Ausgabe 1996-08, Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth Verlag.
- [8] G.I. Johnson, C.W. Clegg, S.J. Ravid: Towards a practical method of user interface evaluation. Applied Ergonomics 20 (1989), 4, 255-260.
- [9] B.W. Kolpatzik, L. Pfefferer, A. Schappert: Content Analysis and Visualization of Epidemiological Documents on the Internet. In: L. Gierl, A. D. Cliff, A.-J. Flahault (Eds.): GEOMED'97 International Workshop on Geomedical Systems (Proceedings of the GEOMED'97 in Rostock, 4.- 6. September 1997). Leipzig, Stuttgart, 1998: Teubner-Verlag, S. 238-248.

- [10] C. Weisang, K. Zinser: GRADIENT, ein intelligentes, wissensbasiertes System zur sicheren Prozeßführung. ABB Technik (1992), 5, 349-361.
- [11] K. Zinser: Fisheye-views - gezielte Informationsdarstellung zur Beherrschung komplexer Systeme. ABB Technik (1995), 3, 10-15.
- [12] K. Zinser: Fisheye Views - Interaktive, dynamische Visualisierungen. atp -Automatisierungstechnische Praxis 37 (1995), 9, Seiten 42, 44-45, 48-50.
- [13] C. Beuthel u. a.: Advantages of Mass-Data-Displays in Process S&C. In: Department of Mechanical Engineering and Department of Aeronautics, Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1995.
- [14] C. Beuthel: Dreidimensionale Prozeßvisualisierung zur Führung technischer Anlagen am Beispiel eines Kohlekraftwerks. Dissertation, Technische Universität, Clausthal.
- [15] C. Aguirre, E. de Pablo, J.L. Zaccagnini, X. Alaman: The user interface in expert systems for real-time process control: the MIP system experience. IFIP Transactions A (Computer Science and Technology) A-14 (1992), 266-272.
- [16] M. Akiyoshi, S. Miwa, T. Ueda, S. Nishida: A learning environment for maintenance of power equipment using virtual reality. In: Image Processing and its Application, Conference Publication No. 410. Edinborough, 1995: IEE.
- [17] C. Kolski: Formalization approaches of ergonomic knowledge for 'intelligent' design, evaluation and management of man-machine interface in process control. In: A. Ollero, E.F. Camacho (Eds.): Intelligent Components and Instruments for Control Applications. Selected Papers from the IFAC Symposium. Oxford, 1993: Pergamon Press.

## Adressen der Autoren

Dipl.-Psych. Michael Burmester  
Siemens AG  
Fachzentrum User Interface Design (ZT IK 7)  
Otto-Hahn-Ring 6  
81730 München  
Email: michael.burmester@mchp.siemens.de

Dipl.-Psych. Tobias Komischke  
Siemens AG  
Fachzentrum User Interface Design (ZT IK 7)  
Otto-Hahn-Ring 6  
81730 München  
Email: tobias.komischke@mchp.siemens.de