

OPTIMIERUNG DER BENUTZERSCHNITTSTELLE DURCH DEN BENUTZER

Andreas M. Heinecke, Hamburg

Zusammenfassung: Benutzeroberflächen von Prozeßleitsystemen werden im Hinblick auf eine schnelle, sichere und leichte Bedienung optimiert. Da es nicht erwiesen ist, ob es eine für alle in Frage kommenden Benutzer optimale Informationsdarstellung gibt oder ob sich eine solche von Benutzer zu Benutzer unterscheiden muß, wird vorgeschlagen, dem Benutzer zahlreiche Anpassungsfunktionen zur Verfügung zu stellen, damit er sich die Benutzeroberfläche nach seinen Vorstellungen optimieren kann. Es wird ein solches anpaßbares System vorgestellt mit Vorschlägen für eine Evaluierung.

Prozeßleitung mit Datensichtgeräten

Seit Mitte der siebziger Jahre werden für die Prozeßüberwachung und -steuerung graphische Bildschirmsysteme eingesetzt. Am weitesten verbreitet sind hierbei semigraphische Farbbildschirme zur Ausgabe von Texten und Diagrammen. Die Art der Informationsdarstellung wurde meist von den vorher vorhandenen konventionellen Mimik-Diagrammen, Anzeigen und Schreibern übernommen.

Untersuchungen zur optimalen Gestaltung der Bildschirm-Anzeigen befaßten sich zunächst mit der notwendigen Zeichengröße, der Erkennbarkeit von Symbolen in Abhängigkeit von den verwendeten Farben oder der Auswahl geeigneter Bedienelemente für bestimmte Teilaufgaben. Versuche im Rahmen solcher Untersuchungen gingen meist von einer stark vereinfachten Prozeßleitaufgabe aus. Häufig bestanden die Aufgaben nur darin, bestimmte Zeichen zu erkennen oder bestimmte Objekte zu bezeichnen.

Diese Forschungsarbeiten liefern sicherlich notwendige Bedingungen zur Gestaltung der Benutzeroberfläche eines Prozeßleitsystems. Wenn bereits die Erkennbarkeit von Zeichen nicht gewährleistet ist, kann auch die Prozeßleitaufgabe nicht optimal ausgeführt werden. Die für die Zeichengröße, die Farbgebung, die Symbolgestaltung und andere grundlegende Systemeigenschaften

gewonnenen Erkenntnisse sind aber nicht hinreichend für eine angemessene Gestaltung der Benutzeroberfläche. Insbesondere für die Informationsausgabe gibt es auch bei Beachtung dieser Gestaltungsempfehlungen häufig noch verschiedene Möglichkeiten (z.B. analog oder digital), die in ihren Auswirkungen auf die Aufgabe des Bedieners miteinander verglichen werden müssen. Hierzu ist zunächst zu fragen, wie verschiedene Anzeigen bewertet werden können.

Optimalität von Prozeßanzeigen

Ein Prozeßleitsystem ist sicherlich um so besser gestaltet, je weniger Bedienfehler vorkommen und je sicherer und schneller die nötigen Bedieneingriffe ausgeführt werden. Will man verschiedene Informationsdarstellungen anhand dieses Kriteriums bewerten, sind eigentlich Vergleiche in realen Betriebssituationen nötig, z.B. mit Hilfe eines Simulators. Ein Hauptproblem ist hierbei, daß Auswirkungen verschiedener Informationsdarstellungen oft nicht leicht beobachtbar sind. So kann es sein, daß ein Bediener auch mit einer "schlechten" Anzeige seine Aufgabe korrekt erfüllt, indem er sich stärker anstrengt.

Als ein weiteres Maß für die Güte der Systemgestaltung muß also die Beanspruchung des Bedieners bei vergleichbarer Belastung herangezogen werden (vgl. Schütte u.a., 1984). Hierzu können zum einen physiologische Werte am Bediener gemessen werden, zum anderen ist es möglich, die Ausführung einer Nebenaufgabe zu bewerten, die der Bediener immer dann zu erledigen hat, wenn ihm die Hauptaufgabe dazu Zeit läßt. Da Untersuchungen dieser Art ziemlich aufwendig sind, beschränkt man sich häufig darauf, lediglich verschiedene Entwürfe für Informationsausgaben zu erstellen und sie anhand formaler Kriterien zu beurteilen (Eggerdinger & Schattner 1984) oder den Benutzern zur Beurteilung vorzulegen, eventuell nachdem diese kurz damit gearbeitet haben (Froese & Heinecke 1984).

Die Anzeigen für Prozeßleitsysteme werden im allgemeinen von DV-Spezialisten nach Vorgaben der Prozeßingenieure implementiert. Die Operateure, die den Prozeß mit Hilfe der Anzeigen zu leiten haben, werden häufig nicht beteiligt oder allenfalls, wie oben beschrieben, um Beurteilung verschiedener Entwürfe gebeten. Lediglich in einigen Fällen wurden auch eigene Vorschläge er-

fragt. Da sich die mentalen Modelle des Prozesses bei den Prozeßingenieuren und den Bedienern vermutlich nicht vollständig decken, können hier bereits Mißverständnisse auftreten, die einen "optimalen" Systementwurf behindern.

Bei solchen Optimalitätsbetrachtungen wird implizit davon ausgegangen, daß es eine Informationsdarstellung gibt, die für alle in Frage kommenden Bediener gleichermaßen gut geeignet ist. Um diese zu ermitteln, arbeitet man mit einer größeren Anzahl von Versuchspersonen und erklärt individuelle Abweichungen statistisch. Dabei wurde bisher nicht untersucht, ob vielleicht Versuchspersonen, die bei der "optimalen" Lösung ein besonders schlechtes Ergebnis erzielten, dafür bei einer anderen Lösung überdurchschnittlich gut waren.

Es könnte aber sein, daß es eine für alle Benutzer optimale Informationsanzeige nicht gibt, insbesondere dann nicht, wenn die Benutzergruppe groß und inhomogen ist, etwa durch verschiedene Ausbildung und Erfahrung. Als extremes Beispiel sei hier die gesamte Bevölkerung genannt, die sich zur Aufgabe des Bestimmens der Uhrzeit teils einer digitalen, teils einer analogen Anzeige bedient. Die Bevorzugung einer dieser beiden Formen durch bestimmte Personen könnte auf unterschiedlichen Denkweisen (mehr arithmetisch oder mehr geometrisch orientiert) beruhen, was die Hypothese unterstützen würde, daß eine allgemein optimale Informationsdarstellung für bestimmte Prozeßwerte nicht möglich ist.

Unterschiedliche Benutzergruppen eines Systems haben häufig auch unterschiedliche Informationsbedürfnisse. Als Beispiel mag hier ein Prozeßleitsystem für den technischen Schiffsbetrieb dienen, das auf der Brücke installiert ist. Der Nautiker wird im Regelfall nur daran interessiert sein, ob technische Störungen sich auf das Fahren des Schiffes auswirken und wie er diese Störungen kompensieren kann. Der Schiffssingenieur hingegen wird detaillierte Angaben aus dem gestörten System zur Lokalisierung und Behebung des Fehlers benötigen, so daß es sinnvoll erscheint, verschiedene Informationsdarstellungen anzubieten (Froese & Heinecke 1986).

Benutzerbeteiligung oder Anpaßbarkeit

Im allgemeinen wird davon ausgegangen, daß eine mög-

lichst frühzeitige Benutzerbeteiligung erforderlich ist, um ein System zu entwickeln, das ergonomischen Anforderungen genügt und vom Benutzer akzeptiert wird. Für die Entwicklung eines Prozeßleitsystems wirft diese Forderung verschiedenen Probleme auf.

Einerseits werden Prozeßleitsysteme normalerweise nicht für spezielle Anwendungen entwickelt, sondern es gibt Systeme, die lediglich für den jeweiligen Anwendungsfall neu konfiguriert werden. Für die Informationsdarstellung bedeutet dies, daß bestimmte Konzepte wie z.B. hierarchische Bildorganisation, festgelegte Alarmdarstellungen etc. nicht verändert werden können. Lediglich im Rahmen dieser Konzepte sind verschiedene Ausformungen der Benutzerschnittstelle möglich, etwa durch die Konstruktion unterschiedlicher Mimik-Diagramme.

Sollen nun die Benutzer (oder besser "die Bediener", da es sich ja hierbei um die späteren Operateure handelt) beispielsweise an der Gestaltung solcher Mimik-Diagramme beteiligt werden, treten die oben geschilderten Probleme auf. Es ist nicht sicher, ob die unter einer solchen Beteiligung entwickelten Informationsdarstellungen dann später wirklich für alle in Frage kommenden Bediener von Vorteil sind.

Als Alternative oder besser noch als Ergänzung bietet sich an, das System so zu planen, daß der Bediener später im möglichst großem Umfang die Benutzerschnittstelle seinen Anforderungen anpassen kann. Eine solche Anpaßbarkeit gewährleistet es, daß auch Personen mit verschiedenen Ausbildungen und Erfahrungen und möglicherweise verschiedenen Denkweisen jeweils optimal mit dem System arbeiten können. Gleichzeitig darf eine Erhöhung der Akzeptanz erwartet werden, wenn der Bediener (der hier wieder mehr zum Benutzer wird) sich das System an seine Arbeitsweise anpassen kann. Im folgenden soll ein solches anpaßbares System (Heinecke 1986) kurz vorgestellt werden.

Ein anpaßbares Prozeßleitsystem

Auch ein anpaßbares System muß natürlich einen bestimmten Gestaltungsrahmen vorgeben durch gewisse Bedien- und Anzeigekonzepte. Gegenüber den üblichen Prozeßleitsystemen soll dieser Rahmen aber weiter gefaßt sein und vor allem wird die Anpassung innerhalb dieses Rahmens durch den Benutzer/Bediener und nicht durch DV-Spezialisten oder Prozeßingenieure vorgenommen.

Als Grundlage für das System wurde eine graphische Benutzerschnittstelle mit Fenstertechnik, Rolladen-Menüs, Piktogrammen und Dialog-Formularen gewählt. Für die Arbeiten stand ein Mikrocomputer mit vollgraphischem Schwarz-Weiß-Monitor mit einer Auflösung von 640*400 Punkten zur Verfügung. Als Eingabegerät dient eine Rollkugel und die Tastatur. Die Werte von Prozeßvariablen können durch ein Hintergrundprogramm simuliert werden.

Überlegungen zur Belastung des Bedieners bei konkurrierenden Aufgaben hatten schon vorher die Forderung nach bestimmten Konzepten der Informationsdarstellung ergeben, nämlich Meldungen mit Entscheidungshilfen, Notfallbilder und Mehr-Ebenen-Prozeßführung (Heinecke 1985). Diese wurden unter der beschriebenen einheitlichen Benutzeroberfläche in das System eingearbeitet und um die für die Anpaßbarkeit nötigen Funktionen ergänzt.

Informationen über den (hier simulierten) Prozeß werden in Form von Textmeldungen und Statusfenstern angezeigt. Dabei erscheinen Textmeldungen regelbasiert in Abhängigkeit vom Prozeßzustand ohne Zutun des Benutzers (Warnungen und Alarmer). Statusfenster werden auf Anforderung des Benutzers geöffnet, sie enthalten die bereits erwähnten Informationsdarstellungen in Form von Zeichnungen, Diagrammen, Symbolen und alphanumerischen Anzeigen auf verschiedenen Abstraktionsebenen (Abb. 1).

Die Anpassung des Systems durch den Bediener oder Benutzer ist in mehreren Stufen möglich. Auf der untersten Stufe stehen hierbei die Parameteränderungen, die über die Menüleiste eingeleitet werden können. Änderbar sind: die Sprache des Systems (deutsch / englisch), die Bildschirmfarbe (Positiv- / Negativdarstellung), die Standard-Abstraktionsebene für Statusbilder und die Standard-Zoomstufe für Statusbilder (Abb. 2).

Die zweite Stufe der Anpassung ist durch eines der zur Verfügung stehenden Hilfsprogramme möglich, den "Notizblock". Nach Anklicken des Notizblock-Piktogramms öffnet sich ein Textfenster, daß mit der Tastatur bearbeitet werden kann. Eine so erstellte Notiz kann in Anzeigenbilder, Meldungen und Listen "geklebt" werden. Sie wird dort dann wieder als ein kleines Piktogramm dargestellt, daß durch Anklicken mit der Rollkugel geöffnet werden kann (Abb. 3).

In der dritten Stufe wird ein Editor zur Verfügung ge-

stellt, mit dem die Texte der Warn- und Alarmmeldungen bearbeitet werden können, soweit sie nicht aus Sicherheitsgründen geschützt sind. Ein weiterer Editor ermöglicht die Bearbeitung von Anzeigenbildern. Er soll wie eines der bekannten mausgesteuerten Zeichenprogramme arbeiten. Der Benutzer kann die festen Teile eines Anzeigenbildes aus geometrischen Primitiven herstellen. Ebenso lassen sich komplexere Symbole aus diesen Primitiven zusammensetzen. Einige Standard-Anzeigen wie Balkendiagramme und Kurven können aus einer Menüleiste ausgewählt und in das Bild geschoben werden, wo sie dann auf die gewünschte Größe gebracht werden. Die Zuordnung von Anzeigen zu Prozeßvariablen geschieht in Tabellenform (Abb. 4).

Die oberste Anpassungsstufe bildet der Regel-Editor, mit dem die Regeln zur Aktivierung von Warn- und Alarmmeldungen bearbeitet werden können, wenn sie nicht geschützt sind. Mit Hilfe des Regel-Editors können auch zusätzliche Meldungen für bestimmte Prozeßzustände erzeugt werden. Da auch die eigentliche Prozeßsteuerung regelbasiert erfolgen wird, kann mit Hilfe dieses Editors tief in das System eingegriffen werden. Er soll deshalb dem Benutzer allenfalls teilweise zur Verfügung stehen.

Implementation und Evaluation

Eine Demonstrationsversion des Prozeßleitsystems ohne die dritte und vierte Stufe der Anpaßbarkeit wird zur Zeit um die Editoren zur Anzeigenerstellung und Meldungstextbearbeitung ergänzt. Das erweiterte System soll dann auf der Brücke der Schiffsführungs- und Simulationsanlage SUSAN (Sander 1981) der Fachhochschule Hamburg, FB Seefahrt, installiert werden. Dies ermöglicht die Simulation der Überwachung schiffstechnischer Systeme im Kontext einer realitätsnahen Fahraufgabe.

Die Evaluation soll möglichst Antworten auf die Fragen geben, ob die angebotenen Anpassungsfunktionen im Betrieb tatsächlich benutzt werden, ob verschiedene Benutzer unterschiedliche Informationsdarstellungen bevorzugen und ob ein anpaßbares System gegenüber einem konventionellen System Vorteile in Bezug auf schnelle, leichte und sichere Bedienung bietet. Die hierzu notwendigen Versuche müssen gemeinsam mit Arbeitswissenschaftlern, Nautikern und Schiffssingenieuren geplant werden, so daß hier nur erste Vorschläge gemacht werden können.

Abb. 1 Prozeßleitsystem mit Statusfenstern
und Notfallbild

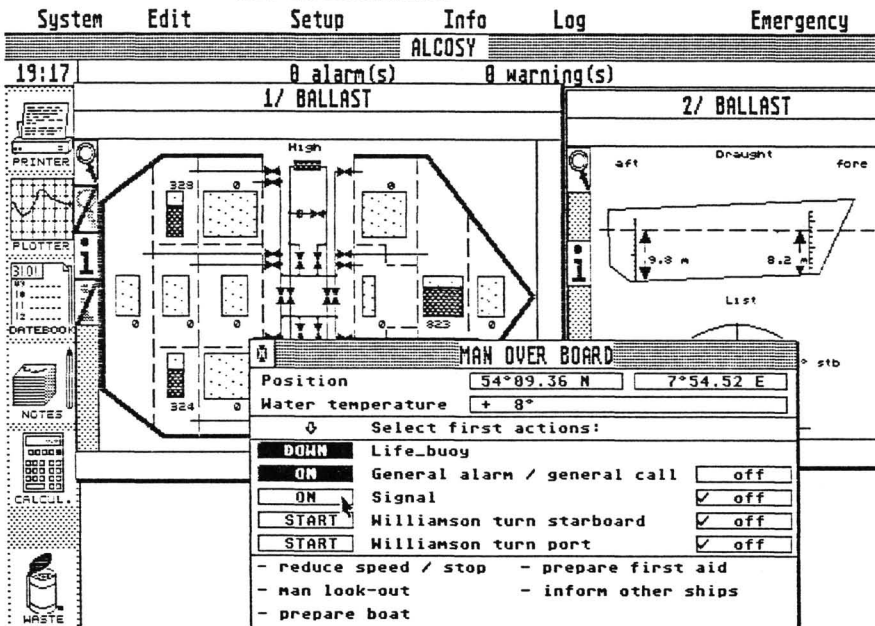


Abb. 2 Veränderung von Parametern

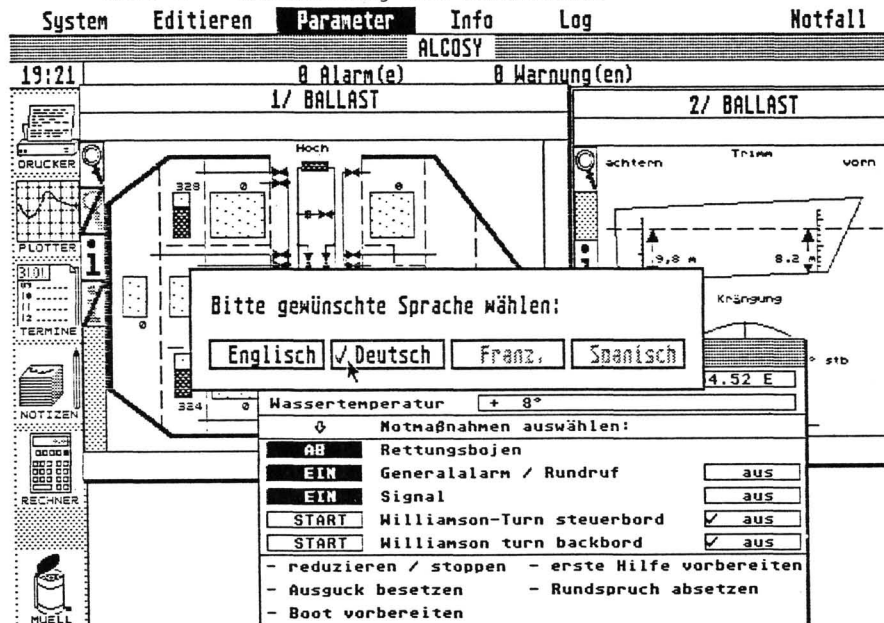


Abb. 3 Benutzung der Notizblock-Funktion

System Edit Setup Info Ansicht Log Notfall

ALCOSY

19:37 0 Alarm(e) 0 Warnung(en)

EREIGNIS-LOG

10 Ereignisse

19:15:02 Notfall-Dialog Mann über Bord ANGEWÄHLT

19:15:12 Rettungsbojen AB

19:16:06 Generalalarm Mann über Bord AN

19:17:20 Williamson-Turn steuerbord AUS

19:21:14 Notfall-Dialog Mann über Bord ANGEWÄHLT

16 DEUTSCHE Sprache gewählt

06 Generalalarm Mann über Bord AUS

10 Mann-über-Bord-Signal AN

18 Notfall-Dialog Mann über Bord ABGESCHLOSSEN

NOTIZEN

Mann-über-Bord-Alarm um 19:15 war eine ÜBUNG!

DRUCKER

PLOTTER

31.01

10

11

12

TERMINE

NOTIZEN

RECHNER

MUELL

Abb. 4 Benutzung des Anzeigen-Editors (Entwurf)

View Info Setup Log Emergency

ALCOSY

EDIT

Symbol linked to BALLAST_VALV022

Values 2 3 4 5

Symbols 0 1

OKAY

PRINT

PLOTTER

31.01

10

11

12

TERMINE

NOTIZEN

RECHNER

MUELL

Die Nutzung der Anpassungsfunktionen im Betrieb könnte etwa für die erste Stufe untersucht werden, indem eine für die Aufgabendurchführung ungünstige Parameterkombination vorgegeben und festgestellt wird, ob der Benutzer sie zur Erleichterung seiner Arbeit ändert. Für die zweite Stufe wird ein defekter Sensor simuliert und eine fehlerhafte Textmeldung implementiert. Es wird sich dann zeigen, ob diese Fehler mit Hilfe der Notizblockfunktion kompensiert werden bzw. ob auf dritter Stufe mit Hilfe des Editors die Meldung korrigiert wird.

Die Frage, ob verschiedene Benutzer wirklich unterschiedliche Informationsdarstellungen bevorzugen, ließe sich am besten klären, indem eine möglichst große Gruppe von Nautikern nach entsprechender Einweisung in den Bildeditor gebeten wird, alle für das Fahren des Schiffes notwendigen Informationen jeweils in einem Bild zusammenzustellen. Anschließend sollte jeder mit Hilfe seines Anzeigenbildes das Schiff fahren und gegebenenfalls die Anzeige verbessern. Sollten sich die Anzeigenbilder wesentlich voneinander unterscheiden, was die Hypothese erhärten würde, daß es eine für alle optimale Darstellung nicht gibt, wäre es interessant, die Versuchspersonen auch mit Hilfe der jeweils von anderen entwickelten Anzeigen fahren zu lassen, um zu erfahren, ob die jeweils selbst entwickelte Anzeige auch die jeweils optimale ist.

Vorausgesetzt, daß die Anpassungsfunktionen im Betrieb überhaupt genutzt werden, müßte letztlich das anpaßbare System im Rahmen einer Fahraufgabe einem konventionellen System mit fest vorgegebener Art der Informationsausgabe gegenübergestellt werden. Hierbei sollte neben der sicheren und schnellen Ausführung der gestellten Aufgabe auch die Beanspruchung des Benutzers untersucht werden, da es immerhin möglich ist, daß ein anpaßbares System aufgrund seiner komplexeren Benutzeroberfläche stärker beanspruchend wirkt.

Literatur

- Eggerdinger, C. & Schattner, R.(1984): Prozeßüberwachung mit Datensichtgeräten. Sonderdruck Ortung und Navigation 3/84, S. 345-351.
- Froese, J. & Heinecke, A.M.(1984): Entscheidungshilfen durch Informationszusammenfassung für Schiffsführungsprozesse. For-

- schungsbericht BMFT-MTK-0200C SdZ-E-FH-HH-BS-470-009. Bonn: Bundesminister für Forschung und Technologie.
- dies.(1986): Von der Kommandobrücke zur Schiffsführungszentrale. Remmele, W. & Sommer, M.(Hrsg.): Arbeitsplätze morgen, S. 357-366. Stuttgart: Teubner. = Berichte des German Chapter of the ACM 27.
- Heinecke, A.M.(1985): Konzeption eines ergonomischen Prozeß-leitsystems mit veränderlicher Mensch-Maschine-Schnittstelle. Bullinger, H.-J.(Hrsg.): Software-Ergonomie'85, S. 98-107. Stuttgart: Teubner. = Berichte des German Chapter of the ACM 24.
- ders.(1986): Design of a man-machine interface for process control on the bridge of a ship. Haase, V.H. & Knuth, E.(Hrsg.): Preprints SOCOCO'86, 4th IFAC/IFIP Symposium on Software for Computer Control, S. 191-196. Graz: ÖAF.
- Sander, C.M.K.(1981): SUSAN - a sophisticated tool for training and research in the maritime fields. Proceedings MARSIM 81. U.S.Department of Commerce / Maritime Administration / Office of Research And Development.
- Schütte, M. u.a.(1984): Arbeitswissenschaftliche Ergebnisse zur Gestaltung der Schiffsführungszentrale (SFZ) eines Schiffs der Zukunft (SdZ). Sonderdruck Ortung und Navigation 3/84, S. 401-424.

Andreas M.Heinecke
 Universität Hamburg
 FB Informatik (ANT)
 Troplowitzstr.7
 2000 Hamburg 54