

## Nutzerbeteiligung bei Entwicklung und Evaluation des handlungsorientierten Interaktionssystems

Schulze, Hartmut; Rose, Helmuth; Witt, Harald

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

SSG Sozialwissenschaften, USB Köln

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Schulze, H., Rose, H., & Witt, H. (1999). Nutzerbeteiligung bei Entwicklung und Evaluation des handlungsorientierten Interaktionssystems. In H. Rose, & H. Schulze (Hrsg.), *Innovation durch Kooperation: nutzerorientiertes Konzept für Interaktionssysteme in der Serienfertigung* (S. 113-134). Frankfurt am Main: Campus Verl. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-237478>

### Nutzungsbedingungen:

*Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.*

*Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.*

### Terms of use:

*This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.*

*By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.*

**Hartmut Schulze, Helmuth Rose, Harald Witt**

## **Nutzerbeteiligung bei Entwicklung und Evaluation des handlungsorientierten Interaktionssystems**

1. Nutzerbeteiligung im Maschinen- und Anlagenbau – Probleme und Perspektiven
2. Nutzerbeteiligung im Projekt HÜMNOS – Methoden und Ablauf
3. Exemplarische Ergebnisse des Nutzereinbezugs anhand von Evaluationen des HÜMNOS-Interaktionssystems
4. Abschließende Bewertung der Nutzerbeteiligung im Projekt HÜMNOS

Die Beteiligung von Werkstattmitarbeitern an der Entwicklung und Optimierung von Maschinen und Anlagensystemen stellt auch im Maschinenbau eine immer wichtiger werdende Innovations- und Produktivitätsressource dar. Durch eine auf die Arbeit der späteren Nutzer abgestimmte Technik lassen sich Folgekosten wie Installations- und Anpassungsaufwände, aber auch Handhabungsprobleme reduzieren. Während im Softwarebereich Nutzer häufig bereits an Konzeption und Entwicklung beteiligt werden, ist dies im Maschinen- und Anlagenbau bisher in der Regel nur bei der Ermittlung von Technikbedarf und bei der Anpassung neu entwickelter Produktionssysteme der Fall. Die Innovationsfähigkeit in der Fertigungsindustrie ließe sich deutlich fördern, wenn eine systematische Beteiligung von Nutzern entlang Wertschöpfungsketten in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses gelänge. Im Verbundvorhaben HÜMNOS (vgl. VDW 1998) wurden Voraussetzungen und Methoden erarbeitet, die der Nutzerbeteiligung im Maschinenbau eine neue Perspektive geben. In diesem Beitrag werden zunächst Schwierigkeiten skizziert, die einer Nutzerbeteiligung in dieser Branche entgegenstehen, um dann über Methoden zu berichten, mit denen im Projekt HÜMNOS eine solche Beteiligung gelang. Auswirkungen der erfolgreichen Nutzerbeteiligung werden

in Form von Ergebnissen aus den Evaluationen der HÜMNOS-Prototypen abschließend dargestellt.

## **1. Nutzerbeteiligung im Maschinen- und Anlagenbau – Probleme und Perspektiven**

Aufgrund der enormen Entwicklungen im Bereich der Mikroelektronik sind in den letzten Jahren sowohl die Leistungsfähigkeit der in der Produktion eingesetzten Maschinen und Anlagen als auch ihr Funktionsumfang und ihre Komplexität erheblich gestiegen. Darüber hinaus unterscheiden sich die Steuerungen und Interaktionssysteme vor allem in der Serienfertigung je nach Hersteller und Fertigungstechnologie ganz erheblich. Dies führt nicht nur zu Problemen bei ihrer systemtechnischen Integration und bei der Ergänzung von Zusatzfunktionen, wie z.B. eines Diagnose- oder Auftragsverwaltungsmoduls. Auch Benutzung und Beherrschung eines solchermaßen stark heterogenen Maschinen- und Steuerungsparks sind infolge der verschiedenartigen Interaktionslogiken stark erschwert. So kommt es aufgrund der unterschiedlichen Benutzungsphilosophien häufiger zu Handhabungsfehlern und zu suboptimaler Verwendung. Die Interaktion mit verschiedenartigen Maschinen und Steuerungen erfordert von den Nutzern einen hohen Lern- und Umstellungsaufwand. Auch ein flexibler Arbeitseinsatz von Werkern, wie er für Gruppenarbeit notwendig ist, wird dadurch behindert. Ebenfalls ist der Funktions- und Informationszugriff bei den gegenwärtig eingesetzten Benutzungsoberflächen wenig oder gar nicht am Handlungsfluß der Werker ausgerichtet (s. vertiefend den Beitrag von Schulze, Funk, Hildebrandt und Wahl in diesem Band, S. 83 ff.).

Die aufgeführten Benutzungserschwerisse tragen erheblich zu den immer noch hohen Ausfallzeiten von Maschinen und Steuerungen und dem gleichzeitig gestiegenen Aufwand für Qualitätssicherung bei. Insbesondere kommt es zu Verzögerungen und Behinderungen bei der Bewältigung aktuell auftretender oder sich anbahnender Störungen, sog. kritischer Situationen (vgl. Schulze 1997).

Die mangelhafte Ausrichtung von Steuerungssystemen an den Erfordernissen des Arbeitshandelns von Produktionsarbeitern liegt u.a. darin, daß Produktionsarbeiter bei der Konzeption und Entwicklung der Systeme in

der Regel nicht berücksichtigt werden. Ursachen für den Mangel einer frühzeitigen Nutzerbeteiligung finden sich in spezifischen Merkmalen des Maschinen- und Anlagenbaus, die den Entwicklungsprozeß in diesem Segment determinieren und die nachfolgend benannt werden.

(1) Im Maschinen- und Anlagenbau bestimmt die Hardware der Produktionsmaschinen wesentlich den Entwicklungsprozeß. Diese Hardware-dominanz steht einem versionsorientierten Prototyping (vgl. Rauterberg u.a. 1994) mit Nutzerbeteiligung entgegen – sieht man von exemplarischen, öffentlich geförderten Projekten, z.B. zur Entwicklung erfahrungsförderlicher Steuerungen von NC-Maschinen (vgl. Rose 1996; Fuchs, Hartmann 1993) oder von Industrierobotern (vgl. Dahmer 1997), einmal ab. Traditionell orientiert sich der Entwicklungsprozeß im Bereich industrieller Produktionstechnik am linearen Phasen- oder Wasserfallmodell (Rauterberg u.a. 1994). Nutzer sind bei diesem Vorgehen an den Phasen der Bedarfsermittlung und der Erprobung weitentwickelter Prototypen, nicht aber an der Konzeptentwicklung beteiligt. Die Spezifizierung der Anforderungen, ihre Umsetzung in einen Systementwurf und dessen Ausprogrammierung obliegen in der Regel allein den Entwicklungsingenieuren. Ein versionsorientiertes Prototyping ist somit infolge der hohen Hardwarevoraussetzungen ungleich schwieriger zu verwirklichen als z.B. im Bereich von Bürosoftware (vgl. Coy u.a. 1993). Funktionstests – bezogen auf Echtzeitverhalten oder auf die Angemessenheit von Funktionen und Anzeigen – sind in der Regel erst möglich, wenn kosten- und zeintensiv ein Hardwareprototyp erstellt ist.

(2) Eine weitere Schwierigkeit für eine frühzeitige Beteiligung von Nutzern an Technikentwicklung besteht darin, daß innovatorische Verbesserungsvorschläge im allgemeinen nicht einfach abfragbar sind. In Forschungsprojekten rund um das Thema der erfahrungsgeleiteten Arbeit (vgl. Martin 1995; Rose 1996) zeigte sich, daß Fachkräfte aufgrund ihrer souveränen Bewältigung von Fertigungsaufgaben mit der ihnen zur Verfügung stehenden Technik sehr gut in der Lage sind, Schwächen der Technik durch Improvisation und Erfahrung zu kompensieren. Bei Verbesserungsvorschlägen bleiben sie jedoch überwiegend innerhalb der Grenzen und Prinzipien bestehender Techniksysteme. Ohne eine Qualifizierung und Sensibilisierung für die Möglichkeiten, die neue technische Systeme eröffnen, ist daher ein innovatorischer und grenzenüberschreitender Beitrag von Produktionsfachkräften nicht ohne weiteres zu erwarten.

(3) In den Entwicklungsprozeß im Maschinen- und Anlagenbau ist eine Vielzahl von Akteuren involviert, die zudem häufig Marktkonkurrenten sind. In der Regel sind Maschinen- und Steuerungshersteller sowie Anwenderfirmen beteiligt. Die in Deutschland mit ca. 30 Steuerungsherstellern außergewöhnlich große Anbieterlandschaft und der dadurch entstehende Wettbewerbsdruck machen herstellerübergreifende Absprachen zwischen den Entwicklungsakteuren besonders schwierig. In der Folge ist im Maschinen- und Anlagenbau die Situation entstanden, daß Nutzeranforderungen zwar zusammengetragen werden konnten, ihre Umsetzung in Technik und in herstellerübergreifende Gestaltungsstandards jedoch nur vereinzelt stattfand.

(4) Vor diesem Hintergrund eröffnen die Ergebnisse des Verbundvorhaben HÜMNOS in Fortführung des Esprit-Projekts OSACA (Open System Architecture for Controls within Automation Systems) neue Chancen für die Beteiligung von Nutzern und für die Umsetzung von Nutzeranforderungen (Idas-Osaca 1997). Den im Projekt zusammenarbeitenden marktrelevanten Steuerungsherstellern (u.a. Bosch, Siemens), Maschinenherstellern (u.a. Alfing, Heller, Homag, Index, Trumpf) und Anwendern (u.a. Daimler-Benz und BMW) gelang es in Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten, Voraussetzungen für einen herstellerübergreifenden datentechnischen Kommunikationsstandard zu schaffen. Auf der Grundlage der erreichten Spezifikation der objektorientierten Steuerungsplattform wurden in 1998 konkrete Schritte in Form eines Lastenheftes vereinbart, um diese Plattform zur Industriereife unter Echtzeitbedingungen weiterzuentwickeln. Die im Wettbewerb stehenden Akteure handelten ein Commitment aus, wie es für den Maschinen- und Anlagenbau bisher einmalig ist. Die Anwender DB und BMW erklärten, bei zukünftigen Großprojekten die HÜMNOS-OSACA-Steuerungsplattform berücksichtigen zu wollen. Unter Förderung des VDW und des OSACA-Vereins werden zur Zeit weitere Industriefirmen in dieses Commitment einbezogen. Somit wird nun auch im Maschinen- und Anlagenbau eine Nutzerbeteiligung in bisher nichtgekantem Ausmaß möglich.

## **2. Nutzerbeteiligung im Projekt HÜMNOS – Methoden und Ablauf**

Die spezifischen Merkmale des Maschinen- und Anlagenbaus, die einem nutzerorientierten Prototyping entgegenstehen, sind mit dafür verant-

wortlich, daß zu Beginn des Verbundvorhabens HÜMNOS Methoden der Beteiligung von Nutzern an der Konzeption und Entwicklung neuer Techniken nur wenig verbreitet waren. Entsprechend war auch im HÜMNOS-Projekt zunächst ein Vorgehen vorgesehen, das sich an einem klassisch-linearen Phasenmodell ausrichtete. Im Laufe des Projekts wurde jedoch schnell offensichtlich, daß damit wesentliche Innovationspotentiale verschenkt würden. Insbesondere wurde bezweifelt, daß mittels eines standardisierten Fragebogens die Anforderungen der Nutzer abschließend und entwicklungsrelevant erfaßt werden können. Im Projektverlauf

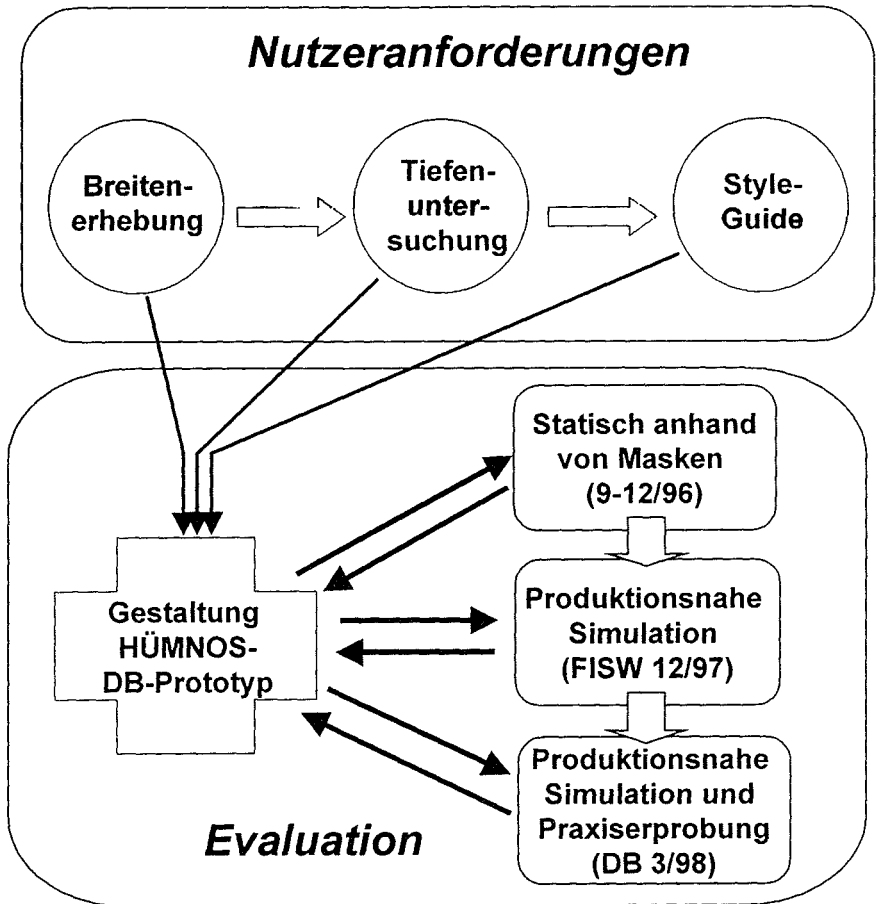


Abb. 1: Formen der Nutzerbeteiligung im Projekt HÜMNOS

erfolgte daraufhin eine Vorgehenskorrektur. Methoden der Beteiligung von Nutzern, die sich zum Teil schon in anderen Branchen als erfolgreich erwiesen hatten, konnten in einer auf die spezifischen Merkmale des Maschinen- und Anlagenbaus abgestimmten Weise eingesetzt werden. Die Instrumente und Verfahren der Nutzerbeteiligung im Vorhaben HÜMNOS sind in Abbildung 1 zusammengestellt.

Die Abbildung verdeutlicht den groben Ablauf des Vorgehens zur Nutzerbeteiligung in den Phasen der Konzeption und Entwicklung. An eine Breiterehebung bei Anwendern und Herstellern mittels Fragebogen schloß sich – wie im Beitrag von Rose, Schulze, Moldaschl, Selb und Siegel in diesem Band, S. 41 ff., beschrieben – eine vertiefende Untersuchung ausgewählter Produktionsbereiche der Anwender an. Nachfolgend werden Methoden und Ablauf der Nutzerbeteiligung näher ausgeführt.

(1) Die Erarbeitung einer von den Projektpartnern geteilten Verständigungsplattform erwies sich als entscheidender Meilenstein. Die von den Fachdisziplinen (Ingenieurwissenschaften, Arbeitspsychologie, Wirtschaftswissenschaft) und von den vertretenen Branchen (Maschinenhersteller, Steuerungshersteller, Anwender) sowie von den Forschungsinstituten her sehr heterogene Verbundstruktur erforderte für ein solches Sich-Aufeinander-Einstellen besondere Anstrengung. Als besonders effektiv hat sich dabei eine interdisziplinär aus Entwicklungsingenieuren von Maschinen-, Steuerungsherstellern und Forschungsinstituten, aus Verfahrensentwicklern und Fertigungsplanern von Anwendern sowie aus Arbeitspsychologen zusammengesetzte Projektgruppe erwiesen. Diese Gruppe koordinierte und steuerte die Konzeption und Entwicklung eines am Arbeitshandeln orientierten Interaktionssystems für Einzel- und Serienfertigung sowie von nutzergerechten Anwendungsmodulen. Innerhalb der Projektgruppe sowie kleinerer und ebenfalls interdisziplinär zusammengesetzter Arbeitsgruppen war die gemeinsame Arbeit an konkreten Objekten besonders förderlich für die Erarbeitung einer Verständigungsplattform der als relevant erachteten Gestaltungsrichtlinien. Solchermaßen gemeinsam bearbeitete Objekte und Inhalte waren z.B.:

- Vorbereitung eines Fragebogens über Fertigungstrends und zukünftig benötigte Funktionen und Anzeigen zur Unterstützung des Arbeitshandelns in interdisziplinär besetzten Round Table Settings,
- Durchführung von Beobachtungen und Interviews zum Arbeitshandeln von Produktionsarbeitern sowie von Evaluationen verschiede-

ner Prototypen in Tandems aus Ingenieuren und Arbeitspsychologen,

- Bestimmung von Referenzaufgaben für die praxisnahen Evaluationen im Institutslabor des FISW und bei DB durch Zusammenarbeit von Forschungsinstituten und Anwendern,
- Entwurf und Abstimmung einer herstellerübergreifenden handlungsorientierten Menüstruktur in kleinen Gesprächskreisen mit Fachkräften und auf großen Verbundworkshops.

Das Wachsen eines gemeinsamen Verständnisses zeigte sich z.B. an der im Laufe des Projekts veränderten Zielsetzung der Fragebogenerhebung. Sollte anfangs der Fragebogen eingesetzt werden zur Ermittlung umfassender und statistisch signifikanter Gestaltungsempfehlungen, erwies er sich letzten Endes als Vorbereitung für eine vertiefende Untersuchung des Arbeitshandelns an herkömmlichen Steuerungssystemen bei Anwendern. Diese Umorientierung in der Zielsetzung forderten vor allem die Anwender ein. Ihnen reichte die im Rahmen einer Fragebogenerhebung mögliche Berücksichtigung des spezifischen situativen Arbeitskontextes nicht aus, um Entwicklern konkrete Hinweise für Gestaltung geben zu können. Die veränderte Verwendung des Fragebogens zur besseren Orientierung hat sich bewährt, die Ergebnisse waren sehr hilfreich für die Auswahl der in die anschließende Tiefenuntersuchung einbezogenen Produktionsbereiche der Anwender.

(2) Explizites Ziel im HÜMNOS-Projekt war es, die Nutzer in die Lage zu versetzen, aktiv am Entwicklungsprozeß teilzunehmen. Ihre Erfahrung bei der Bewältigung konkreter Fertigungssituationen und bei der Handhabung von Technik sollte dem Entwicklungsprozeß zugrunde gelegt werden. Es wurden Methoden entwickelt bzw. modifiziert, um den Nutzern eine Vorstellung von den Potentialen der neuen Interaktionstechnik zu vermitteln. Die eingesetzten Methoden umfaßten dabei:

- Beobachtung der Nutzer und gemeinsame Analyse ihrer Bewältigung von normalen und kritischen Fertigungssituationen,
- Entwurf einer am konkreten Arbeitshandeln orientierten Menüstruktur in Kooperation mit Fachkräften mit Hilfe von Legetechnikvarianten,



- Bewertung sehr früher Veranschaulichungen von Konzepten und Entwürfen durch Fachkräfte anhand von Folien- und Bildschirmversionen,
- retrospektive Analyse der Bewältigung von Referenzaufgaben gemeinsam mit den Fachkräften anhand von Videoaufnahmen und Logfileprotokollierung,
- praxisnahe Evaluation von Prototypen durch Fachkräfte im Institutslabor und beim Anwender anhand von produktionsstypischen Aufgaben.

Die kontinuierliche Beteiligung von Fachkräften – u.a. durch Prototypingverfahren – ermöglichte ihnen, Erfahrungen mit zukünftiger Technik prospektiv zu sammeln und deren Unterstützungspotential auf der Grundlage ihrer Kenntnisse und Erfahrungen mit Fertigungsprozessen zu bewerten.

<b>Evaluation beim FISW (12.12.97)</b>	<b>Evaluation bei DB (16.03.98)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbezogene Fachkräfte:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein HÜMNOS-Erfahrener von DB</li> <li>- zwei HÜMNOS-Unerfahrene von BMW</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbezogene Fachkräfte:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- zwei HÜMNOS-Erfahrene von DB</li> <li>- zwei HÜMNOS-Unerfahrene von DB</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normale Fertigungsaufgaben:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anfahren</li> <li>- Werkstücktypwechsel</li> <li>- Nacharbeit</li> <li>- Werkzeugwechsel</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normale und kritische Fertigungsaufgaben:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anfahren</li> <li>- Werkstücktypwechsel</li> <li>- Nacharbeit</li> <li>- Optimieren des NC-Programms</li> <li>- Störungsdokumentation</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung der Umsetzung der Handlungsorientierung und ihres Nutzens für die alltägliche Arbeit</li> </ul>	

**Abb. 2: Merkmale der Evaluation im Institut FISW und bei Daimler-Benz**

(3) Die Entwicklung des HÜMNOS-Interaktionssystems zeichnete sich insgesamt durch mehrere Evaluationszyklen aus. Von September bis Dezember 1997 wurden statische Folienversionen der Menü- und Benutzungsstruktur in verschiedenen Diskussionsrunden von Fachkräften erörtert. Für einen prototypischen Simulationsaufbau wurde das System von pak und FISW bis Ende 1997 umgesetzt und am FISW durch Fachkräfte von BMW und DB evaluiert. Mit den Erkenntnissen der Evaluation wurde der Prototyp optimiert, im März 1998 in eine bestehende Produktionslinie integriert und von Fachkräften unter Produktionsbedingungen erprobt. In einem angrenzenden Fabrikbereich wurde dann erneut eine Simulationsanlage aufgebaut, an der im März 1998 eine abschließende Evaluation mit Fachkräften von DB stattfand. Merkmale der Evaluationen der Simulationsanlage sind in Abbildung 2 zusammengestellt.

Bei den Evaluationen handelte es sich um erste praxisbezogene Fallstudien zur potentiellen Eignung des HÜMNOS-Interaktionssystems, um die späteren Nutzer in ihrem Arbeitshandeln besser als herkömmliche Systeme unterstützen zu können.

### **3. Exemplarische Ergebnisse des Nutzereinbezugs anhand von Evaluationen des HÜMNOS-Interaktionssystems**

Die HÜMNOS-Prototypen wiesen in den Evaluationen am FISW (12.12.97) und bei Daimler-Benz (16.3.98) noch technische Instabilitäten auf, die eine produktionsnahe Simulation der Funktions- und Handhabungsweise erschwerten. Diese Instabilitäten wurden von den Fachkräften jedoch gut kompensiert – für sie war es eher eine Herausforderung, Abstürze und Simulationsfehler bei den prototypisch realisierten neuen technischen Lösungen auszugleichen. Aufgrund ihrer praktischen Erfahrung waren sie in der Lage, von den Unzulänglichkeiten zu abstrahieren und das Unterstützungspotential der Prototypen anhand der praxisbezogenen Evaluationsaufgaben zu bewerten. Vergleicht man die von den Fachkräften bei der Bewältigung der Evaluationsaufgaben gewählten Navigationswege untereinander und darüber hinaus mit dem von Experten geplanten Weg, fällt als erstes die hohe Übereinstimmung zwischen diesen beiden Wegen auf. Als einer von mehreren möglichen richtigen Wegen durch die Menüs zeichnet sich der der Experten durch eine optimale, direkte und damit besonders schnelle Vorgehensweise aus. Dieser Weg diente als Referenz für den Vergleich mit den Wegen, die die Fachkräfte

zur Bearbeitung der gestellten Aufgaben real gegangen sind. Zur Veranschaulichung findet sich in der Abbildung 3 ein solcher günstigster Weg. Der Abbildung liegt die Evaluationsaufgabe drei zur Nacharbeit zugrunde.

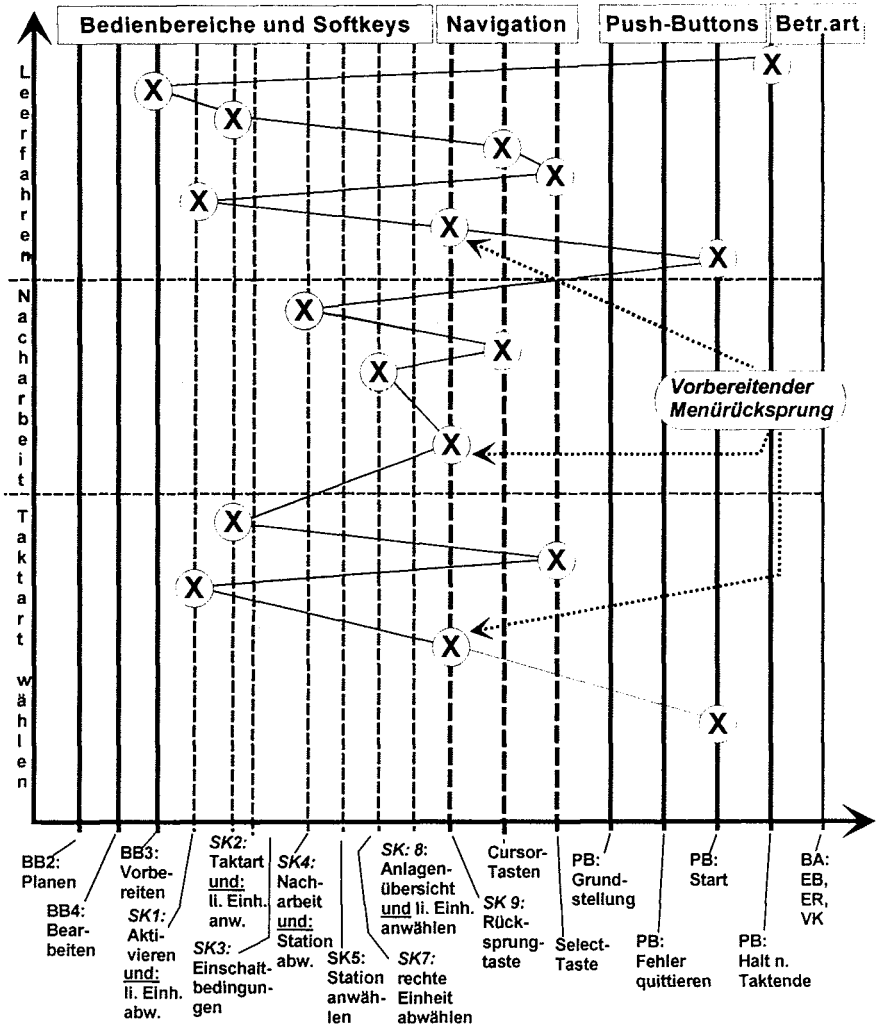


Abb. 3: Günstigster Weg bei Aufgabe 3, Nacharbeit

Als besonders interessant für Modifikationen und Verbesserungen der Handhabungsstruktur erwies sich die Analyse von Unterschieden in den

Art der Abweichung		Beschreibung
<b>Falsche oder ausgelassene Benutzungsfunktionen</b>	<i>Falsche Bedienbereichswahl (FB)</i>	Falsche Zuordnung von Benutzungsfunktionen zu Bedienbereichen
	<i>Falsche Benutzungsfunktion (LI)</i>	Falsche Wahl von Benutzungsfunktionen aufgrund <ul style="list-style-type: none"> <li>• von Abweichungen der Dialoglogik von derjenigen, die die Fachkräfte bisher gewohnt waren</li> <li>• von nicht durchgängigem Dialogprinzip</li> <li>• von Abweichungen der Dialoglogik von Windows-Dialoglogik</li> </ul>
	<i>Ausgelassene Handhabungsaktion (A)</i>	Notwendige Benutzungsaktionen nicht getätigt
<b>Zusatzaktionen</b>	<i>Fehlerbehebung (FB)</i>	Aktionen zur Behebung von Prototypfehlern
	<i>Folgehandlungen (FH)</i>	Aktionen in der Folge falscher Funktionswahl
	<i>Explorierende Aktionen (E)</i>	Alternativwege, wenn Benutzungsfunktionen fehlten
	<i>Transparenzerhöhung (T)</i>	Wahl von Anlagentransparenz
	<i>Kennenlernaktionen (K)</i>	Suchbewegungen
<b>Unterschiede in Reihenfolge</b>	<i>Reihenfolgeänderung (R)</i>	Änderung in der Abfolge von Handlungsbündeln

**Tab. 1: Abweichungen der tatsächlichen von der günstigsten Navigation**

Navigationswegen. Nimmt man die Abweichungen des Wegs der Fachkräfte von dem schnellsten Weg näher in Augenschein, so lassen sie sich charakterisieren als „falsche oder ausgelassene Benutzungsfunktionen“, als „Zusatzaktionen“ und als „Unterschiede in der Reihenfolge“. Eine Zusammenstellung der Abweichungen ist in Tabelle 1 vorgenommen.

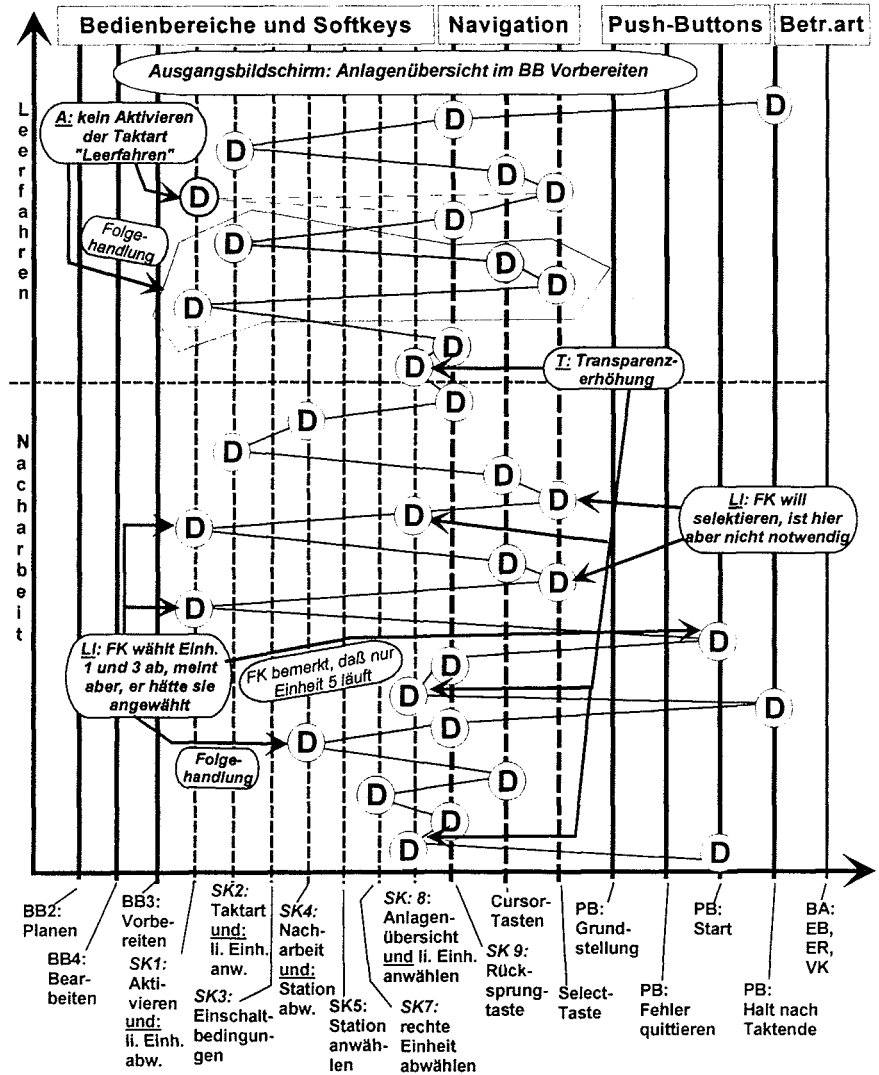
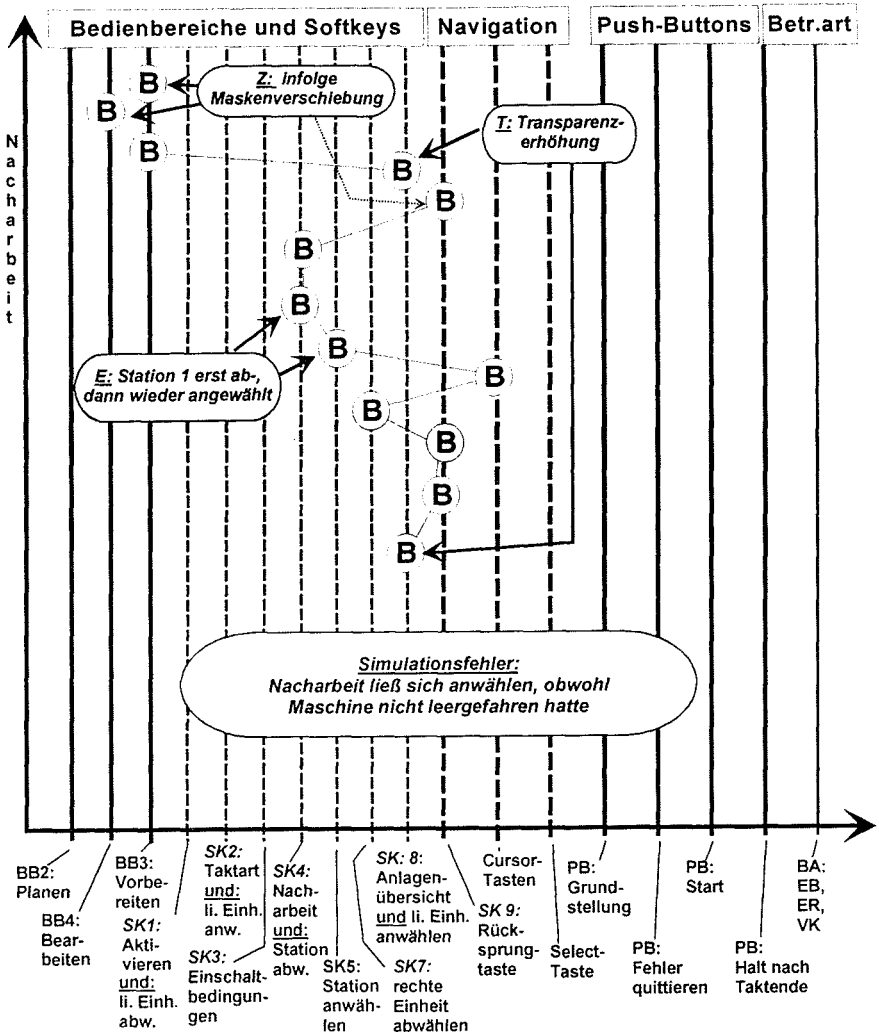


Abb. 4: Bewältigung Aufgabe 3, Nacharbeit durch Fachkraft von DB



**Abb. 5: Bewältigung Aufgabe 3, Nacharbeit durch Fachkräfte von BMW**

In den Abbildungen 4 und 5 sind zur Veranschaulichung Graphiken vom Vorgehen der Fachkräfte bei der Aufgabe drei (Nacharbeit) anhand der Evaluation beim FISW dargestellt. Dabei sind die Abweichungen der Vorgehensweise der Fachkräfte vom schnellsten Weg hervorgehoben. Die Kürzel zur Kennzeichnung der Abweichungsart entsprechen dabei

denjenigen, die in der Tabelle aufgelistet sind. So steht z.B. „A“ für eine „ausgelassene Handhabungsaktion“. In Abbildung 4 ist z.B. die erste Abweichung die einer fehlenden Aktivierung der Taktart „Leerfahren“, da der Softkey 1 (SK 1) „Aktivieren“ nicht ausgelöst wurde, d.h., die Taktart wurde zwar selektiert, aber nicht übernommen (Erklärung s. im Text). Entsprechend der Auslegung des Bedienfeldes ist auch in den Graphiken unterschieden zwischen Bedienbereichen (BB) und zugehörigen spezifischen Softkeys (SK) sowie zwischen Pushbuttons (PB) und dem Betriebsartenwahlschalter (BA).

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der Evaluationen aufgeführt. Sie beziehen sich auf die Bewertung der handlungsorientierten Menüstruktur, des Dialogprinzips von kurzen Wegen, der Möglichkeit zu einem explorierenden Navigieren sowie auf die Bewertung des im Prototypen verwirklichteten Funktionsumfangs.

### **3.1 Bewertung der handlungsorientierten Menüstruktur**

In den Evaluationen hat sich die handlungsorientierte Menüstrukturierung als förderlich für den Gewinn von Orientierung herausgestellt. Die Zuordnung von Benutzungsfunktionen zu den am Handlungsablauf orientierten Bedienbereichen erwies sich als einfach nachvollziehbar, wie sich anhand der Logfile-Aufzeichnungen belegen läßt. Bei der Bewältigung der Aufgaben im Rahmen der Evaluation beim FISW wechselten die Fachkräfte insgesamt 23 mal zwischen Bedienbereichen. In je drei Fällen suchten die Fachkräfte von BMW und Daimler-Benz Funktionen in Bedienbereichen, in denen sie nicht untergebracht waren. Beide Gruppen wechselten dabei jeweils einmal in den richtigen Bedienbereich, erkannten dies jedoch nicht, da nicht der Einstiegsbildschirm aufblendete, sondern eine tieferliegende Menüebene. Da die Fachkräfte nur eine sehr kurze Einführung in die Menüstruktur erhalten hatten, orientierten sie sich vor allem an den Einstiegsbildschirmen eines Bedienbereichs. Blendete beim Bedienbereichswechsel eine darunter liegende Menüebene auf, meinten sie, nicht im richtigen Bedienbereich zu sein. Daher benutzten sie nicht – wie es notwendig gewesen wäre – die Rücksprungtaste zum Wechsel in die höhere Ebene, sondern wechselten zunächst in einen anderen Bedienbereich. Bei der Gestaltung der Navigation war bewußt auf ein automatisches Aufblenden des ersten Bildschirms beim Bedienbereichswechsel verzichtet worden. Angestrebt war, nach einem Wechsel ein Zurückwechseln in die Menüebene zu ermöglichen, aus der heraus

gewechselt wurde. Für die trotzdem gute Orientierung der Fachkräfte über den Navigationsstand spricht, daß sie in allen Fällen bereits direkt nach dem Wechseln in einen falschen Bedienbereich anhand des aufblendenen Bildschirms ihren Irrtum bemerkten und in den richtigen Bereich wechselten. Mühe bereitete den Fachkräften lediglich der Zugriff auf die Anzeigeeinformation „Werkzeugstatus“, die bisher nur über den Bedienbereich „Bearbeiten“ zugänglich ist. In mehreren Fällen fanden die Fachkräfte den Weg dorthin nicht auf Anhieb.

Von den falschen Bedienbereichswechseln sind somit nur ganz wenige auf Zuordnungsprobleme von Funktionen zu Bedienbereichen zurückzuführen. Zudem läßt sich anhand der Logfiles ein Lerneffekt auf seiten der Fachkräfte belegen – falsche Bedienbereichswchsel finden sich vor allem in der Anfangsphase der Aufgabenabarbeitung. Damit hat sich die handlungsorientierte Strukturierung und Zuordnung der Funktionen und Anzeigen bewährt. Sie ermöglicht eine schnelle Einarbeitung in die Interaktionsstruktur. Exemplarisch äußerte ein Facharbeiter in einer Abschlusdiskussion die Einschätzung, daß mit einer systematischeren Einführung die Einarbeitungszeit bei qualifizierten Mitarbeitern von jetzt ca. sechs Monaten auf einige Wochen reduziert werden könnte.

Darüber hinaus zeigt die Evaluation, daß es in einer Einarbeitungssituation für die Fachkräfte zunächst darauf ankommt, sich über den Navigationsstand zu orientieren. Hier hat ein Wiedererkennungseffekt, hervorgehoben z.B. durch gleichbleibende Einstiegsbildschirme eines Bedienbereichs, deutlich unterstützende Funktion. Erfahrene Fachkräfte würden jedoch nur ungern auf die Möglichkeit situationsbezogener schneller Rücksprünge auch in tiefere Menüebenen verzichten. Eine Lösung entwickelte an dieser Stelle ein im Projekt beteiligter Steuerungshersteller. Konstante Einstiegsbildschirme bei gleichzeitig verbessertem Angebot von Shortcuts trafen bei den Nutzern auf gute Resonanz, da Orientierung und Flexibilität ihres Handelns gleichermaßen unterstützt werden konnten.

### **3.2 Bewertung des Dialogprinzips**

Die Art und Weise der Dialogführung zur Auslösung von Maschinen- und Steuerungsfunktionen hat sich in den Evaluationen als relevant für eine intuitive Interaktion herausgestellt. Neben der internen Konsistenz des Dialogprinzips kommt dabei auch der externen Kongruenz mit anderen Steuerungs- und Dialogsystemen Bedeutung zu.



(1) In den Evaluationen bestätigte sich die Bedeutsamkeit der Gestaltungsanforderung nach durchgängiger Dialogkonsistenz. In den Prototypen war zu den Zeitpunkten der Evaluationen das Prinzip einheitlicher Dialogfolgen noch nicht vollständig realisiert. In der Folge kam es zu Orientierungsschwierigkeiten und auch zu Interaktionsfehlern. Ein Beispiel ist der Aufruf der Dokumentierfunktion: Sind in den Anwendungsmodulen „Diagnose“ und „Optimieren“ anwendungsspezifische Softkeys für die Dokumentation vorgesehen, so ist dies in anderen Bereichen über einen separaten Shortcut organisiert. An dieser Stelle kam es bei den Fachkräften zu Verwirrung.

Auch innerhalb eines Bedienbereichs fanden sich Unstimmigkeiten in der Dialogführung. Aus Gründen der Sicherheit war grundsätzlich vorgesehen, nach dem Selektieren eines Listenelements dessen Aktivierung mittels Softkey zu bestätigen. Eine solche Bestätigung war allerdings z.B. bei der Auswahl von Einheiten für Nacharbeit im Bedienbereich „Vorbereiten“ nicht mehr notwendig. Infolge dieser Logikunstimmigkeit benutzten Facharbeiter in der Evaluation beim FISW fälschlich zunächst die Selektionstaste und anschließend den Softkey 1 zum Aktivieren der betreffenden Einheit (s. Abb. 4). Zwar stand auf dem anwendungsspezifischen Softkey 1 in diesem Fall „linke Einheit abwählen“, das Dialogprinzip war jedoch bereits so weit Routine geworden, daß die neue Bedeutung des Softkeys nicht handlungsleitend wurde.

(2) Inkongruenzen zwischen dem HÜMNOS-Dialogprinzip und demjenigen anderer – den Fachkräften gut bekannter – Steuerungssysteme führten ebenfalls zu Irritationen. Ein Beispiel für Unterschiede zwischen der Interaktionslogik des HÜMNOS-Prototypen und der bisher von den Fachkräften gewohnten Interaktionslogik betrifft die Umstellung der Produktion auf einen neuen Werkstücktyp (Evaluationsaufgabe 2). Die Interaktionslogik beim HÜMNOS-Prototypen sieht hierfür als erste Operation eine Abwahl des alten Werkstücktyps vor; erst danach ist der neue Werkstücktyp anwählbar. Da bei den Steuerungssystemen, die den Fachkräften bekannt waren, mit der Anwahl des neuen Typs die Abwahl des alten automatisch verknüpft war, wurde in den Evaluationen teils nach dem Betätigen des Abwahl-Softkeys der notwendige Softkey zur Anwahl des neuen Typs nicht mehr betätigt.

Interessanterweise führten auch Abweichungen der Dialogführung von dem im PC-Bereich bekannten Windows-System zu Verwirrung. So gingen die Fachkräfte in der Evaluation bei Daimler-Benz beispielsweise da-

von aus, daß ein Selektieren eines farblich hervorgehobenen Listenelements nach Art eines Hyperlinks unmittelbar zu den dahinterliegenden Funktionen führen würde. Sie waren überrascht, daß eine Navigation dorthin nur über spezielle Softkeys möglich war. Diese Beobachtung ist ein typisches Beispiel für die zunehmende Vertrautheit von Nutzern mit PC-basierten Dialogprinzipien.

In den Evaluationen finden sich also Beispiele für Interaktionsprobleme, die auf Erfahrungsbrüche infolge inkonsistenter und inkongruenter Benutzungslagen zurückgehen. Die Dringlichkeit einer vereinheitlichten und durchgängig gestalteten Dialogführung für die Steuerung von Maschinen liegt somit auf der Hand – insbesondere, wenn einer Gruppe von Fachkräften die Betreuung mehrerer Maschinen übertragen wird. Allerdings werden sich unterschiedliche Dialogprinzipien infolge des in den Betrieben mittelfristig bestehenbleibenden heterogenen Maschinen- und Steuerungsparks nicht gänzlich vermeiden lassen. In solchen Fällen kommt es darauf an, durch klare und einfach unterscheidbare Merkmale das Erkennen eines diskrepanten Dialogs zu unterstützen. Dies konnte z.B. bei der Auswahl von Einheiten für Nacharbeit im HÜMNOS-Prototypen in einfacher Weise verwirklicht werden. Waren die Fachkräfte von DB es gewohnt, daß alle Einheiten per „Default“ abgewählt sind und sie diejenigen aktivieren, die bearbeiten sollen, so waren es die Fachkräfte von BMW genau umgekehrt gewohnt: Hier sind zunächst alle Einheiten per Default angewählt. Dies hatte in der Evaluation beim FISW zu Irrtümern geführt. Mit der verbesserten Fassung, über Softkeys zusätzlich ein An- oder Abwählen aller Einheiten zu ermöglichen, konnten beide Vorgehensweisen gleichermaßen unterstützt werden.

### 3.3 Bewertung kurzer Wege

In den Evaluationen zeigte sich die Bedeutsamkeit der Gestaltungsanforderung, über kurze Wege einen schnellen Zugriff sowohl auf häufig angewandte Benutzungsfunktionen als auch auf Anzeigen und Informationen anzubieten.

(1) Die Werker vermißten in den Evaluationen einen festen Softkey zum Auslösen des Werkzeugwechsels. Sie bewerteten die Lösung, den Werkzeugwechsel über einen mit zwei Funktionen doppelt belegten Pushbutton anzubieten, als verwirrend und fehlerprovokierend. Weiterhin stellte sich heraus, daß neben Eingriffsfunktionen auch der Zugriff auf Anzeige-

funktionen, wie z.B. diejenigen der Anlagenübersicht oder des Werkstückstatus, über feste Tasten eine Unterstützung gerade des erfahrungsgelernten Arbeitshandelns der Fachkräfte bedeutet. Die zum Aufruf bisher noch zusätzlich notwendigen und mentale Kapazität beanspruchenden Suchaktionen könnten damit wegfallen. Weitere Vorschläge der Fachkräfte für Shortcuts betrafen z.B. eine Art „Anfahrmakro“ zur gebündelten Auslösung standardmäßiger Anfahrfunktionen.

(2) In den Logfile-Aufzeichnungen finden sich Funktionsaufrufe, die nicht im „schnellsten Weg“ enthalten sind und bezogen auf die Aufgabenbewältigung auch nicht als falsch gewertet werden können. Es handelt sich um Handhabungsaktionen mit dem Ziel eines Orientierungsgewinns entweder über das Navigations- und Handhabungssystem oder über den Bearbeitungsstand. Die Auswahl der Anzeigefunktion „Anlagenübersicht“ als typische Transparenzerhöhende Aktion u.a. mit dem Ziel, ein Feedback über ausgeführte Befehle zu erhalten, stellte einen der am häufigsten ausgelösten Softkeys dar. Dies unterstreicht die Bedeutsamkeit eines schnellen Zugriffs auf Informationen und Anzeigen, die den Fachkräften einen Überblick über Bearbeitungsstand und -verlauf im Inneren der Einheiten einer Transferstraße ermöglichen. Damit bestätigt die Evaluation den Befund der Tiefenuntersuchung, daß die Prozeßüberwachung auf der Grundlage einer möglichst umfassenden Transparenz für die Arbeit mit Transferstraßen eine wichtige Rolle spielt und gleichzeitig noch nicht angemessen unterstützt wird. Als Verbesserung regten die Fachkräfte weitere Anzeigen zur Steigerung der Prozeßtransparenz an. So sollte möglichst an jeder Station eine Bohrerüberwachung eingerichtet werden – durch die schnelle Entdeckung gebrochener Werkzeuge ließe sich der Nacharbeitsaufwand verkleinern.

Weiterhin sollten mehrere Informationen nebeneinander aufgerufen werden können, um durch Vergleiche und durch die Gewichtung von Anzeigen verschiedener Informationsquellen Transparenz zu gewinnen. Dieses Prinzip soll z.B. bei BMW einer Neuentwicklung in der Schleiftechnologie zugrunde gelegt werden.

### **3.4 Bewertung von Möglichkeiten für ein explorierendes Navigieren**

In den Evaluationen zeigte sich, daß der Prototyp eine Unterstützung der Bewältigung unerwartet auftretender kritischer Situationen bietet. Ein *explorierendes Navigieren* trat vor allem als Suche nach Alternativwegen

auf, wenn eine bestimmte Funktion im Prototyp nicht funktionierte oder ein Anwendungsmodul noch nicht realisiert war. Ein typisches Beispiel stellt das Verhalten der Fachkräfte bei der Werkzeugwertekorrektur im Rahmen der Aufgabe zum Anfahren der Produktion in der Evaluation vom 12.12.97 dar. Die Fachkräfte fanden zunächst auf Antrieb die Benutzungsfunktion „Werkzeugverwaltung“, in der ein Zugriff auf Werkzeugwerte vorgesehen ist. Die Werker gaben sich mit der erscheinenden Maske „Hier wird die Werkzeugverwaltung noch installiert“ nicht zufrieden und fanden einen Alternativweg zu den Werkzeugwerten über den Bedienbereich „Programmieren“. Eine weitere explorierende Navigation wählte ein Facharbeiter bei der Bewältigung der Aufgabe 4 (Werkzeugwechsel). Da die Benutzungsfunktion „Fahren zur Werkzeugwechselposition“ noch nicht realisiert war, versuchte er, diese Position über die Einschaltbedingungen anzufahren. Dies zeigt, daß die HÜMNOS-Interaktionsstruktur explorierende Aktionen zuläßt – und damit eine wesentliche Bedingung für den Erwerb von Erfahrung durch Ausprobieren erfüllt (zu Rahmenbedingungen für Erwerb und Anwendung von Erfahrung vgl. Schulze, Witt 1997).

### 3.5 Bewertung des Funktionsumfangs des HÜMNOS-Interaktionssystems

Die Fachkräfte bezeichneten in den produktionsnahen Evaluationen die im Prototyp zur Verfügung gestellte Funktionalität als *im Prinzip ausreichend* für die Bewältigung vor allem der Routineaufgaben, wie z.B. Anfahren, Werkstücktypwechsel, Nacharbeit und Werkzeugwechsel im Rahmen der Serienfertigung mit Transferstraßen. Vor einer abschließenden Einschätzung müßte allerdings noch die Integration des Moduls zur Auftrags- und Werkzeugverwaltung abgewartet und erprobt werden. Es wurde vorgeschlagen, in diesem Modul eine Zuordnung von Werkzeugen zu Gruppen nach einer maschinenspezifischen empirischen Standzeitermittlung vorzusehen.

(1) Auch für die Bewältigung kritischer Situationen waren nach Einschätzung der Fachkräfte gute Ansätze in den Evaluationen erkennbar. So fand die im *Bedienbereich Programmieren* prototypisch realisierte WesUF-Optimierungsumgebung (vgl. auch den Beitrag von Schulz und Glockner in diesem Band, S. 157 ff.) auf der Grundlage von Bearbeitungsobjekten bei den Fachkräften trotz technischer Instabilitäten guten Anklang. Durch die Abbildung des Bearbeitungsprogramms in einer Baumstruktur mit

Klartext sowie durch die korrespondierende grafische Darstellung eines bestimmten Arbeitsschritts in der Schemazeichnung des Werkstücks könnten sich gerade weniger erfahrene Fachkräfte schneller mit der Ablaufstruktur vertraut machen. Auch eine Optimierung über Parameterveränderungen, die ganz ohne die Codesprache nach DIN-66025 auskommt, wurde als einfacher und übersichtlicher eingeschätzt. Als Ergänzung sprachen sich die Fachkräfte für eine Möglichkeit aus, einzelne Spindeloperationen „nicht in Ordnung“ setzen zu können, was bisher nur für ganze Werkstücke möglich ist. Durch die neue Funktion könnte der Aufwand für Nacharbeit deutlich reduziert werden, da bis auf einige wenige Bearbeitungen alle weiteren an dem Werkstück noch ausgeführt werden könnten.

(2) Insbesondere die Unterstützung der Störungsbewältigung durch das neu entwickelte *HÜMNOS-Diagnosemodul* fand bei den Fachkräften große Zustimmung (vgl. Albrecht u.a. 1998). In der Evaluation bei Daimler-Benz wurde anhand einer simulierten Störung – Unterbrechen eines Motorschützes – der handlungsorientierte Kreislauf für die Dokumentation und Bereitstellung von störungsbezogenen Erfahrungswerten durchgespielt: Eine SPS-Fehlermeldung wurde simuliert, die Ursache den Fachkräften mitgeteilt, die Störung wurde quittiert und anschließend die Anlage wieder angefahren. Nach Starten der Anlage blendete sich automatisch der Dokumentationsbildschirm der Diagnose auf. Die Fachkräfte hatten nun die Aufgabe, der Fehlermeldung die Ursache „Hauptschütz Q62 des Motors der Gewindeeinheit des Bohrkopfes“ zuzuordnen, indem sie diese im Anlagenbaum selektierten und als Maßnahme „Austausch“ eingaben. Nach kurzer Zeit wurde der Fehler nochmals simuliert. Jetzt zeigte die Diagnose die vorher eingegebene Ursache unmittelbar an. Gleichzeitig erschien eine mit dem Störort verknüpfte Fotografie des gestörten Hauptschützes. Diese Verknüpfung von Fehlermeldungen mit erfahrungsbasierten Ursachen und Maßnahmen bewerteten die Fachkräfte insbesondere für die Bewältigung wiederholt auftretender Störungen im Team als gelungene Unterstützung. Durch die Anzeige der Fotografie des Störortes würde ein Wiedererkennen im Maschineninneren sehr gut unterstützt. Verbesserungsvorschläge der Fachkräfte bezogen sich u.a. auf die Integration einer Suchfunktion, um eine Störungsursache in dem recht umfangreichen Anlagenbaum schneller finden zu können. Oftmals verfolgen die Facharbeiter die Strategie, die Maschine wiederholt und kontrolliert in eine Störung fahren zu lassen, um die Ursache besser eingrenzen zu können. Dafür müsse sich allerdings die mitlaufende Doku-

mentation kurzfristig abstellen lassen. Kritisch merkten die Fachkräfte allerdings an, daß eine bessere Unterstützung im Falle einer Erststörung weiterhin aussteht.

(3) Auch die neuen Funktionen, die das HÜMNOS-Interaktionssystem für ein *fliegendes Bedienfeld* eröffnet, fanden positive Resonanz bei den Fachkräften. Mit *fliegendem Bedienfeld* ist gemeint, daß an jeder beliebigen Einheit einer Transferstraße die Oberflächen der anderen Einheiten aufgerufen werden können. Dies wurde als hilfreich erachtet, da es in der Praxis häufiger vorkäme, daß in kurzen Zeitabständen mehrere Einheiten nacheinander ausfallen. In diesem Fall wird die Störung an der zuerst betroffenen Einheit behoben. Wenn die Maschine dann jedoch wegen einer Folgestörung an einer anderen Einheit nicht angefahren werden kann, müssen die Fachkräfte erst am Hauptbedienfeld die neu gestörte Einheit über die Anlagenübersicht lokalisieren. Mit einem „fliegenden Bedienfeld“ würden somit Wege gespart werden können. Wiederum kritisch wurde auf Schwierigkeiten der Festlegung von Zugriffsrechten und eines gestiegenen Koordinationsaufwands hingewiesen.

(4) Als prinzipiell hilfreich wurde das *Dokumentiermodul* eingeschätzt. Möglichkeiten zur Archivierung von Erfahrungswerten und zur Weitergabe von Informationen z.B. an Schichtpartner wurden als sehr wichtige Funktionalität eingeschätzt. Allerdings konnte die Dokumentierfunktionalität in den Evaluationen infolge der technischen Instabilitäten nur rudimentär getestet werden. So stieß z.B. die angedeutete Option, Änderungen in Bearbeitungseinheiten des Programms durch einen Zeitstempel im Programmbaum hervorzuheben, auf positiven Anklang. Weiterhin erachteten die Fachkräfte eine automatisch aufblendende Anzeige, die alle Änderungen und Nachrichten der Schichtvorgänger im Überblick anbietet, als hilfreich für die Schichtübergabe.

#### **4. Abschließende Bewertung der Nutzerbeteiligung im Projekt HÜMNOS**

Der im HÜMNOS-Verbund exemplarisch beschrittene Weg, bei der Technikentwicklung die Nutzer frühzeitig und möglichst konsequent bei der Konzeption und Entwicklung einzubeziehen, hat sich bewährt. Als besonders innovativ und erfolgreich erwies sich hierbei der Schritt-um-Schritt-Einbezug von Fachkräften. Dadurch konnten eine sukzessive Ent-

wicklung und eine nutzergerechte Realisierung des technischen Systemkonzepts erreicht werden. Auf diese Art und Weise gelang es, die durch Breiten- und Tiefenuntersuchung ermittelten Gestaltungsanforderungen prototypisch umzusetzen und das HÜMNOS-Interaktionssystem immer präziser auf die Anforderungen der Fachkräfte zuzuschneiden. Dieses Vorgehen erlaubte, Möglichkeiten neuer Techniken – wie sie z.B. die Verfahren der Objektorientierung und der Offenlegung von Schnittstellen zur Verfügung stellen – für die nutzerorientierte Gestaltung der Interaktion mit Maschinen und Anlagen auszuschöpfen.

In den Evaluationen konnte durch die fertigungstypischen Evaluationsaufgaben und durch die produktionsnahe Gestaltung der Simulationsanlage für die Fachkräfte ein Erfahrungsraum eröffnet werden. Dadurch wurden eine praxisorientierte Bewertung von Alternativen zu bisherigen Vorgehensweisen und die Einschätzung des Nutzenpotentials handlungsorientierter Interaktionssysteme möglich. Hierbei war der Einsatz mehrerer Protokollmöglichkeiten hilfreich: Aufzeichnungen der ausgelösten Benutzungsfunktionen in Logfile-Dateien, Video-Mitschnitte der Aufgabenbewältigung und Aufzeichnungen der Nachbesprechungen. Die in HÜMNOS gemachten Erfahrungen lassen darüber hinaus weitere Verbesserungsmöglichkeiten für Evaluationen im Kontext des Nutzereinbezugs in innovative Technikentwicklung erkennen. So könnte z.B. eine Verwendung der Logfile-Aufzeichnung als Steuerprogramm für eine Simulation der Bedienaktionen eine Rekonstruktion der Handhabungsaktionen gemeinsam mit den Fachkräften direkt im Anschluß an die Aufgabenbewältigung ermöglichen. Bewertung und Verständnis der intuitiven Handlungslogik in Relation zur Aufgabenstellung wären dann noch besser möglich.