

Arbeitsbericht Nr. 6

**Schnittstellen bei betrieblichen
Informationssystemen**

**- eine Darstellung aus systemtheoretischer und
betriebswirtschaftlicher Sicht -**

von

Dr. Stephan Zelewski

2. Auflage des Arbeitsberichts 3/1986

Köln 1986

Alle Rechte vorbehalten.

Abstract

Der Begriff der Schnittstelle wird vielfach - z.B. im Kontext von Logistik- oder CIM-Konzepten - verwendet, ohne daß eine klare Erläuterung des unterstellten Schnittstellenverständnisses erfolgt. Auf der Basis eines systemtheoretischen Ansatzes wird daher die Vielfalt möglicher Schnittstellendefinitionen aufgezeigt. Die Dimensionen der Ausgestaltung solcher Schnittstellen werden aus vorwiegend betriebswirtschaftlicher Perspektive dargelegt. Es wird ein Anforderungskatalog für die Bewertung von konkreten Schnittstellengestaltungen unterbreitet. Es schließt ein Überblick über aktuelle Bemühungen zur Realisierung von Schnittstellen ab. Hierbei wird weniger Gewicht auf die - zur Zeit vorherrschende Diskussion - der technozentrischen Schnittstellenansätze gelegt. Vielmehr steht die exemplarische Behandlung eines benutzerorientierten Konzepts mit engen Bezügen zur Künstlichen Intelligenz im Vordergrund. Auf dieses Konzept der kooperativen Benutzerschnittstellen wird der o.a. Anforderungskatalog angewendet.

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Einführung in die Schnittstellenproblematik	1
2 Systemtheoretische Ansätze zur Klassifizierung von Schnittstellen	3
3 Betriebswirtschaftliche Aspekte der Schnittstellengestaltung	9
3.1 Dimensionen der Schnittstellengestaltung	9
3.1.1 Statische Betrachtungsweise	9
3.1.1.1 Semiotischer Ansatz	9
3.1.1.2 Gestaltungsprinzipien	13
3.1.2 Dynamische Betrachtungsweise	18
3.2 Anforderungen an Schnittstellen	22
3.3 Überblick über Bestrebungen zur Schnittstellen-Realisierung	28
3.3.1 Technozentrische Konzepte	28
3.3.2 Benutzerorientierte Konzepte	32
3.3.2.1 Das Leistungspotential von kooperativen Benutzerschnittstellen	32
3.3.2.1 Ansätze zur Bewertung von kooperativen Benutzerschnittstellen	35
Literaturverzeichnis	40

1 Einführung in die Schnittstellenproblematik

Bei der Gestaltung betrieblicher Informationssysteme gewinnt der Aspekt der Schnittstellen zunehmend an Beachtung. Diese Entwicklung resultiert aus den komplementären Tendenzen der Modularisierung und Integration von Informationssystemen. Beide führen zu der Notwendigkeit, den Informationsübergang zwischen Teilsystemen durch die Bildung von Schnittstellen zu gestalten.

Trotz dieser - vermeintlich klaren - Ausgangslage birgt die Aufgabe der Schnittstellengestaltung aus betriebswirtschaftlicher Sicht noch eine Fülle von Problemen. Bisher wird dieses Gebiet von technisch orientierten Arbeiten zu Schnittstellenentwürfen und -implementierungen dominiert, die spezifisch betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte außer Acht lassen. Zwar erfolgen etwa seit Beginn der achtziger Jahre erste betriebswirtschaftliche Arbeiten zu dieser Thematik¹⁾. Doch entweder orientieren sich auch sie noch an der einseitig (informations-)technischen Betrachtungsweise²⁾. Oder sie verlagern die Schnittstellendiskussion auf die Erörterung von Unterschieden und Abstimmungsmöglichkeiten zwischen verschiedenen betrieblichen Informationsflüssen³⁾, ohne hierbei das konkrete Problem zu lösen, wie die Schnittstellen, die zwischen solchen Informationsflüssen vermitteln sollen, gestaltet werden können.

Es besteht die unbefriedigende Situation, daß einerseits die Forderung nach wohlgestalteten Schnittstellen in betrieblichen Informationssystemen allgemein anerkannt wird, andererseits betriebswirtschaftlich orientierte Gestaltungskonzepte für die Schnittstellen nur in bruchstückhaften Ansätzen vorliegen. Diese Diskre-

1) Vgl. insbesondere Wüst (1980), S. 425ff.; Krcmar (1983), S. 323ff.

2) Vgl. Wüst (1980), S. 427ff.

3) Vgl. Scheer (1984b), S. 56ff., der - trotz des Titels seiner Publikation - auf Schnittstellen in keiner Weise zu sprechen kommt, sich stattdessen auf den Aspekt der Integration von Informationsflüssen konzentriert. Ähnliches gilt für Müller (1985), S. 108ff.

panz wird schon an den vagen⁴⁾, in ihrer Aussagekraft wenig fruchtbaren Definitionen des Schnittstellenbegriffs deutlich. Als Beispiele⁵⁾ seien hierfür angeführt:

- Pfohl bettet den Schnittstellenbegriff in die (statische) Systemtheorie ein: "Schnittstellen lassen sich generell als Systemgrenzen definieren."⁶⁾
- Sommer baut diesen systemtheoretischen Ansatz differenzierter aus: Eine Schnittstelle ist "... ein Schnitt zwischen zwei Systemen ..., der durch eine Menge von gemeinsamen elementaren Komponenten der beiden Systeme läuft und durch Regeln oder Vorschriften für das erlaubte und geforderte Verhalten auf diesen gemeinsamen Komponenten charakterisiert ist."⁷⁾
- Ähnlich legt sich Grabowski fest: "Eine Schnittstelle ist ein System von Bedingungen, Regeln und Vereinbarungen, das den Informationsaustausch zweier miteinander kommunizierender Systeme ... festlegt."⁸⁾
- Krcmar hebt den Systembezug in dynamischer Weise hervor: "Schnittstellen entstehen, wenn von einem System zu einem anderen System Elemente ausgetauscht werden ... "⁹⁾.
- Wedekind stellt lapidar fest, eine Schnittstelle sei "... die Stelle, die beim "Schneiden" entsteht ... "¹⁰⁾.

4) Vgl. z.B. Grabowski (1985), S. 134, der das Fehlen einer klaren Schnittstellen-Definition beklagt.

5) Vgl. zu weiteren Schnittstellendefinitionen z.B. Pasemann (1985), S. 405.

6) Pfohl (1985), S. 207.

7) Sommer (1986), S. 107; vgl. zum Aspekt der gemeinsamen Elemente auch Voss (1982), S. 3 u. 14.

8) Grabowski (1985), S. 134.

9) Krcmar (1983), S. 325. Allerdings erweist sich diese Definition aus systemtheoretischer Hinsicht problematisch, weil Elemente konstitutive Bestandteile eines Systems darstellen, deren Austausch die Identität der betroffenen Systeme verändern würde. Zumindest müßten die ausgetauschten "Elemente" als akzessorische Systemkomponenten vom konventionellen Elementbegriff abgegrenzt werden.

10) Wedekind (1986), S. 395.

- Wüst beschränkt sich auf Informationssysteme, die sowohl Automaten als auch menschliche Benutzer umfassen: "Eine EDV-Schnittstelle ist die Verbindung zwischen Software-unterstützten Funktionen (DV-Systemen) bzw. zwischen dem Input-erzeugenden Anwender und einem DV-System."¹¹⁾
- Freimuth definiert Schnittstellen nur mittelbar durch die Ursache ihres Entstehens: "Schnittstellen sind die automatische Konsequenz ... der Trennung eines ursprünglich ganzheitlichen Prozesses in Teilverrichtungen."¹²⁾

Die nachfolgenden Ausführungen können die betriebswirtschaftliche Schnittstellenproblematik nicht lösen. Sie sollen aber dazu beitragen, die Determinanten der Schnittstellengestaltung klarer herauszuarbeiten und so eine Basis für spätere konkrete Lösungsansätze vorzubereiten.

2 Systemtheoretische Ansätze zur Klassifizierung von Schnittstellen

Bereits die eingangs exemplarisch angeführten Schnittstellen-Definitionen aus der vornehmlich betriebswirtschaftlich orientierten Literatur lassen erkennen, daß bei der Einbettung des Schnittstellenbegriffs in ein Erkenntniskonzept das systemtheoretische Deutungsmuster vorherrscht. Für diese Vorgehensweise spricht, daß sich die Modularisierungs- und Integrationsprozesse, die den Gestaltungsbedarf für Schnittstellen begründen, ebenfalls im systemtheoretischen Kontext durch die Bildung bzw. Verknüpfung von Subsystemen in übersichtlicher Weise beschreiben lassen. Daher wird am systemtheoretischen Bezugspunkt für die Schnittstellendefinition festgehalten: Eine Schnittstelle ist ein Gebilde, das die Beziehung zwischen

11) Wüst (1980), S. 427. Es bleibt unklar, warum Wüst die Schnittstelle zwischen einem Output-erzeugenden DV-System und seinem Anwender implizit ausschließt.

12) Freimuth (1986), S. 235.

einer nicht-leeren Menge von Systemen und ihrer Umwelt herstellt.

Zur Verdeutlichung dieser allgemeinen Schnittstellendefinition ist anzumerken: Das "Gebilde" selbst kann, muß aber nicht ein System sein. Der Bezug auf eine Systemmenge ermöglicht es, Schnittstellen zu erfassen, die jeweils mehreren Bezugssystemen gemeinsam zukommen. Die "Umwelt" ist bei der Betrachtung eines einzelnen Bezugssystems das inhaltlich konturlose Systemäußere oder das inhaltlich strukturierte Umsystem. Im Falle von mehreren Bezugssystemen kommt zu den beiden vorgenannten Umweltinterpretationen eine dritte hinzu: In selbstreferentieller Weise kann die "Umwelt" der Bezugssysteme mit diesen selbst identifiziert werden; die Schnittstelle stellt dann die Beziehungen zwischen den Bezugssystemen her.

Innerhalb dieser Rahmen-Definition lassen sich mehrere Typen von Schnittstellen unterscheiden. Abstrakte Schnittstellentypen (Klassen) sind jeweils durch eine der nachfolgend vorgestellten Typen definiert, konkrete Schnittstellentypen durch entsprechende (zulässige) Kombinationen ihrer abstrakten Vorgänger.

Im Hinblick auf die Mächtigkeit der Menge von Systemen, zu denen eine Schnittstelle in Beziehung gesetzt wird, können Schnittstellen mit ein- und mit mehrfachem Systembezug gebildet werden, die sich ihrerseits wiederum in je zwei Untertypen aufteilen lassen.

Schnittstellen mit mehrfachem Systembezug stellen vermittelnde Komponenten zwischen mehreren Systemen dar¹³⁾. Hinsichtlich ihrer bautechnischen Implementierung kann zwischen selbständigen und unselbständigen Schnittstellen differenziert werden.

Selbständige Schnittstellen sind als bautechnische Einheit verwirklicht¹⁴⁾. Sie lassen sich als Systeme sui generis auffassen (autonome Schnittstellen)¹⁵⁾. Charakteristische Beispiele für diesen Typus sind Adapter, die zwischen Geräte geschaltet werden, und auton-

13) Vgl. Voss (1982), S. 3 u. 14; Sommer (1986), S. 107.

14) Vgl. Wüst (1980), S. 429, Abb. 3.

15) Vgl. Grabowski (1985), S. 134.

me Datenbanksysteme, die im Rahmen des CIM-Konzepts verschiedene informationsverarbeitende Systeme zum Zwecke der Datenintegration miteinander verbinden. Auch ein Kommunikationsnetzwerk, das in einem Rechnerverbundsystem mehrere informationsverarbeitende Systeme miteinander verknüpft, kann als eine selbständige Schnittstelle betrachtet werden.

Unselbständige Schnittstellen werden dagegen über ihre Bezugssysteme verteilt, als deren Subsysteme sie jeweils verwirklicht werden; folglich werden sie auch als verteilte Schnittstellen bezeichnet. Dies ist etwa der Fall, wenn ein Kommunikationsprotokoll als Schnittstelle zwischen vernetzten Informationssystemen in mehrere Komponenten zerlegt wird, die - z.B. als Kommunikationsprä- und -postprozessoren - jeweils in einem der beteiligten Informationssysteme implementiert werden.

Schnittstellen mit einfachem Systembezug sind Bestandteile von jeweils einem System. Hierbei ist es möglich, eine weiterführende Unterscheidung hinsichtlich der zentralen oder peripheren Lage der Schnittstelle im Bezugssystem vorzunehmen.

Eine Schnittstelle mit zentraler Lage bildet ein Subsystem in ihrem Bezugssystem; sie wird eine eingebettete Schnittstelle genannt. Sie besitzt eine innere, zumindest aus Elementen und Relationen bestehende Struktur wie jedes gewöhnliche (Sub-)System. Zu diesem Typ gehören z.B. Schnittstellen von Mikrocomputern, welche die Anbindung an ein Kommunikationsnetzwerk ermöglichen und in den Mikrocomputern vollständig implementiert sind.

Schnittstellen mit peripherer Lage gehören zur (äußeren) Begrenzung¹⁶⁾ ihres Bezugssystems. Sie sind entweder Teile der Systemgrenze oder werden mit der Systemgrenze¹⁷⁾ insgesamt gleichgesetzt. Reale Beispiele für solche peripheren Schnittstellen können nicht gege-

16) Als Systemgrenze wird hier die Umhüllende aller Systemelemente betrachtet, die selbst kein Systemelement beinhaltet. Wegen dieser Elementefreiheit der Systemgrenze stellt sie eine gedankliche Konstruktion ohne Realitätsäquivalent dar.

17) Vgl. Feierabend (1980), S. 56; Sommer (1986), S. 107.

ben werden, weil es sich um eine gedankliche Fiktion handelt. Denn jede reale Entität stellt ihrerseits eine strukturierte Entität dar, die zwar als Schnittstelle ein Subsystem ihres Bezugssystems, nicht aber eine strukturlose Systemgrenze sein kann.

Nach dem Gesichtspunkt der Schnittstellenaktivität läßt sich zwischen aktiven und passiven Schnittstellen differenzieren.

Aktive Schnittstellen zeichnen sich dadurch aus, daß sie mindestens eine informationsverarbeitende Funktion selbst ausführen. Hierbei läßt sich weiterhin in bezug auf den Funktionsumfang zwischen mono- und polyfunktionalen Schnittstellen differenzieren. Monofunktionale Schnittstellen erfüllen genau eine Funktion. Hinsichtlich der jeweils betroffenen Funktionsart lassen sich Schnittstellen für die Informationsaufnahme, -abgabe, -speicherung, -weiterleitung oder -transformation klassifizieren. Multifunktionale Schnittstellen realisieren jeweils eine Kombination dieser Funktionen. Eine monofunktionale Schnittstelle stellt z.B. ein Bildschirm dar, der ausschließlich die Funktion der Informationsausgabe erfüllt, also z.B. keinen eigenen Bildspeicher besitzt. Benutzerschnittstellen von Automatischen Informationsverarbeitungssystemen (kurz: Computersystemen) gehören dagegen zum multifunktionalen Typ, weil sie zumindest die Ein- und Ausgabefunktion erfüllen, darüber hinaus aber auch oftmals Informationen speichern und den Informationsinhalt transformieren¹⁸⁾.

Passive Schnittstellen erfüllen keine informationsverarbeitende Funktion. Reale Beispiele für diesen Typ existieren nicht, da solche Schnittstellen infolge ihrer Funktionslosigkeit die reine Abundanz bedeuteten. Dennoch lassen sie sich als gedankliches Konstrukt rechtfertigen. Denn die o.a. peripheren Schnittstellen bilden an den Grenzen ihrer Bezugssysteme solche passiven Schnittstellen.

18) Näheres hierzu auf S. 32ff.

Hinsichtlich des Zwecks der Schnittstellengestaltung ist zwischen dem Zweckumfang und der Zweckart zu differenzieren. Die Betrachtung des Zweckumfangs führt zu monofinalen Schnittstellen, deren Bildung nur ein Zweck zugrundeliegt, und zu polyfinalen Schnittstellen mit mehreren Zwecksetzungen. In bezug auf die Zweckart läßt sich zwischen trennenden und verbindenden Schnittstellen abgrenzen. Trennende Schnittstellen werden bei der Systemmodularisierung geschaffen, um wohldefinierte Grenzen zwischen den entstehenden Subsystemen (Modulen) zu schaffen. Verbindende Schnittstellen werden bei der Systemintegration eingerichtet, um zuvor selbständige (Teil-)Systeme zu einem Gesamtsystem zu verknüpfen. Da sich die Prozesse der Modularisierung und Integration nicht gegenseitig ausschließen, sondern zueinander komplementär verhalten, erfüllen die meisten Schnittstellen bei Informationssystemen beide Zwecksetzungen zugleich. Dies gilt z.B. für die - polyfinalen - Schnittstellen von Softwaremodulen, die sowohl der grenzziehenden Modulbildung als auch der integrierenden Modulverknüpfung dienen.

Unter Bezugnahme auf den Realisierungsgrad läßt sich zwischen fiktiven und realen Schnittstellen unterscheiden. Erstgenannte liegen nur als gedankliche Konstrukte vor. Reale Schnittstellen wurden dagegen implementiert, d.h. als bautechnische Einheit(en) eines Informationssystems verwirklicht. Nach der Art der Implementierungstechnik können weiterführend Soft-, Firm- und Hardwareschnittstellen (sowie deren Kombinationen) unterschieden werden.

Im Hinblick auf das (jeweils tonangebende) Gestaltungsprinzip bei der Schnittstellenbildung können im Grundsatz beliebig viele Schnittstellen-Typen gebildet werden, weil der Begriff des Gestaltungsprinzips als solcher nicht mit endlicher Extension definiert ist. Trotz dieser begrifflichen Offenheit lassen sich aber drei vorherrschende Varianten in der betriebswirtschaftlichen Literatur identifizieren. Überrasgende Bedeutung kommt dem Gestaltungsprinzip der Datenorientierung zu¹⁹⁾, das vornehmlich im Hinblick auf das CIM-

19) Vgl. S. 12ff.

Konzept Beachtung findet. Die beiden weiteren Gestaltungsprinzipien - das der Funktions-²⁰⁾ und das der Prozeßorientierung²¹⁾ - werden dagegen weit seltener angesprochen.

Die vorgestellte Typisierung möglicher Erscheinungsformen von Schnittstellen bei Informationssystemen mag hinreichen, um die Vielschichtigkeit des Schnittstellenbegriffs zu verdeutlichen²²⁾. Sie wird noch dadurch verstärkt, daß eine reale Schnittstelle - je nach dem Blickwinkel, unter dem sie betrachtet wird, - zugleich mehreren, abstrakten Schnittstellentypen angehören kann (konkreter Schnittstellentyp²³⁾). Als weitere Komplizierung wirkt, daß nicht jede Kombination von Schnittstellentypen zulässig ist, während andere a priori notwendig erfüllt sein müssen. So kann z.B. eine eingebettete niemals zugleich eine verteilte Schnittstelle sein. Dagegen muß eine periphere immer auch eine passive Schnittstelle darstellen.

Nachfolgend wird von der eingangs definierten allgemeinen Schnittstellendefinition ausgegangen, sofern nicht auf charakteristische Eigenschaften eines bestimmten Schnittstellentyp explizit Bezug genommen wird.

20) Vgl. S. 14f.

21) Vgl. S. 15f.

22) Weitere Schnittstellentypen, die in den nachfolgenden Ausführungen nicht enthalten sind, finden sich bei: Feierabend (1980), S. 57ff., der Schnittstellen unterschiedlicher Ordnung und Schnittstellen mit verschiedenen ausgetauschten Objekten (Materialien und Informationen) anführt; Krcmar (1983), S. 329ff., mit der Differenzierung zwischen Erfassungs-, Datei- und Programmschnittstellen; Encarnacao (1984), S. 51, in bezug auf Hard- und Software-Schnittstellen; Pfohl (1985), S. 87 u. 207f., der zwischen intra- und innerorganisatorischen (unternehmungsin- bzw. -externen) Schnittstellen sowie - ähnlich Feierabend - zwischen Schnittstellen erster, zweiter und dritter Ordnung unterscheidet; Grabowski (1985), S. 135f., der Sprach-, Programm- und Datenschnittstellen voneinander abgrenzt, u. S. 136ff., mit der Differenzierung zwischen Benutzer-, Graphik-, Datenbanksystem-, Netz-, Modelldatenaustausch- und Anwenderprogrammkopplungsschnittstellen.

23) Vgl. S. 3.

3 Betriebswirtschaftliche Aspekte der Schnittstellengestaltung

3.1 Dimensionen der Schnittstellengestaltung

3.1.1 Statische Betrachtungsweise

Bei der statischen Betrachtungsweise wird die einmalige Gestaltung von Schnittstellen im Zusammenhang mit einem vorgegebenen betrieblichen Informationssystem untersucht. Die Dimensionen der Schnittstellengestaltung lassen sich sowohl in semiotischer Hinsicht als auch nach dem - bereits o.a. - Aspekt des vorherrschenden Gestaltungsprinzips entfalten.

3.1.1.1 Semiotischer Ansatz

Die semiotische Betrachtungsweise knüpft unmittelbar an die o.a. Schnittstellen-Definition an, der zufolge Schnittstellen Informationen zwischen Bezugssystem(en) und Umwelt vermitteln. Der Informationsfluß, der diese Schnittstellen durchsetzt, besteht aus Ausdrücken einer Sprache, deren Vereinbarung zwischen Bezugssystem(en) und Umwelt vorausgesetzt wird. In diesem Deutungsmuster läßt sich die Aufgabe der Schnittstellengestaltung in die drei Teilaufgaben zerlegen, die semiotischen Ebenen der sprachlichen Syntax, Semantik und Pragmatik auszuformen.

Die syntaktische Schnittstellengestaltung erfordert, daß die Signale, die durch die Schnittstelle physikalisch übermittelt werden, von Sender und Empfänger in gleicher Weise als Zeichen der vereinbarten Sprache interpretiert werden²⁴⁾. Darüber hinaus muß gewährleistet werden, daß die Kombinationen von Zeichen durch Sender und Empfänger nach den gleichen syntaktischen Regeln als übereinstimmende Ausdrücke der zugrundeliegenden Sprache gebildet bzw. verstanden werden. Auf diese - komplizierte - syntaktische Dimension der Schnittstellengestaltung wird nicht weiter eingegangen,

24) Vgl. Grabowski (1985), S. 134.

weil sie informationstechnische Probleme ohne unmittelbare betriebswirtschaftliche Relevanz betrifft²⁵⁾.

In semantischer Hinsicht muß dafür Sorge getragen werden, daß die übermittelten Ausdrücke jeweils von Sender und Empfänger - bei übereinstimmender Syntax - mit gleichen Bedeutungen belegt werden. Andernfalls können Mißinterpretationen zu erheblichen Fehlern bei der Verarbeitung der ausgetauschten Informationen führen. Umgekehrt ist auch zu gewährleisten, daß gleiche Sachverhalte von Sender und Empfänger mit den gleichen Ausdrücken bezeichnet werden, da sonst inhaltlich relevante Informationen infolge unterschiedlicher Bezeichnungen übersehen werden könnten. Beide vorgenannten Bedingungen zusammen definieren die Konsistenz einer Schnittstelle.

Die Konsistenz des betrieblichen Informationssystems - zumindest aber an den Schnittstellen zwischen den verknüpften Teilsystemen - stellt eine Anforderung dar, die in der Praxis zumeist nicht erfüllt ist. Beispielsweise sei auf die unterschiedliche Interpretation der Bezeichnung "Auftrag" durch die kundenorientierte Auftragsakquisition und -verwaltung ("Kundenaufträge") einerseits sowie die produktionsorientierte Arbeitsvorbereitung ("Fertigungsaufträge") andererseits hingewiesen. Ebenso kann die Arbeitsvorbereitung bei der (fertigungs-)kostenorientierten Maschinenbelegungsplanung unter der Bezeichnung "Gemeinkosten" den Fertigungsgemeinkostenanteil verstehen, der im Rahmen einer traditionellen Zuschlagskalkulation ermittelt wird, während im Rechnungswesen, das eine entscheidungsorientierte Deckungsbeitragsrechnung anwendet, die Gemeinkosten eines (Fertigungs-)Auftrags nach den Grundsätzen von Riebel ermittelt werden. Beispiele dieser Art ließen sich beliebig vermehren.

25) Näheres zu diesen Problemen, die vornehmlich im Kontext der Gestaltung von Kommunikations-Protokollen erörtert werden, bei Schmitz (1981), S. 103ff.

Die historisch gewachsene Vielfalt unterschiedlicher Ausdeutungen für (syntaktisch) gleiche betriebswirtschaftliche Begriffe und - vor allem unternehmungsspezifisch geprägter - verschiedener Bezeichnungen für inhaltsgleiche Sachverhalte führen dazu, daß die semantische Konsistenz zur Zeit nur für Schnittstellen zwischen eng abgegrenzten betrieblichen Teilbereichen überblickt und unter Umständen auch gewährleistet werden kann. Theoretische Ansätze²⁶⁾, das Begriffsspektrum betrieblicher Informationssysteme durch ein konzeptuelles (Daten-)Schema insgesamt zu erfassen, vermochten sich noch nicht durchzusetzen. Noch größere Schwierigkeiten entstehen, wenn im Rahmen des zwischenbetrieblichen Informationsaustauschs die Konsistenz der Schnittstellen zwischen den Informationssystemen unterschiedlicher Unternehmungen hergestellt werden soll. Es ist nicht auszuschließen, daß die Abstimmung verschiedener unternehmungsspezifischer Begriffsapparate von Prestige- und Machtfragen erheblich beeinflußt wird²⁷⁾.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die semantische Schnittstellengestaltung für umfassendere inner- und zwischenbetriebliche Informationssysteme noch wenig durchdrungen ist. Als betriebswirtschaftliche Beiträge sind diesbezüglich die Entwicklung konsistenter Begriffssysteme ("konzeptuelle Schemata") und der Entwurf von Strategien erforderlich, die bei der Einführung solcher begrifflichen Ordnungen Konsens unter allen Betroffenen herstellen sollen.

26) Vgl. Scheer (1978), S. 155ff., insbesondere S. 317ff.; Scheer (1984a), S. 200ff.; Wolf (1986), S. 104ff.

27) Vgl. auch die Anmerkungen auf S. 19f. zu dem Einwand, die Festlegung von Schnittstellen führe zu einer inakzeptablen Festschreibung von Informationsnormen. Dieses Argument kann auch von einer Unternehmung benutzt werden, um sich gegen die Festlegung auf eine bestimmte - ihr fremde - Begriffsordnung zu stemmen.

Die pragmatische Schnittstellengestaltung erfordert, daß in den Teilsystemen, die durch Schnittstellen miteinander verbunden werden, die Ziele der jeweils erfolgenden Informationsverarbeitung miteinander harmonisieren. Zielharmonie bedeutet keineswegs Zielidentität, doch muß sichergestellt sein, daß die Zielerreichung in einem Teilsystem nicht die in einem anderem Teilsystem beeinträchtigt. Durch lokale Suboptimierungen in Teilsystemen, deren Verarbeitungsziele nicht aufeinander abgestimmt sind, wird diese Forderung nach Zielharmonie in der betrieblichen Realität jedoch oftmals verletzt.

Die mangelhafte pragmatische Schnittstellengestaltung läßt sich am Beispiel des logistischen Ansatzes verdeutlichen, den Materialfluß durch verschiedenen betriebliche Teilbereiche in einer logistischen Kette zu integrieren. Hierbei wird das übergeordnete logistische Ziel, die Materialbestände (-lager) zum Zweck niedriger Kapitalkosten für das Umlaufvermögen möglichst gering zu halten, von Subzielen der involvierten Teilbereiche unter Umständen konterkariert²⁸⁾: Der Beschaffungsbereich strebt nach günstigen Einkaufskonditionen, die bei Gewährung von Mengenrabatten durch die Lieferanten - durch große Bestellmengen (und entsprechend große Materialeingangslager) erzielt werden können. Im Produktionsbereich wird eine gleichmäßige Anlagenausnutzung beabsichtigt, was dazu führt, hohe Zwischenlagerbestände als Materialpuffer vorzuhalten. Schließlich zielt der Absatzbereich auf eine hohe Versorgungssicherheit ab und hortet daher umfangreiche Endproduktmengen im Absatzlager. Alle drei Teilbereiche verfolgen damit partikuläre Ziele mit bestandserhöhender Wirkung, welche dem logistischen Ziel der Bestandsreduzierung zuwiderlaufen.

28) Vgl. die - weitergehenden - Ausführungen von Eidenmüller (1986), S. 620f.; vgl. auch Feierabend (1980), S. 64f. u. 68; Freimuth (1986), S. 235 u. 238f. Die nachfolgend angeführten Bereichsziele stellen nur mögliche, keineswegs notwendige Zielvorgaben dar.

Die Ausführungen zur semantischen und pragmatischen Schnittstellengestaltung lassen deutlich werden, daß sich die betriebswirtschaftlichen Gestaltungsaufgaben nicht auf die jeweils betrachteten Schnittstellen im strengen Sinne beschränken lassen. Vielmehr erstreckt sich ihr Wirkungsbereich in das gesamte, durch die Schnittstellen zu verknüpfende betriebliche Informationssystem, das an die "Schnittstellen"-Postulate der semantischen Konsistenz und der pragmatischen Harmonie anzupassen ist.

Eine noch weiter gehende Rückwirkung auf das betriebliche Informationssystem ergibt sich, wenn die zu gestaltenden Schnittstellen nicht als solche vorgegeben sind, sondern zuvor nach einer zufriedenstellenden Schnittstellenbildung gesucht werden muß. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, eine Bestandsaufnahme des vorhandenen Informationssystems durchzuführen, Formalziele für den Prozeß der Schnittstellenbildung zu definieren und schließlich das Informationssystem zielentsprechend in Module zu zerlegen. Als Komplement zur Modulbildung ergeben sich die gesuchten Schnittstellen. Da diese Aufgabe der Informationssystem-Analyse und -Zerlegung der hier betrachteten Schnittstellengestaltung vorgelagert, aber nicht immanent ist, wird sie hier nicht weiter ausgeführt²⁹⁾.

3.1.1.2 Gestaltungsprinzipien

Für die Gestaltung von Schnittstellen herrschen die Prinzipien der daten-, der funktions- und der prozeßorientierten Vorgehensweise vor. Unter diesen drei dominiert wiederum das Prinzip der Datenorientierung³⁰⁾, das zur Zeit insbesondere im Hinblick auf die Integra-

29) Vgl. zu dieser Thematik z.B. die Beiträge in dem Sammelwerk Grochla (1974) und Schmitz (1978), S. 282ff.

30) Vgl. Krcmar (1983), S. 342f.; Scheer (1984a), S. 16ff.; Scheer (1984b), S. 74 i.V.m. S. 66ff.; Hackstein (1984), S. 245ff.; Lay (1984), S. 12f. u. 34; Spur (1984), S. 77 u. 133; Encarnacao (1984), S. 49f.; Pfohl (1985), S. 87ff.

tion der Informationsverarbeitung in der Fabrik der Zukunft diskutiert wird. Mittels eines Datenbanksystems, auf das alle informationsverarbeitenden Teilbereiche gemeinsam zugreifen, sollen deren Verarbeitungsprozesse koordiniert werden.

Der datenorientierte Ansatz stellt insofern ein "natürliches" Gestaltungsprinzip dar, als jede Schnittstelle in informationsverarbeitenden Systemen von einem Informationsstrom³¹⁾ durchsetzt wird. Er kann sowohl in konventioneller Weise durch eine zentrale, großvolumige Datenbank als auch durch eine dezentrale, über die Knoten eines Netzwerks verteilte Datenbank³²⁾ realisiert werden. Auch Kombinationen beider Konzepte - etwa durch eine zentrale Datenbank für Informationen, die von den meisten Bereichen benötigt werden, und mehrere dezentrale Daten(teil)banken für die jeweils nur lokal verwendeten Daten - sind möglich³³⁾.

Das datenorientierte Gestaltungsprinzip deckt die Dimensionen der syntaktischen und semantischen Schnittstellengestaltung zufriedenstellend ab. Denn in syntaktischer Hinsicht läßt sich eine größere Zahl kommerzieller Datenbanksysteme in Software für die Informationsverarbeitung einbinden. Die konzeptuellen Schemata, die dem Entwurf von Datenbanksystemen zugrundegelegt werden (sollten), sorgen für die semantische Konsistenz der gekoppelten Informations(teil)systeme.

Doch als gravierender Nachteil des datenorientierten Gestaltungsprinzips verbleibt, daß die pragmatische Dimension keine hinreichende Berücksichtigung erfährt. Die Benutzung eines gemeinsamen Datenbanksystems stellt nicht sicher, daß von den zugreifenden informationsverarbeitenden Prozessen Ziele erfüllt werden, die miteinander harmonieren.

Darüber hinaus bleibt die Datenorientierung im Regelfall auf die Gestaltung von Schnittstellen zwischen automatisierten Teilen des innerbetrieblichen Informa-

31) Daten und Informationen werden als Synonyma betrachtet.

32) Vgl. Scheer (1984a), S. 56f.; Spur (1984), S. 135ff.

33) Vgl. Mertins (1986), S. 26.

tionssysteme beschränkt. Schnittstellen zwischen Computersystemen und ihren Benutzern können nur hinsichtlich der Informationsein- und -ausgabe auf den Austausch von Daten reduziert werden. Zwar trifft diese restriktive Sichtweise auf einfache Fakten-Archivierungs- und Retrieval-Systeme noch zu, doch erweist sie sich für gewöhnliche betriebliche Anwendungen von Informationssystemen als zu eng. Bei letztgenannten steht die Übertragung von Informationsverarbeitungsaufgaben an Automaten im Vordergrund, welche eine Ausrichtung der Benutzerschnittstellen an zu erfüllenden Aufgaben (Funktionen) erfordert.

Der datenorientierten Gestaltung der Schnittstellen von zwischenbetrieblichen Informationssystemen steht im Wege, daß die Einrichtung gemeinsamer Datenbanken durch wirtschaftlich und rechtlich selbständige Unternehmungen äußerst unwahrscheinlich erscheint. Denn das Bestreben, unternehmensinterne Informationen vor dem Zugriff durch Dritte zu schützen, um die Informationsverbreitung an potentielle Konkurrenten zu unterbinden, stellt eine wirksame Barriere dar.

Das Prinzip der Funktionsorientierung richtet die Gestaltung von Schnittstellen an den Aufgaben (Funktionen) aus, die von den verknüpften Teilen des betrieblichen Informationssystems erfüllt werden sollen³⁴⁾. Über solche Schnittstellen werden zwar real Informationsströme - ebenso wie bei datenorientiert gestalteten Schnittstellen - ausgetauscht. Doch die involvierten Teilsysteme sprechen sich gegenseitig nicht im Hinblick

34) Vgl. Scheer (1984a), S. 37ff. Auf dem Prinzip der Funktionsorientierung basieren die Ausführungen von Krcmar (1983), S. 335ff., und Mertins (1986), S. 26. Dennoch bleiben diese Autoren bei einer funktionalen Gliederung der Teilbereiche eines Informationssystems, die durch Schnittstellen miteinander verknüpft werden sollen, stehen, ohne die funktionsorientierte Gestaltung der Schnittstellen selbst materiell auszuführen. Darüber hinaus vermengen sie partiell funktions- und datenorientiertes Konzept, indem sie die Datenübergabe an den Schnittstellen zwischen Funktionsbereichen in den Vordergrund rücken. Besonders offensichtlich wird dies an folgender Feststellung von Krcmar (1983), S. 335: "Die funktionalen Schnittstellen ... werden in einem datenflußorientierten Integrationsmodell verdeutlicht."

auf die auszutauschenden Informationen, sondern hinsichtlich der Aufgaben an, die vom jeweils gerufenen Teilsystem für das jeweils anfordernde Teilsystem erfüllt werden sollen.

Es klang bereits oben an, daß sich eine solche Funktionsorientierung unmittelbar für die Gestaltung von Benutzerschnittstellen anbietet. Darüber hinaus ist aber eine funktionale Gestaltung auch für Schnittstellen zwischen automatisierten Teilsystemen erwägenswert. Denn die Ausrichtung an den Aufgaben, deren Erfüllung durch andere Teilsysteme über eine solche Schnittstelle aufgerufen wird, erzwingt - im Sinne einer vollständigen Aufgabenbeschreibung - die Analyse der verfolgten Informationsverarbeitungsziele. Hierdurch findet die pragmatische Dimension der Schnittstellengestaltung die Berücksichtigung, die bei der Datenorientierung vermißt wird. Dieser Vorzug wird jedoch dadurch erkauft, daß die semantische Konsistenz, die seitens der Datenbank-Integration nachhaltig unterstützt wird, keine ausdrückliche Beachtung findet. Es ist keineswegs zwingend, daß die Begriffe von Aufgabenbeschreibungen in unterschiedlichen Teilsystemen in derselben Weise interpretiert werden.

Das Gestaltungsprinzip der Prozeßorientierung ist mit dem der Funktionsausrichtung eng verwandt³⁵⁾, weil die Erfüllung einer Informationsverarbeitungsaufgabe durch die Ausführung eines informationsverarbeitenden Prozesses erfolgt. Dennoch liegt keine Identität der beiden Prinzipien vor, weil dieselbe Aufgabe durch unterschiedliche Prozesse verrichtet werden kann und umgekehrt auch derselbe Prozeß zur Erfüllung verschiedener Aufgaben beizutragen vermag. Beispielsweise läßt sich eine Sortieraufgabe durch mehrere Sortier Routinen erledigen, während solche Sortierprozesse sowohl für die Ordnung von Adreßlisten als auch für Reihenfolgebildungen in den Knotenlisten von branch and bound- Algorithmen dienen können.

35) Deswegen wird es in der (ausgewerteten) Literatur nicht als eigenständiges Gestaltungsprinzip genannt.

Bei einer prozeßorientiert gestalteten Schnittstelle ruft ein Teilsystem ein anderes durch Angabe der Prozesse auf, die es zur Erfüllung seiner eigenen Aufgaben benötigt. Ein Vorteil gegenüber dem Prinzip der Funktionsorientierung ist nicht ersichtlich. Vielmehr geht der Freiheitsgrad des aufgerufenen Teilsystems, gegebenenfalls zwischen mehreren internen Prozessen für die Erfüllung einer ihm übertragenen Aufgabe wählen zu können, verloren. Ebenso wird das aufrufende System genötigt, über die zu erfüllende Funktion hinaus für die Ansprache der Schnittstelle eine bestimmte Prozeßart für die Funktionserfüllung festzulegen. Infolge dieser zweifachen Überspezifizierung erachtet der Verf. das Prinzip der Prozeßorientierung im allgemeinen als unwesentlich. Es kann von dem der Funktionsorientierung vollständig ersetzt werden. Nur in dem Spezialfall eines verteilten Methodenbanksystems liegt die Prozeßorientierung der Schnittstellen zwischen den dezentralen Systemteilen auf der Hand, da die verwalteten Methoden stets informationsverarbeitende Prozesse darstellen.

Vorangehend konnten die Dimensionen der Schnittstellengestaltung nur grob skizziert werden. Konkrete Ausfüllungen dieses Gestaltungsrahmens müssen im Einzelfall erfolgen. Die Komplexität dieser Aufgabe findet auch darin ihren Ausdruck, daß in jüngster Zeit Expertensysteme diskutiert werden, die ihre Benutzer bei der Schnittstellengestaltung beraten sollen. Zu diesem Zweck müssen die Expertensysteme Wissen über die Möglichkeiten der Schnittstellengestaltung, über deren Konsequenzen im Hinblick auf Gestaltungsziele und über die Verträglichkeit von Gestaltungsmaßnahmen untereinander verfügen. Ein erster Ansatz zur Realisierung dieses Beratungskonzepts liegt bereits vor, bleibt allerdings auf die syntaktische Dimension in einem sehr eng begrenzten Anwendungsbereich beschränkt³⁶⁾.

36) Vgl. o.V. (1986d), S. 67, in bezug auf ein Expertensystem zur Gestaltung von Schnittstellen zwischen dem UNILINK-Kommunikationsnetzwerk für den Fabrikbereich einerseits und die hieran anzuschließenden (D)NC-Maschinen andererseits.

3.1.2 Dynamische Betrachtungsweise

Bei der dynamischen Betrachtung werden Rückwirkungen erfaßt, welche die Gestaltung von Schnittstellen auf diejenigen Ziele auszuüben vermag, die ursprünglich der Schnittstellenbildung zugrundegelegt wurden. Als solche Ziele wurden oben - anläßlich der Unterscheidung finaler Schnittstellentypen - die Modularisierung von (monolithischen) Informationssystemen und die Integration von Informationsteilsystemen zu einem Gesamtsystem angeführt.

Das Integrationsziel wird mitunter in einer mißverständlichen Weise als die "Überwindung" von Schnittstellen zwischen den Teilsystemen eines Informationssystems umschrieben³⁷⁾. Diesem Ansatz liegt der Typ einer passiven Schnittstelle - im Sinne einer Grenze zwischen ihren Bezugssystemen - zugrunde. Ferner wird davon ausgegangen, daß die Teilsysteme (Bezugssysteme) nicht in der gewünschten Weise miteinander kooperieren, weil ihre wechselseitige Abstimmung durch die Grenz-Schnittstellen verhindert wird. Die Integration der Teilsysteme zu einem Gesamtsystem mit zielgerecht zusammenwirkenden Teilen wird aber nicht durch die Abschaffung aller Schnittstellen erreicht³⁸⁾, sondern durch die Transformation der passiven, nur begrenzenden Schnittstellen in aktive, die Teilsystem-Koordinierung vermittelnde Schnittstellen. Das Schnittstellenproblem zwischen unzureichend koordinierten Teilsystemen wird also nicht "überwunden", sondern durch die - vom Integrationsziel geleitete - Ausgestaltung der betroffenen Schnittstellen gelöst³⁹⁾.

37) Vgl. Krcmar (1983), S. 326 u. 328. Dies folgt auch mittelbar aus Wüst (1980), S. 440, der behauptet, die Schnittstellenanzahl verhalte sich umgekehrt proportional zum Integrationsgrad eines Informationssystems. In gleicher Weise äußert sich Krcmar (1983), S. 344.

38) Es wird hierbei von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Systemintegration zu einem modular strukturierten Gesamtsystem führen soll. Von der Alternative, ein monolithisches Gesamtsystem zu konzipieren, wird wegen der ungelösten Probleme, die Komplexität eines solchen Systems unstrukturiert zu handhaben, abgesehen.

39) Vgl. Pfohl (1985), S. 207.

Neben der soeben angesprochenen Veränderung des Schnittstellentyp durch Maßnahmen zur Realisierung des Integrationsziels erfolgt oftmals ein zweiter Effekt, der - in Anlehnung an Kern - als ungewollte Verlagerung des Schnittstellenproblems bezeichnet werden kann. Dieser Nebeneffekt resultiert aus dem Umstand, daß die Lösung der ursprünglichen Schnittstellenprobleme durch Systemintegration den Blick auf die Grenzen des nunmehr geschaffenen (Gesamt-)Informationssystems lenkt. Denn jedes durch Teilsystemintegration gebildete betriebliche Informationssystem bleibt ein beschränktes System, das nicht die Gesamtheit aller Informationsströme und -bestände in einer Unternehmung umfaßt⁴⁰⁾. Daher wird das Integrationsziel durch das Lösen von Schnittstellenproblemen zwischen einzelnen Teilsystemen niemals abschließend verwirklicht.

Stattdessen wird die Problemlösungskapazität der betrieblichen Informationswirtschaft, die zuvor von der Integration dieser Teilsysteme absorbiert wurde, lediglich freigesetzt, um sich der - unter Umständen vormals noch gar nicht als problematisch erkannten - Integration weiterer Teilsysteme zuzuwenden. Auf diese Weise wandert der Integrationsprozeß - bildlich gesprochen - vom (zuerst integrierten) Zentrum eines Informationssystems an dessen Grenzen, die jedoch nicht statisch festliegen, sondern sich mit jedem erfolgreichen Abschluß einer Integrationsstufe wie Zwiebelschalen um das jeweils alte, integrierte Informationssystem legen. Exemplarisch verdeutlichen läßt sich dieser Prozeß der ungewollten Verlagerung von Schnittstellenproblemen an dem Umstand, daß das logistische Konzept ursprünglich nur auf einen durchgängigen Materialfluß innerhalb einer Unternehmung abzielte. Je weiter hier die Schnittstellen zwischen den betrieblichen Teilbereichen entsprechend den logistischen Formalzielen gestaltet wurden, desto stärker offenbarte sich das Bedürfnis, auch die im Materialfluß vor- und nachgelagerten Kompo-

40) Obwohl ein solches vollintegriertes, allumfassendes Informationssystem denkmöglich ist, hält es der Verf. in der Realität für unerreichbar. Ähnlich äußert sich Wüst (1980), S. 442.

zenten, vor allem die Zulieferer bzw. die Kunden, in die Integrationsbestrebungen einzubeziehen⁴¹⁾.

Im Hinblick auf das Modularisierungsziel der Schnittstellenbildung ergibt sich das Problem der nur geringfügigen, oftmals vollständig unmöglichen Reversibilität der Strukturierung eines Informationssystems. Durch die Auswahl eines konkreten Schnittstellentyps - einschließlich der Ausgestaltung der drei semiotischen Schnittstellendimensionen und der Zugrundelegung eines der drei alternativen Gestaltungsprinzipien - wird die innere Struktur eines Informationssystems in fundamentaler Weise fixiert⁴²⁾.

Wenn ein betriebliches Informationssystem neu entwickelt wird, richtet sich der Entwurf der einzelnen Module nach dieser konstitutiven Schnittstellenfestlegung. Infolge der erheblichen Schwierigkeiten, die Struktur komplexer Informationssysteme nachträglich zu ändern, können spätere Systemmodifizierungen, insbesondere -erweiterungen, oftmals nur noch im Rahmen der einmal erfolgten Schnittstellenspezifizierungen durch-

41) Vgl. Brinckmann (1986), S. 67ff., hinsichtlich des Phänomens, daß neue Kommunikationstechniken - wie z.B. Bildschirmtext - von Unternehmungen zunehmend benutzt würden, um ihre Schnittstellen nach außen - auf Zulieferanten, Vertriebsagenten, Kunden usw. - zu verlagern.

42) Vgl. Scheer (1984a), S. 13, in bezug auf Datenbank-Schnittstellen. Die wirtschaftliche Bedeutung einer solchen Fixierung wird durch den Rechtsstreit zwischen der Kommission der Europäischen Gemeinschaften und der International Business Machines Corp. verdeutlicht. In dieser Auseinandersetzung versuchte die Kommission zu erreichen, daß seitens der IBM die Schnittstellenspezifizierungen ihrer Informationsverarbeitungssysteme (der Serie 370) frühzeitig offengelegt würden, um den europäischen Anbietern von schnittstellenkompatibler Hard- und Software ein entsprechend schnelles Reagieren zu ermöglichen. Vgl. hierzu o.V. (1984), S. 2. In diesem Zusammenhang ist auch auf die Gründung der SPAG Services S.A. (SPAG für: Standards Promotion and Application Group) hinzuweisen, in der sich führende europäische Unternehmungen aus der Informationstechnik zusammenfanden; vgl. o.V. (1986e), S. 1; o.V. (1986f), S. 16. Ziel dieser Gruppe ist es, durch die Durchsetzung informationstechnischer (Schnittstellen-)Normen mit Gültigkeit in den Europäischen Gemeinschaften ein Wettbewerbs-Gegengewicht zum "Industrie-Standard" der IBM-spezifischen Normen zu setzen.

geführt werden⁴³⁾. Daher bedeutet die Gestaltung von Schnittstellen in der Regel auch eine Normung des betroffenen betrieblichen Informationssystems. Diese engt den Gestaltungsspielraum für spätere Modulbildungen erheblich ein.

Darüber hinaus bereitet es Probleme, ein Informationssystem, das auf einen bestimmten Schnittstellentyp ausgerichtet ist, nachträglich auf andere Schnittstellentypen umzustellen. Ein solcher Schnittstellenwechsel kann wünschenswert sein, wenn im nachhinein leistungsfähigere Schnittstellen-Konzepte bekannt werden, als bei der ursprünglichen Schnittstellenbildung zur Auswahl vorlagen.

In dynamischer Hinsicht ist also zwischen dem Vorteil der Modularisierung, zur Beherrschung der Entwurfs- und Anwendungskomplexität großer betrieblicher Informationssysteme beizutragen, gegen den Nachteil der Inflexibilität durch Festschreiben der Schnittstellencharakteristika abzuwägen⁴⁴⁾.

43) Vgl. Wolf (1986), S. 164.

44) Es ist allerdings auch anzumerken, daß der Normungseffekt der Schnittstellenwahl in bezug auf das o.a. Integrationsziel von Vorteil ist. Denn oftmals erlaubt erst der Rückgriff auf genormte Schnittstellen, Teilsysteme eines Informationssystems miteinander zu verflechten. Dies wird besonders bei den Bemühungen im Hinblick auf die Fabrik der Zukunft deutlich, die unterschiedlichsten Teilsysteme im Produktionsbereich - z.B. Leitstände, Bearbeitungsmaschinen, Handhabungs- und Transportvorrichtungen sowie Sensoren und Terminals für die Betriebsdatenerfassung - durch Ausrichtung auf die Norm der MAP-Schnittstelle miteinander kommunizieren zu lassen. Vgl. zu den Vorteilen der Schnittstellen-Normung Pasemann (1985), S. 406.

3.2 Anforderungen an Schnittstellen

Der Gestaltung von Schnittstellen sind zunächst allgemeine betriebswirtschaftliche Beurteilungskriterien - wie insbesondere die Wirtschaftlichkeit der Gestaltung - zugrundezulegen, auf die hier nicht näher eingegangen wird. Als schnittstellenspezifische Anforderungen⁴⁵⁾ lassen sich jedoch anführen:

- Korrektheit,
- Konsistenz,
- Harmonie,
- Vollständigkeit,
- Reagibilität,
- Güte,
- kontrollierte (In-)Transparenz,
- Sicherheit,
- Flexibilität.

Die Anforderung der Korrektheit bedeutet die syntaktisch unverfälschte Informationsübertragung durch die Schnittstellen eines Informationssystems. Konsistenz erstreckt sich auf die semantische Schnittstellendimension durch die Forderung nach gleichen Interpretationen für gleiche Ausdrücke und gleichen Ausdrücken für gleiche Sachverhalte. Dem pragmatischen Postulat der Harmonie zufolge sollen die Zielsetzungen der miteinander verknüpften Teilsysteme nicht unverträglich sein. Diese

45) Einen anders strukturierten Katalog (erwünschter "Funktionen") stellt Wüst (1980), S. 430ff., vor.

drei Kriterien wurden bereits oben im Kontext der semiotischen Schnittstellendimensionen näher angesprochen⁴⁶⁾.

Der Forderung nach Vollständigkeit⁴⁷⁾ wird Genüge geleistet, wenn eine Schnittstelle alle Leistungsmerkmale ihrer Spezifizierung erfüllt. Dieses Postulat geht über die Kriterien der Korrektheit, Konsistenz und Harmonie hinaus, da sich die letztgenannten nur auf die tatsächlich übermittelten Informationen beziehen. Die

46) Nur für den Fall einer datenorientierten Schnittstellengestaltung ist ein besonderer Aspekt des Konsistenzkriteriums zu ergänzen. Die Bedeutung von Ausdrücken, die von einer datenorientierten Schnittstelle - einem Datenbanksystem - vermittelt werden, besitzt unter anderem eine temporale Komponente. Sie bezieht sich auf den Zustand, den der bezeichnete Sachverhalt in einem bestimmten Zeitpunkt angenommen hat. Da die Informationen eines Datenbanksystems im Zeitablauf mehrfachen Änderungen unterliegen, ist die Konsistenz in temporaler Hinsicht ein wichtiges Beurteilungskriterium. Mit gleichen Ausdrücken werden nur dann gleiche Sachverhalte bezeichnet, wenn (neben weiteren Bedingungen) diese Sachverhalte auf denselben Zeitpunkt bezogen sind - oder zumindest auf ein Zeitintervall, in dem der bezeichnete Sachverhalt sich nicht verändert hat.

Im Umfeld von Datenbank-Schnittstellen wird mitunter auch die Forderung der Redundanzfreiheit aufgestellt; vgl. Kayser (1978), S. 66; in schwächerer Form auch Scheer (1984a), S. 11f. u. 26. Sie wird im Sinne eines Subkriteriums zur Konsistenz behandelt, weil das redundante Vorhalten von Informationen die Gefahr von Konsistenzverletzungen in sich birgt. Denn bei redundanter Speicherung einer Information wird während ihrer Aktualisierung oftmals übersehen, alle Kopien dieser Informationen in derselben Weise zu modifizieren. In diesem Fall werden mit dem gleichen - in Kopien mehrfach gespeicherten - Ausdruck unterschiedliche Sachverhalte angesprochen, was eine Konsistenzverletzung bedeutet. Dennoch wird die Redundanzfreiheit hier nicht als Anforderung an die Schnittstellengestaltung erhoben, weil sie mit dem weiter unten erläuterten Postulat der Reagibilität in Konflikt steht. Ein schneller Informationszugriff läßt sich bei Vorhalten mehrerer Kopien einer Information technisch leichter realisieren als bei Redundanzfreiheit. Daher wird allenfalls das - abgeleitete - Postulat der kontrollierten Redundanz befürwortet, das zwischen der Reduzierung von Konsistenzverletzungen durch geringe Redundanz und hoher Reagibilität durch große Redundanz einen (im Einzelfall zu konkretisierenden) Kompromiß schließt; vgl. auch Scheer (1984a), S. 57.

47) Vgl. Wüst (1980), S. 430; Krcmar (1983), S. 331.

Vollständigkeit erstreckt sich dagegen auf alle Informationen, die eine Schnittstelle durchsetzen müßten, damit die Schnittstellenspezifizierung ohne Einschränkungen eingehalten wird. Falls z.B. eine Schnittstelle zwischen CAD/CAM-Systemen graphische Informationen nur in bezug auf zweidimensionale Körperprojektionen zu übermitteln vermag, so kann sie dies korrekt, konsistent und harmonisch vollziehen, trotzdem aber hinsichtlich einer dreidimensionalen Schnittstellenspezifizierung unvollständig bleiben.

Die Reagibilität einer Schnittstelle ist genau dann gewährleistet, wenn die spezifizierten Schnittstellenleistungen in einem zeitlichen Intervall erfolgen, das die zeitlichen Reaktionsbedingungen der miteinander verknüpften Teilsysteme nicht verletzt⁴⁸⁾. Dies bedeutet z.B. im Hinblick auf Schnittstellen zwischen Sensoren zur Betriebsdatenerfassung und einem Leitstand zur kontinuierlichen Steuerung eines Produktionsprozesses, daß die Informationen über die Sensorwahrnehmungen unter Realzeitbedingungen übermittelt werden müssen⁴⁹⁾. Für Benutzerschnittstellen nimmt die Reagibilitätsforderung die spezielle Gestalt der akzeptablen Antwortzeit an. Diese wird eingehalten, wenn das betroffene Computersystem auf eine Benutzeranfrage in einer Zeitspanne zu antworten vermag, die den Benutzer in seinem Arbeitsablauf nicht merklich unterbricht⁵⁰⁾.

Im Hinblick auf Datenbanksysteme als Schnittstellen von Informationssystemen nimmt das Reagibilitätskriterium die Ausprägung der Aktualität⁵¹⁾ an: Die vorgehaltenen Informationen sollen die betroffenen Sachverhalte jeweils mit dem Aktualitätsgrad abbilden, der von den informationsabrufenden Teilsystemen zur Erfüllung ihrer

48) Vgl. ansatzweise Wüst (1980), S. 432; Feierabend (1980), S. 71; Krcmar (1983), S. 331.

49) Die Durchsetzung der MAP-Schnittstelle (vgl. S. 30) als Industrienorm für die verteilte Fabrikkommunikation scheitert z.B. derzeit unter anderem noch an ihrer mangelhaften Reagibilität. Sie kann nicht für Prozeßsteuerungen unter Realzeitbedingungen (Reaktionsintervalle kleiner als 1 Sekunde) eingesetzt werden; vgl. Simon (1986), S. 40.

50) Diese Anforderung wird durch Zeitspannen von höchstens 2 bis 3 Sekunden erfüllt; vgl. Maguire (1982), S. 246.

51) Vgl. Krcmar (1983), S. 334.

Verarbeitungsziele benötigt wird⁵²). Ein höherer Aktualitätsgrad als erforderlich ist hingegen - infolge Verletzung der allgemeinen Anforderung der wirtschaftlichen Schnittstellengestaltung - zu vermeiden, sofern mit seiner Erlangung zusätzlicher Ressourceneinsatz verbunden wäre.

Die Güte stellt nur dann ein selbständiges Kriterium für die Bewertung von Schnittstellen dar, wenn deren Leistungen auch hinsichtlich qualitativer Eigenschaften spezifiziert sind. In diesem Fall mißt die Güte die Qualität der Leistungserfüllung. Im Hinblick auf Benutzerschnittstellen läßt sich die Schnittstellengüte z.B. durch die Anforderung der Benutzerfreundlichkeit konkretisieren: Die Leistung, die Kommunikation zwischen Benutzer und Automat zu ermöglichen, kann in sehr unterschiedlicher Qualität erbracht werden, die hier monodimensional aus der Benutzerperspektive bewertet wird. Die Güte einer Schnittstelle mit informationsvermittelnder Funktion läßt sich etwa durch das Ausmaß konkretisieren, in dem es ihr gelingt, den Informationsstrom, der sie durchsetzt, auf die jeweils - aus der Anwendersicht - relevanten Informationen zu reduzieren⁵³). Durch dieses Kondensieren von Informationen werden deren Empfänger vor einer verständniserschwerenden Überflutung durch unwesentliche Informationen bewahrt.

Die kontrollierte (In-)Transparenz stellt ein Doppelkriterium dar, dessen beiden Komponenten in ihrer Bedeutung jeweils durch den aktuellen Zweck des Schnittstellengebrauchs determiniert werden. Den Normalfall bildet der Zweck des Ergebniszugriffs, bei dem ein Teilsystem von einer Schnittstelle Informationen, die in anderen Teilsystemen erstellt oder bearbeitet wurden, oder Resultate von Funktionen, die in anderen

52) Krcmar (1983), S. 334, spricht den Sachverhalt, daß nicht von jedem Verarbeitungsziel Informationen größtmöglicher Aktualität erfordert werden (z.B. im Falle einer Dokumentation von Unternehmungsvorgängen der Vergangenheit für Kontroll- oder juristische Nachweiszwecke), als "kontrollierte Inaktualität" an.

53) Vgl. zu dieser Filterfunktion Feierabend (1980), S. 71f.

Teilsystemen erfüllt wurden, aufruft. Auf diesen Zweck bezieht sich die Forderung nach Intransparenz der Arbeitsweise der unmittelbar angesprochenen Schnittstelle (und auch der jeweils mittelbar aufgerufenen Teilsysteme), weil es für die Bereitstellung der angeforderten Ergebnisse unerheblich ist, wie diese zustande gekommen sind.

Die Intransparenz der Schnittstelle verhindert nicht nur die Übermittlung abundanter Informationen über die Ergebnissenese, sondern sie räumt der Schnittstelle auch den Freiheitsgrad ein, selbst über die Art zu entscheiden, in der die angeforderten Ergebnisse von anderen Teilsystemen herbeigeschafft werden. So bietet sich Freiraum für den Entwurf von "intelligenten" Schnittstellen, die den Prozeß der Ergebnisbereitstellung, insbesondere die Lokalisierung der Ergebnisquellen, eigenständig planen, ausführen und überwachen⁵⁴).

Der Zweck des Analysezugriffs stellt den Ausnahmefall des Schnittstellengebrauchs dar. Hierbei ruft ein Teilsystem die Schnittstelle auf, um die Art des Zustandekommens der von ihr bereitgestellten Ergebnisse - entweder in der Schnittstelle selbst oder in den mittelbar aufgerufenen Teilsystemen - zu analysieren. Anlaß für einen solchen Analyseprozeß sind zumeist Zweifel daran, daß die Prozesse der Ergebnisingewinnung in der erwünschten Weise ablaufen. Zur Überprüfung dieser Zweifel kann auf die Transparenz von Schnittstelle und aufgerufenen Teilsystemen nicht verzichtet werden⁵⁵).

54) Schnittstellen mit dieser Fähigkeit werden vor allem im Zusammenhang mit Konzepten für das Büro der Zukunft untersucht. Hier sollen Schnittstellen dieser Art ihren Benutzern alle Instrumente der Automatischen Informationsverarbeitung, die in einem Büro zur Verfügung stehen, unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche so erschließen, daß die Benutzer nur die Ergebnisse (und die informatorische Ausgangslage) spezifizieren müssen, die sie erzielen wollen. Die Oberflächen-Schnittstellen des integrierten Büro-Informationssystems sollen dann selbständig die hierfür geeigneten Instrumente ausfinden, zum Einsatz bringen, und die produzierten Ergebnisse ihren Benutzern zur Verfügung stellen. Vgl. zu solchen Benutzeroberflächen Winter (1984), S. 253ff., insbesondere S. 253 u. 259; Scheer (1984a), S. 171 u. 175.

55) Vgl. ansatzweise Wüst (1980), S. 431; Krcmar (1983), S. 331.

Im Falle komplexer Computersysteme werden z.B. Schnittstellen eingebaut, die zur - routinehaften oder störungsbedingten - Verifizierung der Arbeitsweise der Systeme dienen und daher gezielt die Transparenz der Systemfunktionsweise herstellen.

Da es von der jeweils verfolgten Zwecksetzung abhängt, ob die Transparenz oder die Intransparenz einer Schnittstelle (und der über sie mittelbar angesprochenen Teilsysteme) von Interesse ist, wird die Anforderung aufgestellt, die Transparenzeigenschaft solle sich - zweckentsprechend - festlegen ("kontrollieren") lassen⁵⁶).

Das Kriterium der Sicherheit überspannt zwei Aspekte, die gemeinsam an dem Sachverhalt anknüpfen, daß durch eine Schnittstelle Informationen zwischen einem Bezugssystem und seiner Umwelt vermittelt werden. Bei diesem Übermittlungsprozeß sind die Informationen den - gegebenenfalls schützenden - Grenzen des betrachteten Informationssystems entzogen, so daß sie grundsätzlich der Gefahr des Verlusts oder der Verfälschung ausgesetzt sind. Die Forderung der Schnittstellen-Sicherheit bedeutet daher erstens, daß die Informationen im Schnittstellenbereich weder verlorengehen noch verfälscht werden (Zuverlässigkeit⁵⁷). Da diese Postulate jedoch bereits durch die Kriterien der Vollständigkeit bzw. der Korrektheit und Konsistenz überdeckt werden, ist eine gesonderte Anführung dieses ersten Sicherheitsaspekts nicht notwendig.

Der Umweltbezug einer Schnittstelle setzt die Informationen, die sich in ihr befinden, der unbefugten Kenntnisnahme durch Dritte aus. Daher besagt der zweite Aspekt der Sicherheitsforderung, daß der Informationszugriff - nach Maßgabe der Datenschutzregelungen - nur berechtigten Teilsystemen (Benutzern) ermöglicht werden darf.

56) Alternativ wäre es möglich, jeweils zwei Schnittstellen mit fester, jedoch entgegengesetzter Transparenzeigenschaft zu implementieren. Eine würde nur dem Ergebnis-, die andere nur dem Analyse-zweck dienen. In diesem Fall ließen sich zwei weitere Schnittstellentypen - Ergebnis- und Analyse-Schnittstellen - unterscheiden.

57) Vgl. Wüst (1980), S 431; Krcmar (1983), S. 331.

Die Anforderung der Flexibilität wurde bereits oben im Zusammenhang mit der dynamischen Betrachtungsweise von Schnittstellen angesprochen. Sie läßt sich hier kurz als die Möglichkeit zusammenfassen, die Schnittstellen - und mittelbar auch die auf die Schnittstellenspezifizierungen ausgerichteten Informations(teil)systeme - an veränderte Gestaltungsanforderungen und ebenso an veränderte (erweiterte) Gestaltungsmöglichkeiten anzupassen. Insbesondere soll hierdurch die Adaption an informationstechnische Fortschritte offengehalten werden. Das Flexibilitätskriterium wird mitunter in speziellen Ausdeutungen verwendet, so z.B. als (Anwendungs-)Neutralität⁵⁸, Universalität⁵⁹ oder Kompatibilität⁶⁰).

3.3 Überblick über Bestrebungen zur Schnittstellen-Realisierung

3.3.1 Technozentrische Konzepte

Die technozentrischen Konzepte zeichnen sich dadurch aus, daß sie bei der Schnittstellen-Realisierung die Lösung informationstechnischer Gesichtspunkte in den Vordergrund rücken. Sie spielen in der bisher entfalteten Diskussion über die Gestaltung von Schnittstellen in betrieblichen Informationssystemen die weitaus überragende Rolle.

-
- 58) Gemeint ist die Neutralität der Schnittstelle gegenüber Informationsvermittlungen für unterschiedliche Anwendungsarten. In bezug auf CAD/CAM-Schnittstellen bedeutet dies beispielsweise, daß durch dieselbe Schnittstelle sowohl technisch-geometrische Informationen über die Produktgestalt als auch betriebswirtschaftliche Informationen über die Produktionskosten vermittelt werden können. Vgl. zu dieser Anforderung Pasemann (1985), S. 407.
- 59) Universalität bedeutet die Offenheit der Schnittstelle gegenüber dem Anschluß eines möglichst großen Spektrums von Informations(teil)systemen; vgl. Encarnacao (1984), S. 51.
- 60) Die Kompatibilität bezeichnet die Verträglichkeit einer Schnittstelle mit Hard- und Software unterschiedlicher Computersysteme.

Im wesentlichen lassen sich drei Bezugfelder der technozentrischen Konzepte umreißen:

- Schnittstellen für die Kommunikation in weiträumig verteilten Übertragungsnetzen (WAN-Schnittstellen für Wide Area Networks);
- Schnittstellen für die Kommunikation in lokal konzentrierten Netzwerken (LAN-Schnittstellen für Local Area Networks);
- Schnittstellen für die Übergabe produktdefinierender Informationen (CAD/CAM-Schnittstellen).

Auf die WAN-Schnittstellen wird nicht näher eingegangen, da ihre Gestaltung im Zusammenhang mit Entwurf und Implementierung von Kommunikationsprotokollen⁶¹⁾ seitens der Datenfernübertragungs-(Telekommunikations-) Technik intensiv betrieben wird, deren Konzepte der betriebswirtschaftlichen Denkweise recht fern stehen.

LAN- und CAD/CAM-Schnittstellen finden dagegen auch im betriebswirtschaftlichen Kontext rege Aufmerksamkeit. LAN-Schnittstellen bilden eine wichtige Komponente für die Verwirklichung von Kommunikationsnetzen, welche für die verteilte Informationsverarbeitung im Rahmen der Fabrik und des Büros der Zukunft erforderlich sind. Das Interesse an CAD/CAM-Schnittstellen resultiert hingegen aus dem zunehmenden Bestreben, CAD-Systeme, die in der Vergangenheit als Insellösungen implementiert wurden, mit dem Produktionsbereich im engeren Sinne zu verknüpfen: Es soll ein unmittelbarer Informationstransfer zu (C)NC-Maschinen, Industrierobotern usw. erfolgen, um die Rationalisierungspotentiale des CAD/CAM-Konzepts zu realisieren. Von der zukünftigen Entwicklungstendenz her betrachtet stellen solche CAD/CAM-Schnittstellen einen Baustein zu den umfassender konzipierten LAN-Schnittstellen für die Fabrik der Zukunft dar. Darüber hinaus bilden sie schon heute einen Ansatzpunkt zur Einführung zwischenbetrieblich vereinbarter Schnittstellen für den Informationsaustausch zwischen Produzenten und Lieferanten⁶²⁾. Besondere Aufmerksamkeit wird diesem Transfer produktdefinierender Informationen zur Zeit seitens der Automobilindustrie

61) Vgl. Hansen (1986), S. 558ff. u. 613ff.

62) Vgl. Mertens (1985), S. 82ff.; Spizig (1986), S. 18; Heß (1986), S. 15.

zwischen Kfz-Produzenten und ihren Zulieferern gezollt⁶³).

Als Belege für die bereits weit fortgeschrittenen Bemühungen um die Entwicklung von CAD/CAM- und LAN-Schnittstellen seien die wichtigsten Ansätze kurz notiert⁶⁴):

- die CL-DATA-Schnittstelle (Cutter Location Data) zur Programmierung von NC-Maschinen⁶⁵);
- die GKS-Schnittstelle (Graphisches Kernsystem) für den Austausch graphischer Informationen ohne spezifisches betriebliches Anwendungsgebiet⁶⁶);
- die IGES-Schnittstelle (Initial Graphics Exchange Specification) für CAD/CAM-Systeme⁶⁷);
- die MAP-Schnittstelle (Manufacturing Automation Protocol), die zur Zeit lebhaft als Möglichkeit eines zukünftigen Industriestandards für LAN-Konzepte im Zusammenhang mit dem CIM-Ansatz ("Fabrik der Zukunft") diskutiert wird⁶⁸);

63) Vgl. die Quellen der vorangehenden Fußnote; vgl. hierzu auch die Anmerkungen zur nachfolgend aufgeführten VDA-Flächenschnittstelle, die spezifisch für diesen Applikationsbereich konzipiert wurde.

64) Vgl. zu weiteren Erörterungen technozentischer Schnittstellen Eigner (1983), S. 191ff.; Encarnacao (1984), S. 51ff.; Enderle (1984b), S. 26f.; Lay (1984), S. 18ff.; Pasemann (1985), S. 405ff.; Poths (1985), S. 93, Abb. 2.40; Klos (1985), S. 6; Grabowski (1985), S. 134ff.; die Beiträge in dem Sammelwerk Encarnacao (1986); Bey (1986a); Bey (1986b), S. 38ff., die alle ihre Schwerpunkte auf dem CAD/CAM-Bereich legen.

65) Vgl. Spur (1984), S. 22 u. 465ff.; Lay (1984), S. 20; Encarnacao (1984), S. 52f. Für diese Schnittstelle liegt auch die Norm DIN 66215 vor.

66) Vgl. Enderle (1983), S. 55ff.; Encarnacao (1984), S. 55ff.; Meibes (1985), S. 63ff.; Grabowski (1985), S. 138ff.; die Beiträge in dem Sammelwerk Encarnacao (1986), S. 73ff.

67) Vgl. Arndt (1984), S. 172ff.; Encarnacao (1984), S. 52 u. 54f.; Enderle (1984a), S. 45f.; Grabowski (1985), S. 140ff.; Pasemann (1985), S. 406f.; die Beiträge in dem Sammelwerk Encarnacao (1986), S. 115ff. u. 221ff.

68) Vgl. Suppan-Borowka (1986), S. 103ff.; Kauffels (1986), S. 66ff.; o.V. (1986a); Simon (1986), S. 38ff.; Steusloff (1986), S. 229ff.

- die PHIGS-Schnittstelle (Programmers Hierarchical Interactive Graphics System) für den Austausch graphischer Informationen ohne typisches betriebliches Applikationsfeld⁶⁹⁾;
- die TOP-Schnittstelle (Technical Office Protocol) als Ergänzung zur MAP-Schnittstelle für den Austausch administrativer Informationen in produktionsnahen Betriebsteilen, insbesondere in der Arbeitsvorbereitung⁷⁰⁾;
- die VDA-Flächenschnittstelle, die vom Verband der Automobilindustrie zum Austausch produktdefinierender Informationen zwischen Zulieferern und Produzenten von Kraftfahrzeugen⁷¹⁾;
- die VDI 2863 Irddata-Schnittstelle für die off line-Programmierung von Industrierobotern im Umfeld von CAD/CAM-Systemen⁷²⁾.

Weil diese Schnittstellen-Konzepte - wie bereits oben angemerkt - vornehmlich aus informationstechnischer Sicht diskutiert werden, liegt bislang kein hinreichendes Material vor, um die Erfüllung des zuvor skizzierten betriebswirtschaftlichen Anforderungskatalogs an die Schnittstellengestaltung ausführlicher zu untersuchen. Dies erfolgt stattdessen im Hinblick auf die benutzerorientierten Konzepte (für kooperative Schnittstellen).

69) Vgl. Abi-Ezzi (1986), S. 28ff.; o.V. (1986b), S. 135.

70) Vgl. Honrath (1985), S. 24; Donnerbauer (1985), S. 12; Simon (1986), S. 39.

71) Vgl. Ahlers (1984), S. 161ff.; Arndt (1984), S. 172ff. u. 177f.; Encarnacao (1984), S. 53; Grabowski (1985), S. 142ff.; die Beiträge in dem Sammelwerk Encarnacao (1986), S. 143ff.

72) Vgl. o.V. (1986c), S. 34.

3.3.2 Benutzerorientierte Konzepte

3.3.2.1 Das Leistungspotential von kooperativen Benutzerschnittstellen

Im Gegensatz zu den technozentrischen Ansätzen haben die benutzerorientierten Konzepte in der betriebswirtschaftlichen Auseinandersetzung mit der Schnittstellengestaltung noch kein ähnlich großes Interesse gefunden. Aus diesem Grunde wird hier auf die letztgenannten näher eingegangen. Gegenstand der Erörterungen ist das Konzept der kooperativen Benutzerschnittstellen⁷³⁾.

Da sich die Arbeitswissenschaften bereits ausführlich mit der ergonomischen Gestaltung der Hardware von Benutzerschnittstellen (vor allem mit Bildschirmterminals und Tastaturen) beschäftigt haben, bleibt dieser Aspekt nachfolgend ausgeklammert. Dies entspricht der Ausrichtung kooperativer Benutzerschnittstellen an Gestaltungsprinzipien der Software-Ergonomie⁷⁴⁾.

Mit dem Konzept der kooperativen Benutzerschnittstellen wird das Ziel verfolgt, die Schnittstellen zwischen einem Computersystem⁷⁵⁾ und seinen Benutzern so zu gestalten, daß die Arbeitsweise des Computersystems - an seiner Benutzeroberfläche - der Denkweise des Menschen angepaßt wird. Hiermit wird die maschinenzentrierte Vorgehensweise der Vergangenheit, die Benutzer durch Schulungsmaßnahmen an die Spezifika von Computer-

73) Vgl. Hayes (1983), S. 231ff.; Kaplan (1983), S. 167ff.; Wahlster (1984), S. 106ff.; Hein (1984), S. 1186ff.; Marburger (1985), S. 135ff.; Zelewski (1986), S. 601ff.; ansatzweise auch König (1986), S. 115ff.

74) Vgl. die Beiträge in dem Sammelwerk Balzert (1983).

75) Das Konzept der kooperativen Benutzerschnittstellen ist noch weiter gefaßt, da es auch den Benutzerzugriff auf beliebige technische Systeme - z.B. zu steuernde Kraftwerke - umgreift. Vgl. zu Schnittstellen in bezug auf technische Systeme - allerdings nicht im kooperativen Kontext - Theilmann (1984), S. 73ff. Infolge der Einschränkung der Themenstellung auf Schnittstellen bei Informationssystemen wird hier nur die Kooperation mit Computersystemen betrachtet. Die Mehrzahl der bereits vorliegenden Realisierungen dieses Konzepts ist noch enger auf den Bereich des kooperativen Zugriffs auf Datenbanksysteme eingegrenzt. Vgl. zu solchen Realisierungen die Nennungen und exemplarischen Beschreibungen bei Zelewski (1986), S. 608ff.

systemen zu gewöhnen⁷⁶⁾, aufgegeben. Stattdessen tritt die Kooperativität als Adaption des Automaten an den Menschen in den Vordergrund. Daher wird dieses Gestaltungskonzept auch mit dem Ziel des Entwurfs "konvivialer Systeme"⁷⁷⁾ umschrieben.

Die Realisierung kooperativer Benutzerschnittstellen wird zur Zeit vornehmlich auf der Basis von Ansätzen aus der Erforschung der Künstlichen Intelligenz vorangetrieben. Im Mittelpunkt dieser Anstrengungen steht die Entwicklung natürlichsprachlicher Automaten⁷⁸⁾. Ohne auf deren Konzepte hier näher eingehen zu können⁷⁹⁾, seien doch zumindest jene Ansätze grob umrissen, die zur Gestaltung kooperativer Benutzerschnittstellen wesentlich beitragen⁸⁰⁾.

Die Möglichkeit, mit Computersystemen natürlichsprachlich zu kommunizieren, kann zwar zur Zeit noch nicht als vollständig verwirklicht betrachtet werden, doch gestattet die bereits erzielte Annäherung an dieses Entwicklungsziel eine erhebliche Vereinfachung der Mensch-Maschine-Kommunikation. Der Benutzer muß sich nicht mehr an die rigiden Syntaxanforderungen formaler Computersprachen anpassen, sondern kann in (fast) natürlicher Weise seine Anfragen oder Anweisungen formulieren. Elaborierte syntaktische und semantische Analysetechniken gestatten, daß vom Computersystem Mehrdeutigkeiten, satzverkürzende Auslassungen (Ellipsen), inhaltliche Bezugnahmen auf Vorhergesagtes (Anaphora), fehlerhafte implizite Voraussetzungen bezüglich des Gesprächsbereichs (Präsuppositions- und Präsumptionsver-

76) Vgl. König (1986), S. 111.

77) Vgl. Fischer (1981), S. 409ff.

78) Es bleibt für die nachfolgenden Ausführungen unerheblich, ob die kooperativen Benutzerschnittstellen als unselbständige Bestandteile des Bezugs-Computersystems (eingebetteter Schnittstellentyp) oder als verselbständigt Informationssystem zwischen Bezugssystem und Benutzer (autonomer Schnittstellentyp) verwirklicht werden. Auf jeden Fall erfordert die Realisierung ihres Leistungspotentials derart aufwendige Implementierungen, daß diese als selbständige Automaten angesprochen werden können.

79) Vgl. als Übersichtsdarstellungen Lehnert (1982); Wahlster (1982), S. 203ff.; Guenther (1986), S. 162ff.

80) Dieser Überblick beruht auf Zelewski (1986), S. 462ff.

letztungen) und ähnliche Probleme der natürlichen Sprache aufgelöst werden.

Das inhaltliche Sprachverständnis wird durch Benutzermodelle unterstützt, in denen Computersysteme mit kooperativen Benutzerschnittstellen Wissen über Eigenschaften ihrer Benutzer vorhalten. Dieses Wissen kann sich auf die allgemeine Ablaufstruktur menschlicher Denkprozesse beziehen, damit sich Erklärungen ausgeben lassen, die sich - im Gegensatz zu den schematischen Fehlermeldungen konventioneller Systeme - an das Erläuterungsbedürfnis der Benutzer anlehnen. Ebenso ist es möglich, Informationen über das spezielle Vorwissen und Informationsinteresse eines bestimmten Benutzers in einem solchen Modell zu speichern. Auf dieser Basis kann ein natürlichsprachlicher Automat Antworten erzeugen, die individuell auf den anfragenden Benutzer zugeschnitten sind.

Ferner versetzen Techniken der automatischen Plansynthese, die seitens der Künstlichen Intelligenz-Forschung intensiv erarbeitet werden, eine kooperative Benutzerschnittstelle in die Lage abzuschätzen, ob die unmittelbare Beantwortung einer Anfrage das Informationsbedürfnis eines Benutzers tatsächlich erfüllen würde. Durch die Kombination von Informationen des Benutzermodells über die Benutzerinteressen und allgemeines Weltwissen der Schnittstelle vermag diese oftmals abzuleiten, daß eine direkte Antwort diesen Interessen nicht gerecht würde. Dies wäre z.B. der Fall, wenn der Benutzer fragt, ob das Computersystem über die derzeit günstigste Beschaffungsalternative für einen Rohstoff Bescheid wisse. Ein direktes "Ja" als Automatenantwort könnte jedoch - trotz seiner Korrektheit - nicht zufriedenstellen. Eine natürlichsprachliche Schnittstelle vermag in einer solchen Situation das Benutzerinteresse zu identifizieren, die erfragte Beschaffungsmöglichkeit explizit genannt zu erhalten (Überbeantwortung). In anspruchsvolleren Fällen können Schnittstellen mit eigenen Planungsfähigkeiten auch entwerfen, in welcher Weise ihre Benutzer aufgrund einer unmittelbaren Automatenantwort handeln würden. Erkennen die Schnittstellen in diesen Handlungsplänen Konflikte mit den Interessen

(Zielen), die im Benutzermodell niedergelegt sind, so ermöglichen es weit fortgeschrittene Konzepte der Künstlichen Intelligenz, aufgrund dieser Antizipation die unmittelbare Automatenantwort durch eine - im Sinne der Benutzerinteressen - verbesserte Antwort zu ersetzen.

3.3.2.2 Ansätze zur Bewertung von kooperativen Benutzerschnittstellen

Die vorangehenden Skizzen des Leistungspotentials natürlichsprachlicher Automaten dürften hinreichen, um den Anspruch kooperativer Benutzerschnittstellen, die Automaten vermehrt an menschliche Bedürfnisse anzupassen, zu belegen. Daher erachtet der Verf. diesen Schnittstellentyp als einen vielversprechenden Ansatz für die zukünftige Gestaltung von Benutzerschnittstellen. Insbesondere öffnet die starke Benutzerorientierung betriebswirtschaftlichen Bewertungskriterien ein breites Anwendungsfeld, während die informationstechnischen Leistungsmerkmale, welche bisher die Diskussion um die Schnittstellengestaltung beherrschten, in den Hintergrund rücken. Als Konkretisierung der betriebswirtschaftlichen Betrachtungsweise werden die zuvor angeführten Anforderungen an die Schnittstellengestaltung auf die kooperativen Benutzerschnittstellen bezogen.

Die Forderung nach syntaktischer Korrektheit wird weitgehend erfüllt, wie die praktischen Verwirklichungen des Konzepts natürlichsprachlicher (kooperativer) Benutzerschnittstellen bereits unter Beweis stellen konnten⁸¹⁾. Hinsichtlich des pragmatischen Kriteriums der Harmonie besteht insofern Indifferenz, als sich die Gestaltung der Benutzerschnittstellen auf die Ziele, die einerseits von den Benutzern verfolgt werden und

81) Vgl. den Hinweis auf Realisierungen in Fußnote 75 und exemplarisch Kaplan (1983), S. 167ff.; vgl. insbesondere auch den Beispieldialog mit einem natürlichsprachlichen Automaten in Hoepfner (1980), S. 5ff., dessen ausführliche Kommentierung zugleich einen exemplarischen Einblick in die oben skizzierten Fähigkeiten solcher "intelligenten" Computersysteme vermittelt.

andererseits den Computersystemen zugrundegelegt sind, nicht unmittelbar auswirkt. Werden allerdings die Schnittstellen selbst als Bezugspunkt gewählt, so ist das Harmonie-Postulat erfüllt, weil mit Hilfe der Abbildung der Benutzerinteressen durch die Benutzermodelle die Informationsverarbeitungsziele der Schnittstellen - als Inbegriff der Kooperativität - auf die Benutzerziele ausgerichtet werden.

Die semantische Dimension von kooperativen Benutzerschnittstellen ist jedoch kritisch zu beurteilen. Denn gerade infolge ihrer Natürlichsprachlichkeit bergen sie erhebliche Gefahren der Mißinterpretation in sich, bei deren tatsächlichem Eintritt die Konsistenzforderung verletzt wird. Die Mehrdeutigkeit und Unschärfe natürlichsprachlicher Benutzeranfragen und -anweisungen wird zwar von der Schnittstelle so behandelt, daß das angesprochene (konventionelle) Computersystem die Anfragen zu beantworten bzw. die Anweisungen auszuführen vermag. Doch die Behandlung von Mehrdeutigkeiten und Unschärfen involviert eigenständige Interpretationsleistungen der Schnittstelle, welche die ursprüngliche Intention der Benutzeräußerung inhaltlich verfälschen können. Falls dies geschieht, löst das ausführende Computersystem nicht das originäre Benutzerproblem, sondern ein Ersatzproblem, das ihm von der Schnittstelle verzerrt weitergegeben wurde. Es erfolgt ein "Fehler 3. Art"⁸²⁾ dergestalt, daß vom Computersystem das - aus Benutzersicht - falsche Problem richtig gelöst wird.

Fehlinterpretationen natürlichsprachlicher Ausdrücke brauchen aber nicht auf die Schnittstelle beschränkt zu bleiben. Vielmehr können Konsistenzverletzungen durch den Benutzer dadurch hinzukommen, daß er Ausdrücke in den Schnittstellen-Antworten inhaltlich in anderer Weise füllt, als es vom sprachlichen Schnittstellenwissen unterstellt wurde. Z.B. kann die Schnittstelle, über die ein Computersystem hinsichtlich der Eintrittsmöglichkeit eines Ereignisses befragt wurde, die vom Computersystem ermittelte statistische Eintrittswahrscheinlichkeit mit dem Wert 0,05 in die natürlich-

82) Vgl. Mitroff (1974), S. 383ff., insbesondere S. 391f.

sprachliche Antwort umsetzen, das fragliche Ereignis sei "unwahrscheinlich". Hierbei sei unterstellt, daß die Schnittstelle als Sprachwissen enthalte, Eintrittswahrscheinlichkeiten mit Werten kleiner als 0,10 würden in der Umgangssprache als "unwahrscheinlich" bezeichnet. Der Benutzer kann hingegen ein Sprachverständnis pflegen, in dem der Ausdruck "unwahrscheinlich" mit dem Inhalt von "praktisch ausgeschlossen" gleichgesetzt wird. Seine Fehlinterpretation der Schnittstellenantwort ist offensichtlich, da Ereignisse mit Eintrittswahrscheinlichkeiten von 0,05 - insbesondere in bezug auf Sachverhalte mit hoher Wiederholhäufigkeit - keineswegs praktisch ausgeschlossen sind.

Die Gefahr der Mißinterpretation natürlichsprachlicher Ausdrücke - sowohl durch Schnittstellen als auch durch Benutzer - wirkt sich aber nicht nur negativ auf das Kriterium der Schnittstellen-Konsistenz aus. Darüber hinaus führt sie zu erheblichen Beeinträchtigungen der Schnittstellen-Transparenz. Denn der Benutzer müßte die Gesamtheit des sprachlichen Wissens einer solchen Schnittstelle kennen, um deren Arbeitsweise bei der Interpretation seiner natürlichsprachlichen Äußerungen und bei der Erzeugung ihrer natürlichsprachlichen Antworten zu durchschauen. Ferner wäre es erforderlich, die angewandten Benutzermodelle und Planungstechniken zu kennen, damit das Verhalten der Schnittstelle verstanden werden kann. Gleiches gilt für das Verständnis der Prozesse, die in dem Computersystem ablaufen, auf das der Benutzer mit Hilfe der Schnittstelle zugreift. Da dieses umfangreiche, inhaltlich sehr komplexe Wissen von gewöhnlichen Benutzern nicht aufgebracht werden kann⁸³⁾, bewirken kooperative Benutzerschnittstellen eine gravierende Intransparenz. Sie verletzen das Kriterium der kontrollierten (In-)Transparenz hinsichtlich des Analyseziels⁸⁴⁾ eklatant. Zugleich bedeutet diese

83) Dies widerspricht auch dem Entwicklungsziel solcher Schnittstellen, den Einsatz von (konventionellen) Computersystemen durch das Verdecken ihrer internen Funktionsweise insbesondere solchen Benutzern zu erleichtern, die keine - oder nur unzulängliche - Vorbildung im Umgang mit solchen Computersystemen besitzen.

84) Vgl. zur Unterscheidung zwischen Analyse- und Ergebniszweck die Ausführungen auf S. 24f.

Intransparenz aber im Hinblick auf den Ergebniszweck einen positiven Beitrag zur Kriteriumerfüllung.

Der Anforderung der Vollständigkeit wird zur Zeit noch von keiner kooperativen Benutzerschnittstelle Genüge geleistet. Weder besitzen sie die Fähigkeit zu uneingeschränktem natürlichem Sprachverständnis und -erzeugen⁸⁵⁾ noch werden die Kooperationsziele, wie z. B. die Überbeantwortung durch Analyse mutmaßlicher Benutzerpläne, vollkommen realisiert. Gemessen an ihren eigenen anspruchsvollen Vorgaben bleiben die umrissenen Konzepte der Künstlichen Intelligenz-Forschung in zahlreichen Details programmatische, noch nicht eingelöste Forderungen an die Zukunft.

Ebenso ergibt sich im Hinblick auf das Reagibilitätskriterium ein enttäuschendes Bild. Die Anforderungen der natürlichen Sprachverarbeitung an die Kapazität informationsverarbeitender Systeme sind derart hoch, daß selbst die zur Zeit nur eingeschränkt-natürlich-sprachlichen Dialoge mit kooperativen Benutzerschnittstellen zu Antwortzeiten führen, die weit oberhalb der Toleranzgrenzen des Menschen für eine "flüssige" Kommunikation liegen⁸⁶⁾.

Auf die Anforderungen der Sicherheit und Flexibilität lassen sich derzeit keine signifikanten - positiven oder negativen - Auswirkungen durch das Konzept der kooperativen Benutzerschnittstellen erkennen. Allenfalls könnte die Ansicht vertreten werden, daß die Sicherheit der betroffenen Informationssysteme in bezug auf den Datenschutz beeinträchtigt werde, weil infolge Natürlichsprachlichkeit beliebige Dritte - auch solche ohne Erfahrungen im Bereich der Automatischen Informationsverarbeitung - über die Schnittstellen unbefugt Informationen abrufen können. Diesem Einwand steht jedoch die Möglichkeit gegenüber, mit Hilfe der Benutzermodel-

85) Vgl. Schefe (1983), S. 420ff., als einen distinguierten Kritiker des Anspruchs auf Natürlichsprachlichkeit; Winograd (1984), S. 88 u. 96; Zelewski (1986), S. 960ff.

86) Die Antwortzeiten natürlichsprachlicher Automaten liegen - mit erheblicher Streuung in Abhängigkeit von der Antwortschwierigkeit - bei mehreren Sekunden bis hin zu etwa einer Minute; vgl. Hoepfner (1980), passim; Schefe (1983), S. 420.

le subtile Autorisierungsprüfungen auf die Klasse der berechtigten Benutzer zuzuschneiden. Dies könnte z.B. durch Einbindung von Wissen über die bereits erfolgten Dialoge mit berechtigten Benutzern geschehen, aus dem die Schnittstellen Autorisierungsfragen erzeugen, die nur von solchen Benutzern beantwortet werden können, die diese früheren Dialoge inhaltlich kennen, also mit hoher Wahrscheinlichkeit die berechtigten Benutzer selbst sind. Es ist schwer abzuschätzen, welcher der beiden angeführten Effekte hinsichtlich des Datenschutzes schließlich überwiegt.

Als letztes verbleibt das Gütekriterium. Es wurde bereits zuvor im Hinblick auf Benutzerschnittstellen durch das Substitut der Benutzerfreundlichkeit konkretisiert. Aus dem Entwicklungsziel der kooperativen Schnittstellen - hervorgehoben durch die Sichtweise der konvivialen Systeme - folgt unmittelbar der uneingeschränkt positive Beitrag zur Erfüllung dieser Gestaltungsanforderung.

Literaturverzeichnis

Abi-Ezzi, S.S. u. S.E. Kader: Phigs In CAD, in: Computers in Mechanical Engineering, Vol. 5 (1986), No. 1, S. 28-36.

Ahlers, M.: Mathematische Betrachtung des Austauschs von Oberflächendaten mittels der VDA-Schnittstelle, in: Ehrich, H.-D. (Hrsg.): Fachgespräche auf der 14. GI-Jahrestagung, Braunschweig, 1.-2. Oktober 1984, Informatik-Fachberichte 89, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1984, S. 159-170.

Arndt, U. u. P. Benini: Erfahrungen mit der IGES- und VDA-Schnittstelle bei AUDI, in: Ehrich, H.-D. (Hrsg.): Fachgespräche auf der 14. GI-Jahrestagung, Braunschweig, 1.-2. Oktober 1984, Informatik-Fachberichte 89, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1984, S. 171-178.

Balzert, H. (Hrsg.): Software-Ergonomie, Tagung 1/1983 des German Chapter of the ACM, 28.-29.04.1983 in Nürnberg, Stuttgart 1983.

Bey, I. u. J. Leuridan (Hrsg.): Esprit-Projekt 322 "CAD Interfaces", Status-Report 2, Bericht KfK-PFT 121 der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe 1986 (a).

Bey, I. u. J. Leuridan: Europäisches Vorhaben zur Definition von CAD-Schnittstellen, in: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung und Automatisierung, 81. Jg. (1986), S. 38-42 (b).

Brinckmann, H.: Neue Netze - neue Abhängigkeiten: Infrastruktur als Rahmenbedingung für Organisation und Arbeit, in: Schröder, T. (Hrsg.): Arbeit und Informationstechnik, Fachtagung, veranstaltet vom Fachbereich 8 "Informatik und Gesellschaft" der GI, Karlsruhe, 15.-17. Juli 1986, Proceedings, Informatik-Fachberichte 123, Berlin - Heidelberg - New York - London - Paris - Tokyo 1986, S. 61-79.

Donnerbauer, R. u. K. Watson: MAP ist noch nicht die Lösung aller Probleme - Fraunhofer-Institut richtet europäisches Testzentrum ein, in: VDI nachrichten, 39. Jg. (1985), Nr. 51, S. 12.

Eidenmüller, B.: Neue Planungs- und Steuerungskonzepte bei flexibler Serienfertigung - dargestellt an Beispielen aus der Elektroindustrie, in: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 38. Jg. (1986), S. 618-634.

Eigner, M.: Anforderungen und Voraussetzungen für die betriebliche Integration von CAD-Systemen, Teil 1: Konzeptionelle und strukturelle Integration, betriebsexterne Voraussetzungen, in: VDI-Zeitschrift, Bd. 125 (1983), S. 187-194.

Encarnacao, J., H.-E. Hellwig, E. Hettesheimer, W.F. Klos, S. Lewandowski, L.A. Messina, W. Poths, K. Rohmer u. H. Wenz (Hrsg.): CAD-Handbuch - Auswahl und Einführung von CAD-Systemen, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1984.

- Encarnacao, J., R. Schuster u. E. Vöge (Hrsg.): Product Data Interfaces in CAD/CAM Applications - Design, Implementation and Experiences, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1986.
- Enderle, G., K. Kansy, G. Pfaff u. F.-J. Prester: Die Funktionen des Graphischen Kernsystems, in: Informatik-Spektrum, Bd. 6 (1983), S. 55-75.
- Enderle, G.: IGES, in: Informatik-Spektrum, Bd. 7 (1984), S. 45-46 (a).
- Enderle, G.: Schnittstelle, in: CAE-Management, Jg. 1984, Heft April, S. 26-27 (b).
- Feierabend, R.: Beitrag zur Abstimmung und Gestaltung unternehmensübergreifender logistischer Schnittstellen, Bremen 1980.
- Fischer, G.: Computer als konviviale Werkzeuge, in: Brauer, W. (Hrsg.): GI - 11. Jahrestagung in Verbindung mit: Third Conference of the European Co-operation in Informatics (ECI), Proceedings, 20.-23.10.1981 in München, Informatik-Fachberichte 50, Berlin - Heidelberg - New York 1981, S. 409-416.
- Freimuth, J.: Zwischen allen Stühlen? - Das Management von Schnittstellen, in: Zeitschrift Führung + Organisation, 55. Jg. (1986), S. 235-242.
- Grabowski, H., R. Anderl u. R. Glatz: CAD/CAM-Schnittstellenproblematik für den Anwender, in: o.V. (Gesellschaft für Fertigungstechnik in Stuttgart in Verbindung mit der VDI-Gesellschaft Produktionstechnik (ADB) und den Fertigungstechnischen Instituten der Universität Stuttgart): FTK'85 - Fertigungstechnisches Kolloquium, Schriftliche Fassung der Vorträge zum Fertigungstechnischen Kolloquium am 10./11. Oktober 1985 in Stuttgart, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1985, S. 132-144.
- Grochla, E. (et al.): Integrierte Gesamtmodelle der Datenverarbeitung - Entwicklung und Anwendung des Kölner Integrationsmodells (KIM), München - Wien 1974.
- Guenther, F.: Verarbeitung natürlicher Sprache - ein Überblick, in: Informatik-Spektrum, Bd. 9 (1986), S. 162-173.
- Hackstein, R.: Produktionsplanung und -steuerung (PPS), Düsseldorf 1984.
- Hansen, H.R.: Wirtschaftsinformatik I: Einführung in die betriebliche Datenverarbeitung, 5. Aufl., Stuttgart 1986.
- Hayes, P.J. u. D.R. Reddy: Steps toward graceful interaction in spoken and written man-machine communication, in: International Journal on Man-Machine Studies, Vol. 19 (1983), S. 231-284.
- Hein, H.-W.: Der Computer als "intelligenter" Kommunikationspartner - Ein Ausblick auf wissensbasierte Dialoge, in: Office Management, 32. Jg. (1984), S. 1186-1189.

Heß, H.-J.: Großunternehmen verändern die Zusammenarbeit - Zulieferer erhalten Datenmodell anstatt Zeichnungen als Auftragsvorgabe, in: VDI nachrichten, 40. Jg. (1986), Nr. 34, S. 15.

Hoepfner, W. u. W. Wahlster: Dialogsequenzen mit dem System HAM-RPM im Kommentierungsmodus, Memo Nr. 11 der Projektgruppe Simulation und Sprachverstehen am Germanischen Seminar der Universität Hamburg, Hamburg 1980.

Honrath, K.: Die Zukunft der Produktionsingenieure, in: VDI nachrichten, 39. Jg. (1985), Nr. 36, S. 24.

Kaplan, S.J.: Cooperative Responses From a Portable Natural Language Query System, in: Brady, J. u. R.C. Berwick (Hrsg.): Computational Theory of Discourse, Cambridge (Massachusetts) - London 1983, S. 167-208.

Kauffels, F.-J.: MAP - Kommunikationsbasis innerhalb CIM, Teil 1: Das technische Konzept von MAP, Teil 2: Meilensteine für Benutzer-Mitbestimmung, in: PC Magazin, Jg. 1986, Nr. 29, S. 66-83 (Teil 1), bzw. Nr. 30, S. 17-26 (Teil 2).

Kayser, P.: EDV-gestützte Produktionsprogrammplanung bei Auftragsfertigung - Ein Systementwurf für die industrielle Praxis, Berlin 1978.

Klos, W.F. u. W. Poths: Weg von den Insellösungen, in: Computerwoche EXTRA - Ein Supplement der Computerwoche Nr. 12 vom 22. März 1985 - CAD.CAM.CIM: Integration in Sicht, S. 4-6.

König, W. u. J. Niedereichholz: Informationstechnologie der Zukunft - Basis strategischer DV-Planung, Heidelberg - Wien 1986.

Krcmar, H.: Schnittstellenprobleme EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, in: Kilger, W. u. A.-W. Scheer (Hrsg.): Rechnungswesen und EDV - 4. Saarbrücker Arbeitstagung, Würzburg - Wien 1983, S. 323-350.

Lay, G., K. Maisch, M. Boffo u. L. Lemmermeier: Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen des Einsatzes von integrierten CAD/CAM-Systemen, Untersuchungsteil I: Technische Entwicklung, Diffusion und betrieblicher Einsatz integrierter CAD/CAM-Systeme - Vorstudie für ein empirisches Hauptprojekt, RKW-Projekt A 148/83, Düsseldorf 1984.

Lehnert, W.G. u. M.H. Ringle (Hrsg.): Strategies for Natural Language Processing, Hillsdale - London 1982.

Maguire, M.: An evaluation of published recommendations on the design of man-computer dialogues, in: International Journal on Man-Machine Studies, Vol. 16 (1982), S. 237-261.

Marburger, H.: Kooperativität in natürlichsprachlichen Zugangssystemen, in: Brauer, W. u. B. Radig (Hrsg.): Wissensbasierte Systeme, GI-Kongreß München, 28./29. Oktober 1985, Informatik-Fachberichte 112, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1985, S. 135-144.

Meibes, U.: Der Grafikstandard GKS, Teil 1: Ein erster Einblick, Teil 2: Attribute bestimmen die Feinheiten, Teil 3: Ausbaustufen und Anwendungen, in: PC Magazin, Jg. 1985, Nr. 48, S. 63-66 (Teil 1), Nr. 49, S. 63-66 (Teil 2), bzw. Nr. 50, S. 68-75 (Teil 3).

- Mertens, P.: Zwischenbetriebliche Integration der EDV, in: Informatik-Spektrum, Bd. 8 (1985), S. 81-90.
- Mertins, K.: CIM mit heutigen Mitteln - Computerintegrierte Fertigung beseitigt überzogenen Taylorismus, in: VDI nachrichten, 40. Jg. (1986), Nr. 10, S. 26.
- Mitroff, I.I. u. T.R. Featheringham: On Systematic Problem Solving and the Error of the Third Kind, in: Behavioral Science, Vol. 19 (1974), S. 383-393.
- Müller, W.: Schnittstellenproblematik in CIM-Systemen und Lösungsansätze am Beispiel der Betriebsdatenerfassung, in: o.V. (Verein Deutscher Ingenieure / Hrsg.): Strukturen der Automatisierung für die Fabrik mit Zukunft, Düsseldorf 1985, S. 107-121.
- o.V.: Rechtsstreit zwischen IBM und EG beigelegt - Größere Chancen für europäische Rechnerhersteller - Schnittstellen werden früher bekanntgegeben, in: VDI nachrichten, 38. Jg. (1984), Nr. 33, S. 2.
- o.V.: MAP - Manufacturing Automation Protocol, MAP User's Group Meeting, 10.-11.09.1985 in Anaheim, Dearborn 1986 (a).
- o.V.: PHI-GKS: Die PHIGS-Funktionalität kombiniert mit GKS-Kompatibilität, in: Informatik-Spektrum, Bd. 9 (1986), S. 135 (b).
- o.V.: Irdara-Richtlinie: Industrieroboter in CIM-Schnittstelle, in: VDI nachrichten, 40. Jg. (1986), Nr. 20, S. 34 (c).
- o.V.: TI präsentiert UNILINK, in: Computer Magazin, 15. Jg. (1986), Nr. 7/8, S. 67 (d).
- o.V.: Europäer raufen sich zusammen - Informatik setzt auf Normen - Computer sollen sich endlich verstehen, in: VDI nachrichten, 40. Jg. (1986), Nr. 42, S. 1 (e).
- o.V.: Computer sollen sich besser "vertragen" - Acht Hersteller gründen Gemeinschaftsunternehmen für Computernormen, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Ausgabe vom 4.10.1986, S. 16 (f).
- Pasemann, K.: Schnittstellen für CIM, in: o.V.: CAMP'85 Computer Graphics, The European Conference and Exhibition on Computer Graphics at the ICC Berlin, 24.-27.09.1985 in Berlin, Berlin 1985, S. 404-410.
- Pfohl, H.-C.: Logistiksysteme - Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1985.
- Poths, W. u. R. Löw: CAD/CAM - Entscheidungshilfen für das Management, Heidelberg - Frankfurt 1985.
- Scheer, A.-W.: Wirtschafts- und Betriebsinformatik, München 1978.
- Scheer, A.-W.: EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre, Berlin - Heidelberg - New York 1984 (a).
- Scheer, A.-W.: Schnittstellen zwischen betriebswirtschaftlicher und technischer Datenverarbeitung in der Fabrik der Zukunft, in: Ehrich, H.-D. (Hrsg.): GI - 14. Jahrestagung, Braunschweig, 2.-4. Oktober 1984, Proceedings, Informatik-Fachberichte 88, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1984, S. 56-79 (b).

- Schefe, P.: Natürlichsprachlicher Zugang zu Datenbanken, in: Angewandte Informatik, 25. Jg. (1983), S. 419-423.
- Schmitz, P. u. N. Szyperski: Organisatorisches Instrument zur Gestaltung von Informations- und Kommunikationssystemen in Unternehmungen, in: Angewandte Informatik, 20. Jg. (1978), S. 281-292.
- Schmitz, P. u. U. Hasenkamp: Rechnerverbundsysteme - Offene Kommunikationssysteme auf der Basis des ISO-Referenzmodells, München-Wien 1981.
- Simon, T.: MAP: Kommunikation in der automatisierten Fertigung, in: Computer Magazin, 15. Jg. (1986), Nr. 6, S. 38-42.
- Sommer, K.: Steuerung projektlogistischer Systeme mit Hilfe der netzorientierten formalen Sprache LCS (Loosely Coupled System) und ihrer Erweiterung IS (Interaction System), München 1986.
- Spizig, J.S.: Die Schranken schwinden - Oberflächendaten lassen sich durchgängig nutzen, in: VDI nachrichten, 40. Jg. (1986), Nr. 10, S. 18.
- Spur, G. u. F.-L. Krause: CAD-Technik, München - Wien 1984.
- Steusloff, H.: Manufacturing Automation Protocol (MAP) - Zielsetzung, Konzeption, Entwicklungsstand, in: Warnecke, H.J. (Hrsg.): Initiativen für die Fabrik mit Zukunft, Internationales Symposium im Rahmen der Hannover-Messe-Industrie'86, 10. und 11. April 1986, Berlin - Heidelberg - New York 1986, S. 221-235.
- Suppan-Borowka, J. u. T. Simon: MAP - Datenkommunikation in der automatisierten Fertigung - Grundlagen, Probleme, Alternativen, Lösungen; Pulheim 1986.
- Theilmann, B.: Schnittstellenbetrachtungen bei der Ankopplung eines Prozeßrechners an ein technisches System, in: Informatik-Spektrum, Bd. 7 (1984), S. 73-80.
- Voss, K.: On the Notion of Interface in Condition/Event-Systems, ISF-Report 82-03 der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH/Bonn, Sankt Augustin 1982.
- Wahlster, W.: Natürlichsprachliche Systeme - Eine Einführung in die sprachorientierte KI-Forschung, in: Bibel, W. u. J.H. Siekmann (Hrsg.): Künstliche Intelligenz, Frühjahrsschule Teisendorf, 15.-24.03.1982 in Teisendorf, Informatik-Fachberichte 59, Berlin - Heidelberg - New York 1982, S. 203-283.
- Wahlster, W.: Cooperative Access Systems, in: Fifth Generation Systems, Vol. 1 (1984), S. 103-111.
- Wedekind, H.: Brauchen wir eine neue Aufklärung?, in: Schröder, T. (Hrsg.): Arbeit und Informationstechnik, Fachtagung, veranstaltet vom Fachbereich 8 "Informatik und Gesellschaft" der GI, Karlsruhe, 15.-17. Juli 1986, Proceedings, Informatik-Fachberichte 123, Berlin - Heidelberg - New York - London - Paris - Tokyo 1986, S. 391-402.
- Winograd, T.: Software für Sprachverarbeitung, in: Spektrum der Wissenschaft, Jg. 1984, Heft 11, S. 88-102.

Winter, H.: Vernetzte Minicomputer als Büroinfrastruktur - Integration von Anwendungssoftware auf unterschiedlichen Rechnerklassen, in: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Integrierte Bürosysteme - Zukunftssichere Strategien und erfolgreiche Anwendungen, 3. IAO-Arbeitstagung, 27.-28. 11.1984 in Stuttgart, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1984, S. 249-264.

Wolf, T. u. H.D. Unkelbach: Informationsmanagement in Chemie und Pharma - Seine Bedeutung in technisch-wissenschaftlichen Bereichen, Stuttgart 1986.

Wüst, W.: EDV-Schnittstellen der Kosten- und Leistungsrechnung, in: Kilger, W. u. A.-W. Scheer (Hrsg.): Plankosten- und Deckungsbeitragsrechnung in der Praxis, Würzburg - Wien 1980, S. 425-442.

Zelewski, S.: Das Leistungspotential der Künstlichen Intelligenz - eine informationstechnisch-betriebswirtschaftliche Analyse, Dissertation am Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Fertigungswirtschaft der Universität Köln 1985, Witterschlick/Bonn 1986.

Verzeichnis der Arbeitsberichte des
Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre,
Industriebetriebslehre und Produktionswirtschaft der
Universität zu Köln
(bis Sommer 1986: Seminar für Allgemeine
Betriebswirtschaftslehre und Fertigungswirtschaft)

- Nr. 1: ZELEWSKI,STEPHAN: Entscheidungsmodelle zur Verschrottung von Fertigungshilfsmitteln, Köln 1984.
- Nr. 2: KERN,WERNER; ZELEWSKI,STEPHAN: Ein Zuordnungsmodell für Meßgeräte in Energie-Informationssystemen, Köln 1985.
- Nr. 3: KERN,WERNER; PETERS,ULRICH: Energiebewirtschaftung in industriellen Betrieben - Bericht über eine Befragung, Köln 1985.
- Nr. 4: BOOS,JOCHEN: Lokalisierung von Meßstellen für ein Informations-System zur Energiebewirtschaftung in industriellen Betrieben - Entwicklung eines OR-Modells mit einem Lösungsvorschlag -, Köln 1986.
- Nr. 5: ZELEWSKI,STEPHAN: Ansätze der Künstlichen Intelligenz-Forschung zur Unterstützung der Netzplantechnik, Köln 1986.
- Nr. 6: ZELEWSKI,STEPHAN: Schnittstellen bei betrieblichen Informationssystemen - eine Darstellung aus systemtheoretischer und betriebswirtschaftlicher Sicht -, Köln 1986.
- Nr. 7: ZELEWSKI,STEPHAN: Konzepte für Frühwarnsysteme und Möglichkeiten zu ihrer Fortentwicklung durch Beiträge der Künstlichen Intelligenz, Köln 1986.
- Nr. 8: ZELEWSKI,STEPHAN: Das Konzept der unscharfen Mengen unter besonderer Berücksichtigung ihrer linguistischen Interpretation - eine Lösung für unscharfe Probleme? -, Köln 1986.
- Nr. 9: ZELEWSKI,STEPHAN: Der tau-Wert: Aspekte eines neueren spieltheoretischen Ansatzes zur fairen Preisbildung aus kostenrechnerischer Perspektive, Köln 1986.
- Nr. 10: ZELEWSKI,STEPHAN: Competitive Bidding aus der Sicht des Ausschreibers - ein spieltheoretischer Ansatz -, Köln 1986.
- Nr. 11: ZELEWSKI,STEPHAN: Netztheoretische Ansätze zur Konstruktion und Auswertung von logisch fundierten Problembeschreibungen, Köln 1986.

- Nr. 12: ZELEWSKI,STEPHAN: Netztheoretische Fundierung von parallelen Algorithmen für die Lösung linear-ganzzahliger OR-Modelle, Köln 1986.
- Nr. 13: ZELEWSKI,STEPHAN: Intelligente Informationssysteme - benutzerfreundliche Instrumente für die Informationsvermittlung? -, Köln 1986.
- Nr. 14: ZELEWSKI,STEPHAN: Komplexitätstheorie - ihr Beitrag zur Klassifizierung und Beurteilung von Problemen des Operations Research -, Köln 1986.
- Nr. 15: ZELEWSKI,STEPHAN: Der Informationsbroker, Köln 1986.
- Nr. 16: ZELEWSKI,STEPHAN: Soziale Verantwortbarkeit von Technologien, Köln 1986.
- Nr. 17: ZELEWSKI,STEPHAN: Expertensysteme - Übersicht über Konzeptionen und betriebswirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten -, Köln 1986.
- Nr. 18: ZELEWSKI,STEPHAN: Das Leistungspotential der Künstlichen Intelligenz für Industrieanwendungen - Ein Überblick -, Köln 1987.
- Nr. 19: ZELEWSKI,STEPHAN: Expertensysteme im "Büro der Zukunft" - Ein Überblick über Anwendungsperspektiven und Bewertungsaspekte -, Köln 1987.
- Nr. 20: KUMMER,SEBASTIAN: Computerunterstützung schöpferischer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, Köln 1987.
- Nr. 21: ZELEWSKI,STEPHAN: Betriebswirtschaftliche Aspekte des industriellen Einsatzes von Expertensystemen - Anwendungsmöglichkeiten und Bewertung -, Köln 1988.
- Nr. 22: ZELEWSKI,STEPHAN: Expertensysteme für Prozeßplanung und -steuerung in der Fabrik der Zukunft - Ein Überblick über Konzepte und erste Prototypen -, Köln 1988.
- Nr. 23: ZELEWSKI,STEPHAN: Expertensysteme zur Sicherung der Betriebsbereitschaft in der Fabrik der Zukunft, Köln 1988.
- Nr. 24: ZELEWSKI,STEPHAN: Ansätze zur Bewertung des Einsatzes Künstlicher Intelligenz in Industrieunternehmen - aus produktiver und sozialer Sicht -, Köln 1988.