

# — vordenker-archive —

## Rudolf Kaehr

(1942-2016)

### Title

Organisatorische Vermittlung verteilter Systeme

### Archive-Number / Categories

1\_08 / K13

### Publication Date

1985

### Keywords

Organisationsstrukturen, Heterarchie, Hierarchie

### Disciplines

Other Social and Behavioral Sciences

### Abstract

Starting from more recent approaches from basic research, the project team develops a model approach for future forms of organization of production. Afterwards production is interpreted and modeled as a network of distributed parallel, cooperative and heterarchically organized processes.

### Citation Information / How to cite

**Joseph Ditterich, Gerhard Helletsberger, Rudolf Matzka, Rudolf Kaehr**, "Organisatorische Vermittlung verteilter Systeme" in: [www.vordenker.de](http://www.vordenker.de) (Sommer Edition, 2017) J. Paul (Ed.)

URL: [https://www.vordenker.de/rk/rk-jd-rm\\_Organisatorische-Vermittlung-verteilter-Systeme\\_1985.pdf](https://www.vordenker.de/rk/rk-jd-rm_Organisatorische-Vermittlung-verteilter-Systeme_1985.pdf)

— originally published in: Ditterich et al. "Organisatorische Vermittlung Verteilter Systeme." Forschungsprojekt Siemens-AG München 1985.

### Categories of the RK-Archive

- |  |  |
|--|--|
| K01 Gotthard Günther Studies                     | K08 Formal Systems in Polycontextural Constellations |
| K02 Scientific Essays                            | K09 Morphogramatics                                  |
| K03 Polycontextuality – Second-Order-Cybernetics | K10 The Chinese Challenge or A Challenge for China   |
| K04 Diamond Theory                               | K11 Memristics Memristors Computation                |
| K05 Interactivity                                | K12 Cellular Automata                                |
| K06 Diamond Strategies                           | K13 RK and friends                                   |
| K07 Contextural Programming Paradigm             |  |

**Organisatorische  
Vermittlung  
Verteilter Systeme**

**Siemens AG, München 1985**

# **Organisatorische Vermittlung Verteilter Systeme**

Forschungsprojekt

im Auftrag der Siemens-AG, München  
ZT ZTP

Vorstudie: Mai - August 1984  
Forschungsstudie: September 1984 - Juni 1985

Projektteam:  
Joseph Ditterich, München  
Gerhard Helletsberger, Siemens-AG, München  
Dr. Dr. Rudolf Matzka, Universität München

in Zusammenarbeit mit  
Dr. Rudolf Kaehr, Berlin

## **INHALTSÜBERSICHT**

**1 ORGANISATORISCHE ANFORDERUNGEN AN PRODUKTIONSSYSTEME ZUR ERZEUGUNG KOMPLEXER PRODUKTE**

**2 SUKZESSION UND PARALLELITÄT ZWISCHEN ENTWICKLUNG UND FERTIGUNG**

**3 DIE AMBIVALENZ DES MODULARITÄTSPRINZIPS**

**4 DAS UNGELÖSTE PROBLEM DER ORGANISATORISCHEN BEHERRSCHUNG FAKTISCHER KOMPLEXITÄT**

**5 FERTIGUNGSSTEUERUNG ZWISCHEN AUFTRAG UND ÄNDERUNG**

**6 MODELLANSATZ ZUM REDESIGN DER PRODUKTIONSORGANISATION ELEKTRONISCHER PRODUKTE**

**7 PARALLELARBEIT UND INNOVATIONSDYNAMIK STRUKTURANALYSE VON PEP**

**8 DAS KOMPLEXE OBJEKT ORIENTIERT DIE PRODUKTION AUF DIE ORGANISATION DER KREATIVEN ARBEIT**

**9 DIE POST-INSTITUTIONELLE PRODUKTION ALS KNÜPFUNG UND ÜBERLAGERUNG VON PRODUKTIONSNETZEN**

**10 VON DER AUSSENSTEUERUNG ZUR INNEREN SYSTEMDYNAMIK**

**11 ENTFLECHTUNG UND KOMPLEXITÄT**

**12 VERTEILTE SYSTEME, AUTONOME SYSTEME, COMPUTER**

**13 MODELL FÜR EINE DREIKONTEXTURALE OBJEKTBESTIMMUNG DURCH ANKNÜPFUNG AN DIE SEMIOTISCHE MATRIX**

**14 SKIZZE EINER GRAPHEMATISCHEN SYSTEMTHEORIE**

**15 LITERATURHINWEISE**

**Kapitel 1 von G. Helletsberger**

**Kapitel 2 – 5 von R. Matzka**

**Kapitel 6 – 12 von J. Ditterich**

**Kapitel 13 von Ditterich, Helletsberger, Kaehr**

**Kapitel 14 von R. Kaehr**

# **INHALTSVERZEICHNIS**

## **VORBEMERKUNG**

### **1 ORGANISATORISCHE ANFORDERUNGEN AN PRODUKTIONSSYSTEME ZUR ERZEUGUNG KOMPLEXER PRODUKTE**

Reflexion des Modellansatzes OVVS (Organisatorische Vermittlung Verteilter Systeme) am Beispiel eines Elektronikfertigers

- Komplexe Produkte erfordern komplexe Organisationsstrukturen (Seite)
- Die Aufbauorganisation verliert zunehmend ihre strukturierende und koordinierende Kraft
- Die Organisationsstruktur komplexer Systeme, ein dynamisches Ineinandergreifen von Iteration und Akkretion
- Der stabile Produkttyp, die heilige Kuh des klassischen Serien- und Variantenfertigers
- Die Phasen-Sukzession, nach der sich der organisatorische Regelablauf ausrichtet - eine Fiktion?
- Jedes autonome Subsystem hat seine eigene „Technologie“
- Jeder Bereichswechsel des Produktes wird in einem Vermittlungssystem reflektiert
- Die Soll-Ist-Abweichung, ein Symptom für den ausgeschlossenen Gebrauchskontext
- CIM fehlt der strukturelle Rahmen, der es ermöglichen würde, die heterogenen CAx-Aktivitäten zu vermitteln

### **2 SUKZESSION UND PARALLELITÄT ZWISCHEN ENTWICKLUNG UND FERTIGUNG**

#### **3 DIE AMBIVALENZ DES MODULARITÄTSPRINZIPS**

- Struktur und Funktion
- Die Lücke zwischen Struktur und Funktion
- Konstruktion und Verifikation

#### **4 DAS UNGELÖSTE PROBLEM DER ORGANISATORISCHEN BEHERRSCHUNG FAKTISCHER KOMPLEXITÄT**

#### **5 FERTIGUNGSSTEUERUNG ZWISCHEN AUFTRAG UND ÄNDERUNG**

#### **6 MODELLANSATZ ZUM REDESIGN DER PRODUKTIONSORGANISATION ELEKTRONISCHER PRODUKTE**

vor dem Hintergrund einer kurzen Untersuchung im K WS (Werk für Systeme) Augsburg

#### **7 PARALLELARBEIT UND INNOVATIONSDYNAMIK STRUKTURANALYSE VON PEP („PROZESSABLAUF ZUR ERSTELLUNG VON HARDWARE-PRODUKTEN“)**

#### **8 DAS KOMPLEXE OBJEKT ORIENTIERT DIE PRODUKTION AUF DIE ORGANISATION DER KREATIVEN ARBEIT**

#### **9 DIE POST-INSTITUTIONELLE PRODUKTION ALS KNÜPFUNG UND ÜBERLAGERUNG VON PRODUKTIONSNETZEN**

#### **10 VON DER AUSSENSTEUERUNG ZUR INNEREN SYSTEMDYNAMIK**

Zur Rolle des Auftrags als Steuerungsbegriff einer zukünftigen PPS

#### **11 ENTFLECHTUNG UND KOMPLEXITÄT**

## **12 VERTEILTE SYSTEME, AUTONOME SYSTEME, COMPUTER**

## **13 MODELL FÜR EINE DREIKONTEXTURALE OBJEKTBESTIMMUNG DURCH ANKNÜPFUNG AN DIE SEMIOTISCHE MATRIX**

## **14 SKIZZE EINER GRAPHEMATISCHEN SYSTEMTHEORIE**

Zur Problematik der Heterarchie verteilter Systeme im Kontext der New „Second-Order“ Cybernetics

Cybernetic Ontology: Hierarchie und Heterarchie komplexer Systeme

I. Zur Architektur heterarchischer Systeme

II. Zur Organisation komplexer Systeme

- Strukturtypenbildung

- Komplexionstypen

III. Zur Prozessualität komplexer Systeme

IV. Zur Objektivität komplexer Systeme

- Konkretisierungen

- Die Dinge und ihre Ränder

V. Glossar der Polykontextualitäts-Theorie

## **15 LITERATURHINWEISE**

## **VORBEMERKUNG**

Ausgehend von neueren Ansätzen aus der Grundlagenforschung erarbeitet das Projektteam einen Modellansatz für zukünftige Formen der Organisation der Produktion. Danach wird die Produktion als ein Verbund von verteilten parallelen, kooperativen und heterarchischen Prozessen interpretiert und modelliert.

Die folgenden Thesen sollen die Art des Zusammenhangs zwischen dem vorgelegten Modellansatz und der gegenwärtigen Situation in der Produktion verdeutlichen:

1. Die moderne Produktion bringt, insbesondere im Bereich der Elektronik, zunehmend Prozesse und Subsysteme aber auch Teile und Maschinen hervor, die sich ihrer eindeutigen organisatorischen Einbettung bzw. ihrer formalisierten oder personellen Beherrschbarkeit entziehen.
2. Trotz einer faktischen Parallelität und Simultanität der Prozesse wird ihr Zusammenhang, aufgrund vorgegebener Methodologien, weiterhin als vor-/ nachgelagert bzw. über- / untergeordnet interpretiert und organisiert. Die Wechselwirkungen zwischen den Prozessen zeigen sich daher als Störungen, Sonderfälle, Dissonanzen von Rhythmen, mangelnder Transfer von know-how etc. Eine Konzeption der Organisation komplexer Systeme könnte der Dynamik und Innovationskraft paralleler Arbeit den notwendigen Entfaltungsraum geben.
3. Parallelarbeit als kreatives Potential wird heute weitgehend durch eine Orientierung am fixierten Produkttyp blockiert. Die Prozeßstruktur von Innovationszyklen muß sich über einem „fließenden Produkttyp“ organisieren. Voraussetzung dafür wäre die Erarbeitung einer Strukturtheorie der Komplexität technischer Produkte.

Zum Zwecke der Konkretisierung des Modellansatzes führte das Projektteam von April bis Juni 85 eine Untersuchung im K WS Augsburg durch.

In der vorliegenden Studie werden die Forschungsergebnisse z. T. anhand der durch die Untersuchung in Augsburg gewonnenen Erkenntnisse dargestellt.

# 1 ORGANISATORISCHE ANFORDERUNGEN AN PRODUKTIONSSYSTEME ZUR ERZEUGUNG KOMPLEXER PRODUKTE

## Reflexion des Modellansatzes OVVS (Organisatorische Vermittlung Verteilter Systeme) am Beispiel eines Elektronikfertigers

Fundiert durch eine Analyse der Organisationsstruktur eines führenden Computerherstellers in Verbindung mit unserem Modellansatz „Organisatorische Vermittlung Verteilter Systeme“ (OVVS) wagen wir folgende Behauptung:

### ***Komplexe Produkte erfordern komplexe Organisationsstrukturen.***

Die Erzeugung komplexer Produkte erfordert eine entsprechende komplexe Organisationsstruktur, in der sich das Wechselspiel von Produktdefinition und Produktrealisierung ereignen kann. Die heute vorgefundenen Organisationsnetze stammen noch aus der Phase elektro-mechanischer Produktion und erfüllen diese Forderung nicht.

### ***Die klassische Organisationsform - homogen, hierarchisch, modular, linear-sukzessiv.***

Die traditionelle Organisationsstruktur wird als Ausdruck ihrer Unfähigkeit zunehmend durch vielfältigste ad-hoc-Aktivitäten unterlaufen. Es gibt jedoch keine Rahmentheorie und keinen Modellansatz, der dem Design komplexer Organisationsstrukturen als Basis und Orientierung dienen könnte. Reine Empirie ohne theoretisches Konzept bleibt aber letztlich unbefriedigend. Dies wird auch den Organisatoren zunehmend bewußt.

Die klassische Organisationstheorie baut auf dem Prinzip der Homogenität auf und wird deshalb mit der Ausbildung heterogener, autonomer Subsysteme<sup>1</sup> und ihrer Koordinierung nicht fertig.

Die traditionelle Relation zwischen Aufbau- und Ablauforganisation als Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion entspricht nicht mehr der Anforderung, die heute und noch mehr in Zukunft an die Erzeugung komplexer, nicht abschließbarer HW+SW-Systeme (Hardware, Software) als gebrauchsfähige Produkte gestellt werden.

Dies zeigte sich in der Praxis des untersuchten Industriebetriebs z. B. darin, daß bei den Analyse-Gesprächen über Aufbauorganisation kaum gesprochen wurde. Das wurde von uns so gedeutet, daß die hierarchisch strukturierte, am Produkttyp orientierte Aufbauorganisation gegenüber der am individuellen Produktdurchlauf orientierten Ablauforganisation zur Zeit erheblich an Stellenwert verloren hat. Sie wird eher als nicht so wichtig hingenommen und durch rege ablauforganisatorische Veränderungen dauernd unterlaufen.

Dabei scheint es den Betroffenen mehr oder weniger unklar zu sein, in welcher Beziehung Aufbau- und Ablauforganisation überhaupt noch zueinander stehen (→ 4)<sup>2</sup>. Der prozessuale Organisationsaspekt stand damit stark im Vordergrund.

Aufbauorganisatorisch war im analysierten Fall z. B. interessant, daß der Vertrieb nicht zum Werk gehört und der kaufmännische Bereich zwar einerseits an der Werksleitung hängt, andererseits jedoch der UB KL unterstellt ist.

<sup>1</sup> Der in diesem Essay verwendete polykontexturale Subsystembegriff zeigt zugleich sowohl subordinative als auch ko-ordinative Züge. Seine Bedeutung im Rahmen des Gesamtsystems wäre also genauer durch Verwendung des Begriffs „Sub-Ko-System“ ausgedrückt.

<sup>2</sup> (→ 4) bedeutet „siehe auch Inhaltsübersicht Punkt 4“

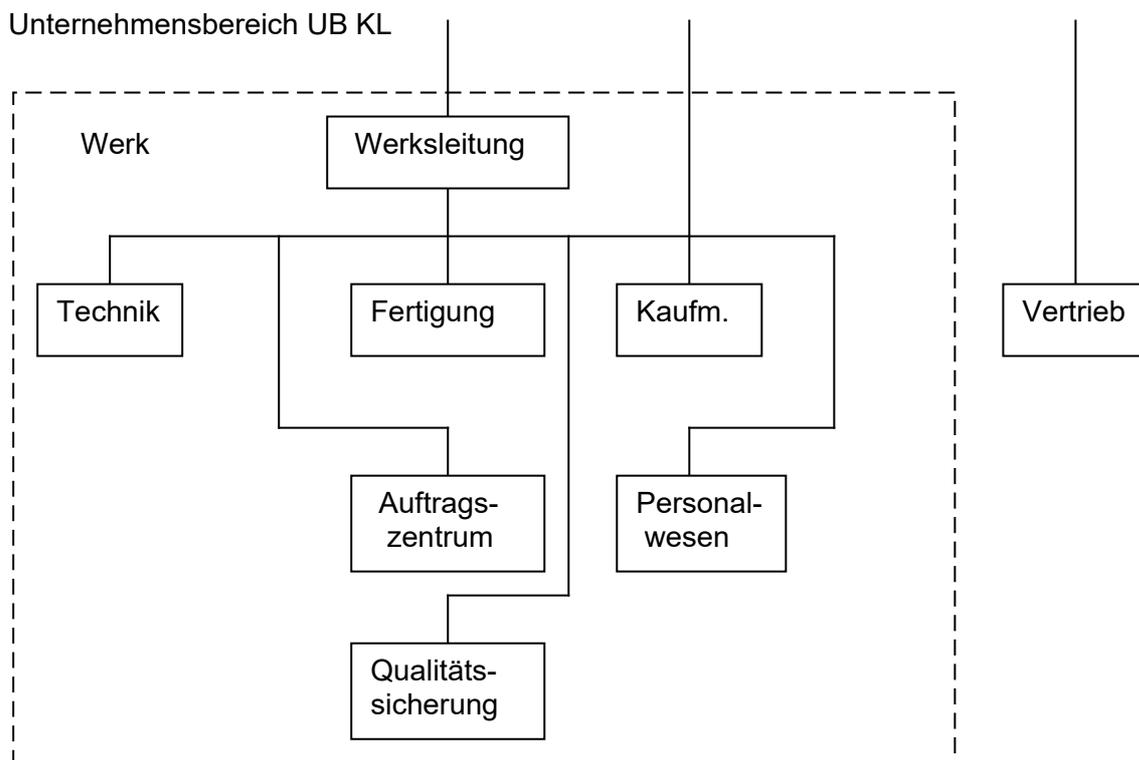


Bild 1: Aufbauorganisation des Werkes

AZ und QS nehmen eine Sonderstellung ein. Sie hängen direkt an der Werksleitung, sind aber „optisch“ - vermutlich um die Eigenständigkeit nicht zu stark hervorzuheben - im Organisationsplan unter dem F-Bereich angeordnet.

Ähnliches gilt für den Personalbereich im Hinblick auf den K-Bereich. Damit will man offensichtlich den Eindruck verwischen, daß es sich bei AZ, QS und Pers faktisch um zu T, F und K gleichrangige Subsysteme handelt.

Jeder der Bereiche T, F und K unterscheidet sich qualitativ grundsätzlich von jedem anderen, weshalb ihnen ja der Status eigener Bereiche zugesprochen wurde.

Mit der Zubilligung der Gleichrangigkeit von AZ und QS gegenüber T, F und K wurden AZ und QS jedoch ebenfalls qualitative Einzigartigkeit zugestanden.

Dazu sei an dieser Stelle bereits folgendes angemerkt:

Der weiteren Herausbildung qualitativ eigenständiger Bereiche, die sich nicht mehr unter einem umfassenden übergeordnetem Standpunkt subsumieren lassen - denn gerade aus dieser Unmöglichkeit heraus haben sie sich ja ausdifferenziert - ist prinzipiell keine Grenze gesetzt.



Bild 2 : Ausdifferenzierung gleichrangiger Subsysteme

**Die Aufbauorganisation verliert zunehmend ihre strukturierende und koordinierende Kraft.**

Es wird heute noch kaum gesehen, daß mit dieser Entwicklung die Hierarchie als organisatorisches Koordinierungsprinzip bereits andauernd unterlaufen wird und deshalb die Aufbauorganisation gegenüber der Ablauforganisation zunehmend an Stellenwert verliert.

Andererseits wird durch diesen Mangel an aufbauorganisatorischer Strukturierungskraft die heutige Ablauforganisation in eine Rolle gezwungen, die sie bei ihrer jetzigen - auf die linear-sukzessive Abwicklung von Arbeitsschritten reduzierte - Struktur gar nicht spielen kann.

Damit stellt sich sofort die Frage, durch welches „alternative Koordinierungsprinzip“ die defizient gewordene Hierarchie substituiert werden könnte, ohne dadurch ins „Chaos der Beliebigkeit“ zu driften.

**Die alternative Organisationsform - heterogen, heterarchisch, tabular, parallel-kooperativ, verteilt und vermittelt.**

Die Antwort liegt in einer anderen Deutung der vorgenannten Symptome. Interpretiert man die Ausbildung von gleichrangigen qualitativ unterschiedenen Subsystemen als „Verteilung“ und die dadurch notwendige Koordinierung als „Vermittlung“, dann ergibt sich als Alternativmodell ein tabulares Netz von parallel-kooperativ arbeitenden, einander nebengeordneten Basis- und Vermittlungssystemen.

Die Subsysteme als eigenständige Qualitäten sind dabei zwar in sich hierarchisch strukturiert, ihre Vermittlungsstruktur ist jedoch heterarchisch (zyklisch) (→ 14, → 12).

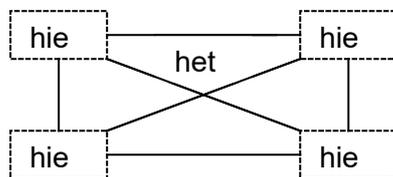


Bild3: Hierarchische innere Struktur - heterarchische Vermittlungsstruktur

Der genannte Aspekt wurde bei der Gründung von AZ und QS als zu T, F und K gleichrangigen Bereichen - soweit wir wissen - nicht mitreflektiert. AZ hat heute die Aufgabe, das quantitative Moment (Mengen und Termine) nach Maßgabe der Kundenauftrags-Orientierung quer durch die Produktphasen Anwendungsfeld (A) bzw. Vertrieb (V), Entwicklung (E) bzw. Technik (T) und Fertigung (F) zu planen und zu steuern.

QS schwingt sich immer mehr von der Aufgabe der reinen Funktionsprüfung nach Vorgabe zum Repräsentanten des gesamten qualitativen Momentes quer durch alle Produktphasen auf. Das ist jedenfalls die Intention von QS, der andere Bereiche (vor allem E) natürlich erheblichen Widerstand entgegensetzen.

Im Rahmen der Modellkonzeption von OVVS (Organisatorische Vermittlung Verteilter Systeme) würden wir - mit aller Vorsicht - QS (ebenso wie AZ) als Vermittlungssysteme und E, D und A bzw. V als Basissysteme interpretieren.

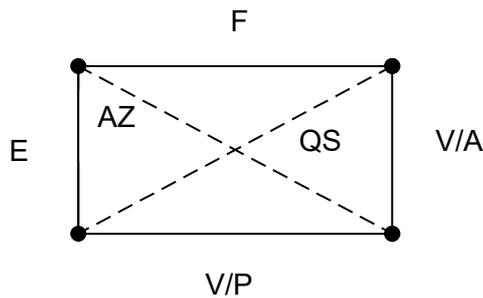


Bild 4: Basis- und Vermittlungssysteme<sup>3</sup>

Mit aller Vorsicht deshalb, weil - als OVVS konzipiert und realisiert - die derzeit von den Subsystemen E, F, A/V, QS, AZ wahrgenommenen Funktionen einerseits erhebliche Verschiebungen zwischen den Systemen erfahren werden, d. h. teilweise an anderen Orten erscheinen und andererseits - vor allem Vermittlungsfunktionen und selbst ganze Vermittlungssysteme neu auftreten werden.

Das Fehlen dieser Vermittlungsstrukturen zeigt sich in den heutigen Organisationsnetzen negativ als Störung des „Regelablaufs“ in einer Vielzahl von zum Regelablauf parallelen Änderungsprozessen. Diese müssen negativ als störend interpretiert werden, weil sie im klassischen Konzept nicht zu organisieren sind, sondern als Kontingenzen in die Subsysteme einbrechen (→ 10).

**Parallel zum organisierten Regelablauf etabliert sich in zunehmendem Maß ein eigen-dynamisches Änderungsgeschehen, das nicht mehr die Ausnahme, sondern die „Regel“ darstellt.**

Änderungen zu allen Zeiten und in allen Produktphasen sind jedoch heute die Regel und nicht mehr die Ausnahme.

An dieser Stelle sollte man sich einmal fragen, ob diese Symptome nicht schon lange eine andere Interpretation erfordern. Dies soll im folgenden versucht werden.

Die vorhin skizzierte Situation läßt sich auch so deuten, daß die Vorstellung einer von ihrem Gebrauchszusammenhang isolierbaren ruhenden Produktstruktur als eindeutig definierbarer *absoluter* Bezugspunkt, an dem sich die Organisationsstruktur orientieren und damit stabilisieren kann, trotz größter Anstrengung nicht mehr festzuhalten ist.

**Die Produktstruktur ist ins „Fließen“ geraten und kann der Organisation nicht mehr als ruhender Bezugspunkt dienen.**

Die Produktstruktur ist in Bewegung - ins „Fließen“ - geraten. Stabilität läßt sich nur mehr *relativ* zur jeweiligen Umgebung eines individuellen Produktes sinnvoll definieren (→ 6).

Akzeptiert man dies als Tatsache, dann stellt sich sofort folgende Frage:

Ist es überhaupt - und wenn ja, wie - möglich, ein sich in Bewegung befindliches Produkt zu definieren? Wie müßte ein solches Modell der Objektbestimmung aussehen?

Darauf werden wir später zurückkommen (→ 13). An dieser Stelle sei nur vorab erwähnt,

<sup>3</sup> V/P als „Vermittlungssystem der Produktdefinition“ wird heute durch eine invariante Leistungsbeschreibung des Produktes ersetzt.

daß nach einem solchen Verständnis ein Produkt zu jeder Zeit als Schnittpunkt aller Bereiche bzw. Subsysteme (Kontexturen) angesehen werden muß, die für seine Definition und Realisierung relevant sind (→ 13).

Wie wird man nun in der heutigen Praxis mit dem „Auseinanderfallen“ bzw. der „Auflösungstendenz“ der stabilen Produktstruktur fertig?

Die Antwort lautet: Man interpretiert sie nicht im vorgenannten Sinn, sondern jegliche Koordinierungsaktivität verfolgt das Ziel, den Begriff des stabilen Produkttyps als Repräsentant der Einzelprodukte und als Orientierungsrahmen für die Organisationsstruktur zu retten.

Was meinen wir nun damit?

Dazu wollen wir als Vorbereitung zur Umdeutung des nachfolgenden Praxisbeispiels einen kleinen Umweg einschlagen.

**Das Prinzip der Wiederholung - die basale Kategorie der Organisationsstruktur.**

Organisationsstrukturen zur Produktion technischer Produkte sind so aufgebaut, daß im prozessualen Ablauf die sukzessive Erzeugung bzw. Akkumulation von Einzelprodukten möglich wird.

Wir wollen nun - unter Berücksichtigung der Kategorie der *Wiederholung* - zwei Arten von Sequenzbildung begrifflich streng auseinanderhalten.

(1) Die monotone Wiederholung eines am Anfang gesetzten Produktes bezeichnen wir als Iteration. Für sie gilt als Beziehung zwischen Vorgänger und Nachfolger die Relation der *Identität* (=). Wir haben hier also ein Maximum an Wiederholung vorliegen.

(2) Wenn sich jedes neu hinzugefügte Produkt nicht nur von seinem unmittelbaren Vorgänger, sondern von allen ihm vorangegangenen unterscheidet, dann bezeichnen wir das als strikte Akkretion. Sie zeichnet sich durch ein absolutes Minimum an Wiederholung aus. Zwischen den Einzelprodukten besteht die Relation der *Differenz* (#).

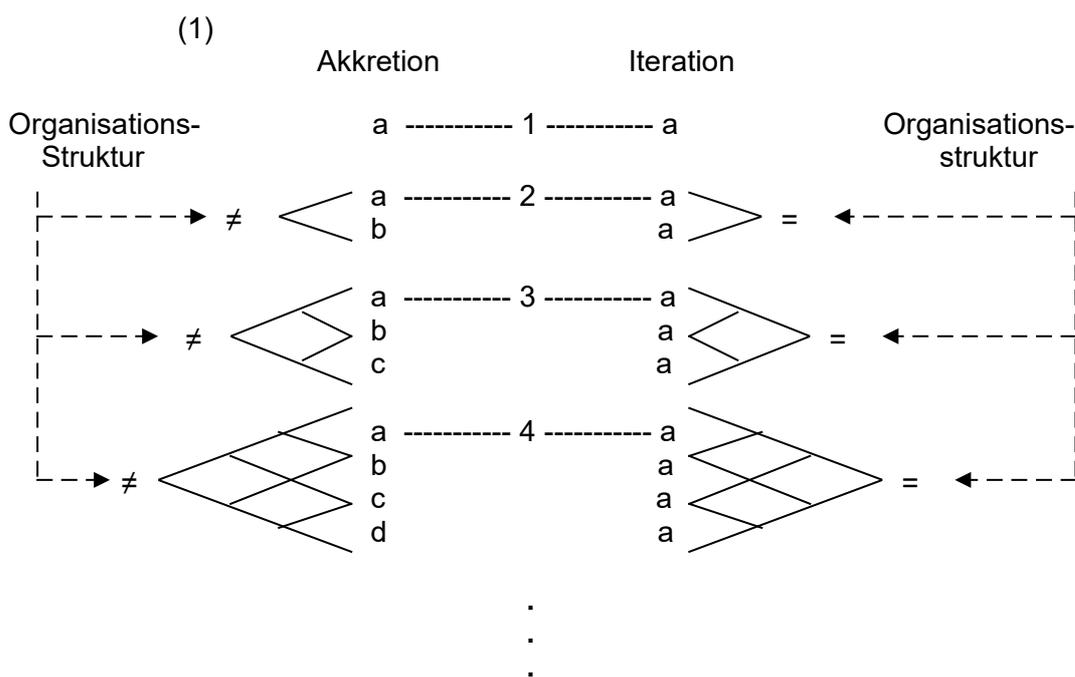


Bild 5: Iteration und Akkretion

In beiden Fällen wurden z. B. in fünf Zyklen fünf Produkte hergestellt. Ihre Erzeugung verlief jedoch offensichtlich in völlig unterschiedlichen Organisationsstrukturen.

### ***Iteration - „Akkumulation von Quantitäten“ - das Prinzip der Kopie - Identität.***

Im Fall der Iteration (1) hat man von einer am Anfang gesetzten Qualität vier Kopien erzeugt. Diese Akkumulation hat also einen rein quantitativen Aspekt. Es wurden soz. innerhalb einer konstanten Qualität Quantitäten „addiert“ (→ 14).

### ***Akkretion - „Akkumulation von Qualitäten“ - Das Prinzip des Neuen - Differenz.***

Im Fall der Akkretion (2) hat sich bei jedem neuen Zyklus die Qualität verändert. Den entsprechenden arithmetischen Prozeß könnte man als „Addition von Qualitäten“ bezeichnen.

Nun besteht in der üblichen Art und Weise der Interpretation zwischen Iteration als Identität und Akkretion als Differenz offenbar ein asymmetrisches Verhältnis.

### ***Gewollte und unerwünschte Differenz - Innovation und Störung.***

Die Differenz kann als gewollt (Innovation) oder als unerwünscht (Störung, Fehler, Änderung) gedeutet werden, während der Begriff der Identität einer ähnlichen Aufspaltung in der Interpretation per Definition widersteht.

Im Hinblick auf traditionelle Produktionsstrukturen ließe sich auf dieser globalen Ebene die Iteration mit der Organisationsstruktur des „Massenfertigers“ und die Akkretion mit der des „Einzelfertigers“ assoziieren.

### ***Die Organisationsstruktur komplexer Systeme - ein dynamisches Ineinandergreifen von Iteration und Akkretion.***

Die Organisationsstruktur komplexer Systeme läßt sich jedoch auf keines der beiden Extreme reduzieren, sondern muß als dynamisches Zusammenspiel und Ineinandergreifen beider Prinzipien begriffen werden. Der Prozeß dieses „Ineinandergreifens“ wird - wie wir später sehen werden - durch die sog. „Vermittlungsstrukturen“ sichtbar.

Die Einführung einer solch komplexen Organisationsform ist Voraussetzung, um eine Art „Massenfertigung individueller Produkte“ zu erreichen.

Streng von dieser komplexen Organisationsform zu unterscheiden, ist die Produktionsstruktur des traditionellen „Serien- bzw. Variantenfertigers“.

Hier treten zwar beide Prinzipien - Akkretion und Iteration - auf, greifen aber gerade nicht ineinander, sondern sind strikt voneinander getrennt.

Mit dieser Struktur wollen wir uns jetzt eingehender beschäftigen, weil das ihr zugrundeliegende Prinzip die organisatorische Basis fast aller Produktionsbetriebe, die heute elektronische Systeme erzeugen, bildet.

### ***Der „stabile Produkttyp“ - die heilige Kuh des klassischen Serien- und Variantenfertigers.***

Ihr oberstes Kriterium ist die Ausrichtung auf den Begriff des P r o d u k t t y p s.

Bild 5 zeigt nun, daß es erst durch den Prozeß der Iteration möglich und sinnvoll wird, vom Begriff des individuellen Einzelproduktes zum Begriff des Produkttyps überzugehen, denn

nur wenn sich Einzelprodukte nicht voneinander unterscheiden lassen, können sie durch den Typ repräsentiert werden.

Dieser Übergang ist nun für klassische Organisationsstrukturen der Produktion geradezu die Bedingung der Möglichkeit ihrer Ökonomie. Denn nur unter der Voraussetzung, daß im Akkumulationsprozeß von Einzelprodukten zwischen diesen keine Differenzen auftreten (Null-Fehler-Qualität, perfekte Kopie des Prototyps), ist die Abstraktion vom individuellen Produkt und damit eine erhebliche Reduktion der Komplexität von Planungs- und Realisierungszusammenhängen möglich.

### ***Der klassische Serienfertiger - strikte Trennung von Iteration und Akkretion.***

Beim „Serienfertiger“ sind nun die beiden Prinzipien der Sequenzbildung eindeutig verschiedenen Bereichen zugeordnet. Im Entwicklungsbereich (E) ist Akkretion als Akkumulation immer neuer „Prototypen“ eine vordringliche Aufgabe und dies spiegelt sich auch in seiner internen Organisationsstruktur wieder.

### ***Der traditionelle Fertigungsbereich - degradiert zur Kopieranstalt des Industriebetriebs.***

Aufgabe des Fertigungsbereichs (F) hingegen ist die Erzeugung perfekter Kopien des von E gesetzten Prototypen, also seine monotone Iteration. Folglich kann in F Akkretion nur in negativer Form als Funktionsdifferenz zum Prototypen auftreten, gegen den die Kopie laufend geprüft wird.

Auch der Vertrieb (V) in seiner heutigen Funktion kennt primär nur Iteration, indem er möglichst viele Anwendungskontexte aufspüren soll (Auftragsbeschaffung), an die die von F erzeugten Kopien ohne Anpassungsaufwand angeschlossen werden können.

Akkretion zeigt sich in negativer Form als Funktionsdifferenz zwischen den von F erzeugten Kopien und den Anforderungen aus dem Anwendungskontext des Kunden als Absatzrückgang. Positiv höchstens indirekt als Impuls an E zur Entwicklung neuer Prototypen.

E zählt sozusagen Prototypen, F zählt Kopien und V zählt DM.

### ***Die klassische Schnittstelle zwischen Entwicklung und Fertigung - Übertragung von Differenzen grundsätzlich unerwünscht.***

Das Konzept traditioneller Produktionsstrukturen - wir betrachten vorerst nur die Schnittstelle E-F - stellt sich damit folgend dar:

Die Setzung des Prototypen (E-Typ) als traditionelle Aufgabe von E ist zugleich Voraus-Setzung für seine Iteration in F.

Damit ist die Schnittstelle E-F gerichtet ( $E \rightarrow F$ ).

E dominiert F hierarchisch, zwischen ihnen besteht eine Ordnungsrelation.

An der Schnittstelle E-F stehen sich E-Typ als Prototyp und F-Typ als Repräsentant der identischen Kopien gegenüber.

Die Einfachheit der Schnittstelle steht und fällt mit der Äquivalenzrelation zwischen E-Typ und F-Typ, d. h. die Übertragung von Differenzen an der Schnittstelle muß vermieden werden. Iteration und Akkretion müssen streng auseinandergehalten werden. Jeder Akkretionsschritt von E (Prototypwechsel oder Änderung) stellt sich aus der Sicht von E als Innovation bzw. kreativer Akt dar, aus der Sicht von F jedoch als Störung der Iteration.

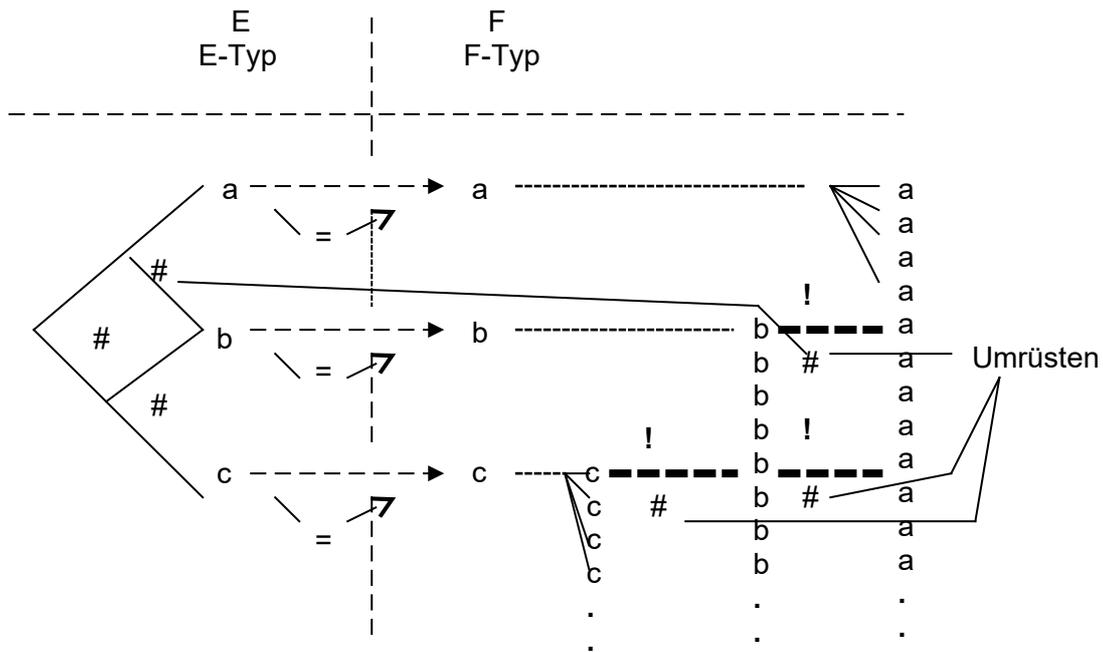


Bild 6: Klassische Schnittstelle E - F      (=) Identität, (#) Differenz

**Die paradoxe Schnittstellen-Situation: Der Forderung nach Null-Fehler als Bedingung des Bereichswechsels steht die faktische Situation der Übertragung von Differenzen im Regelfall gegenüber.**

Damit bildet das klassische Konzept ein in sich geschlossenes homogenes System, das auf dem Begriff des Produkttyps aufbaut. Dieses System kann nur dann ökonomisch funktionieren, wenn es gelingt Differenzen innerhalb der Bereiche (E, F, V) auszureguln. An den Schnittstellen muß als Übergabebedingung Null-Fehler je Bereich, d. h. finale Definierbarkeit und Realisierbarkeit der Produktphasen erreicht werden können.

Eine Übertragung qualitativer Differenzen an den Schnittstellen - nicht mehr als Ausnahme, sondern als Regel - würde das klassische Organisationskonzept als Basis zur Erzeugung elektronischer Produkte in Frage stellen. Daß man dies tatsächlich tun muß, versuchen wir nun wiederum an der faktischen Situation des untersuchten Werkes zu zeigen.

Die Organisationsstruktur des Werkes entspricht dem vorhin geschilderten Konzept des klassischen Serien- bzw. Variantenfertigers und orientiert sich somit am stabilen eindeutig definierbaren Produkttyp.

Der organisatorische Ablauf der Definitions- und Realisierungsphasen wird durch das PE- PHandbuch (Prozeßablauf zur Erstellung von HW-Produkten) geregelt. PEP stellt die verbindliche Rahmenregelung für Planung, Entwicklung, Erprobung, Produktfreigabe und Einsatz von HW-Produkten im Werk dar (→ 6, → 7).

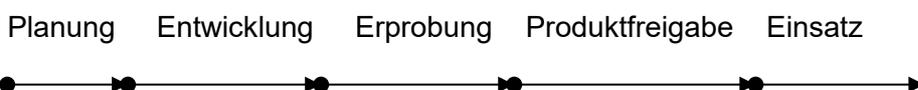


Bild 7: Prozeßphasen-Sukzession nach PEP-Handbuch

Die Definition des Produkttyps in den sukzessiven Konkretisierungsphasen wird durch die PVR (Produktvereinbarungs-Richtlinie) geregelt, innerhalb der es für Anregung (PV-A), Durchführung (PV-D), Fertigung (PV-F), Berichtswesen und Terminüberwachung Differenzierungen mit jeweiligen Formblättern gibt.

***Die Produktdefinition orientiert sich primär an den Produkten der Konkurrenz und ist deshalb Vertriebsache. Einen autonomen Entwicklungsbereich als „Motor der Innovation“ gibt es nicht.***

Die Definitionsphase für „Neuentwicklungen“ beginnt mit einer Art Leistungsbeschreibung des zu entwickelnden Produkttyps, die - wie wiederholt betont wurde - nicht von einem „autonomen Entwicklungsbereich“ kommt, sondern fast ausschließlich durch den Vertrieb beeinflusst ist, der sich in der Regel an den bereits am Markt befindlichen Produkten der Konkurrenz orientiert.

Dies wurde zwar als bedauerliches aber unabänderliches Faktum akzeptiert und interessanterweise von keinem unserer Gesprächspartner zur Diskussion gestellt.

Hier stellt sich - nebenbei bemerkt - die Frage, wie man eine „Marktführerschaft“ überhaupt erreichen kann, wenn man sie nicht wirklich will. Es könnte durchaus auch ein Ziel sein, keine neuen Produkte entwickeln zu wollen, sondern die der Marktführer zu verbessern.

An diesem Ziel gemessen, wird auch der durch PEP und PVR festgelegte organisatorische Regelablauf mehr oder weniger akzeptiert und als brauchbar empfunden - aber eben nur als Regelablauf.

***Der Umfang der Änderungsanweisungen übertrifft bei weitem den Umfang der Organisationsrichtlinien für den Regelablauf.***

Parallel zum definierten Regelablauf gibt es dicke Bücher mit Richtlinien für Nacharbeiten, manuell zu erstellende Fertigungspläne, Retouren, Rotationen, Entlastungen, Fehlermeldungen, Änderungsanweisungen und Rückgewinnung teurer Bauteile - um nur einige zu nennen. Ihr Umfang übertrifft bei weitem die Anweisungen für den Regelablauf (→ 5).

Das ständige Unterlaufen des Regelablaufs durch nicht vorwegzunehmende Änderungen wollen wir uns nun am Beispiel der „Rotationen“ genauer ansehen.

Wir beschränken uns vorerst auf die drei Basissysteme Entwicklung (E), Fertigung (F) und Anwendungsfeld (V). V als Anwendungskontext des Produktes beim Kunden, wird im Werk als „Feld“ bezeichnet und wird vom Vertrieb (V, TK, ZN's) institutionell vertreten.

***Jedes Basissystem E, F, V kann zu jedem Zeitpunkt Quelle und Senke von Änderungen sein.***

Faktisch ist es nun so, daß jedes Basissystem zu jeder Zeit Quelle und Senke von Änderungen sein kann.

Die klassische Sukzession - E entwickelt ein fehlerfreies Produkt, übergibt dann an F, das seinerseits wieder fehlerfrei fertigt, übergibt dann an V, das dann seinerseits aufgrund fehlerfreier Funktion keine Einbettungsprobleme im Anwendungskontext hat - ist nicht mehr gegeben (→ 2). Und das nicht deshalb, weil die einzelnen Bereiche qualitativ zu schlecht arbeiten, sondern weil eben gewisse Differenzen zwischen Funktion und jener Struktur, die diese Funktion leisten soll, erst dann offenbar werden, wenn die Struktur in den qualitativ anderen Kontext real eingekoppelt wird.

Konkret heißt das, daß z. B. E-Fehler nicht zu 100-Prozent im Entwicklungsbereich zu finden

sind, sondern ein gewisser Rest erst im F-Kontext oder im V-Kontext. Dieser Mechanismus gilt aber für alle Bereiche.

Dieser nicht vorwegzunehmende Rest macht nun immer größere praktische Probleme. Da hilft auch die Forderung nach Null-Fehler je Bereich nicht weiter.

**Die Übertragung von Differenzen beim Bereichswechsel sollte endlich als Symptom für die prinzipielle Nicht-Abschließbarkeit des Objektes je Phasenraum akzeptiert werden.**

Hier zeigt sich ein grundsätzliches Problem, das sich auch durch das heutige Verständnis von Simulation als Vorhalten späterer Gebrauchskontexte nicht lösen läßt und eher als Symptom für die prinzipielle Nicht-Abschließbarkeit von Definition und Realisierung je Phasenraumgedeutet und akzeptiert werden muß.

**Die Phasen-Sukzession, nach der sich der organisatorische Regelablauf ausrichtet – eine Fiktion?**

Da sich gewisse E-Fehler z. B. erst im F- oder V-Kontext feststellen lassen, bzw. F-Fehler im V-Kontext, aber auch V-Fehler (unpräzise Leistungsbeschreibung) im E- oder F-Kontext, ist die Phasensukzession  $E \rightarrow F \rightarrow V$ , nach der der organisatorische Regelablauf gerichtet ist eine Fiktion.

In der Tat findet man von einem bestimmten Typ (Baugruppe, Gerät, oder System) zu einem Zeitpunkt individuelle Einzelprodukte in allen drei Phasen E, F und V vor.

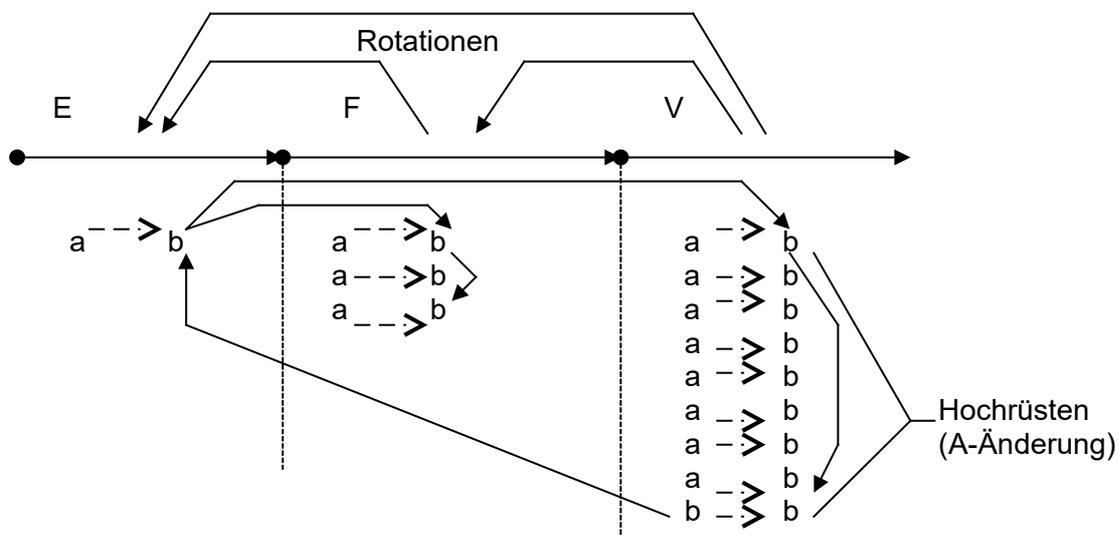


Bild 8: Rotationen

Der aktuelle Objekt- bzw. Geräte-Ausgabestand (OAS) sei in Bild 8 durch a gekennzeichnet. Eine Änderung z. B. im V-Feld - in Bild 8 durch den Wechsel von a nach b in der a-Kolonne gekennzeichnet - soll einen E-Fehler darstellen, der im Gebrauchskontext des Kunden aufgetreten ist.

In Bild 8 sind bis zu diesem Zeitpunkt bereits 9 Produkte des Typs mit OAS-a an Kunden ausgeliefert und 3 befinden sich in der laufenden Fertigung. Gleichzeitig laufen auch noch Nachentwicklungen des Typs im E-Bereich, bzw. können von QS in F Funktionsfehler festgestellt werden, die ihrerseits wieder Nachentwicklungen in E oder Änderungen der ausgelieferten Kundenanlagen nach sich ziehen können.

Will man den Typbegriff und damit den einfachen organisatorischen Ablauf, der auf ihm aufbaut retten, dann müssen in gewaltigen Rotationen alle individuellen Einzelprodukte in allen Phasen immer wieder auf den letzten OAS gebracht werden (A-Änderung).

Diese Rotationsaktionen werden als „Hochrüstungen“ bezeichnet. Das dadurch gebundene Kapital und der notwendige Planungs-, Steuerungs- und Verwaltungsaufwand erreicht erhebliche Größenordnungen.

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, daß der Grund für Rotationen nicht Leistungsverbesserungen, sondern Funktionsstörungen sind. Auslöser für die Rotationen sind also Funktionsdifferenzen.

Als Bedingung für gleichen OAS von Objekten (Baugruppen, Moduln, Geräten) wird Funktionsäquivalenz als notwendig und hinreichend gesehen. Übereinstimmung der internen Struktur ist nicht erforderlich.

Beispiel dafür ist eine durch „Cuts“ und nachträglich eingelötete Verbindungen hochgerüstete Flachbaugruppe im Vergleich zu einer nach dem letzten OAS gefertigten. Die eine hat auf der Rückseite eine „Matratze“ (100 Brücken sind keine Seltenheit) - die andere ist „sauber“. Zwischen ihnen besteht zwar - als Bedingung für gleichen OAS - Funktionsäquivalenz, jedoch mit Sicherheit keine Äquivalenz in ihrer internen physischen Struktur.

Es wurde auch immer wieder betont, daß der Kunde nur Anspruch auf die Funktion, jedoch nicht auf den neuesten technischen Stand habe. Hier zeigt sich wiederum ein extremes „Funktionsdenken“.

Die Rotation ist also der Prozeß, durch den Differenzen zwischen den individuellen OAS innerhalb eines als identisch gedachten fiktiven Objekttyps durch „Hochrüsten“ beseitigt werden sollen, um wieder eine eindeutige Zuordnung zwischen Objekttyp und Funktion herzustellen.

### ***Eine weitere paradoxe Situation: Änderungspakete - Bildung wirtschaftlicher Losgrößen durch Raffung von Objekt-Ausgabe-Ständen.***

Die Inflation der OAS hat bereits solche Größenordnungen angenommen, daß man versucht - analog zur zwischenzeitlich im Regelablauf bereits suspekt gewordenen „Losgrößenbildung“ - OAS zu „wirtschaftlichen Änderungspaketten“ zusammenzufassen. Dies wurde von niemandem als Absurdität gedeutet.

Trotz aller Anstrengungen ist es jedoch nicht möglich, die Identifikation der Moduln in allen Phasen sicherzustellen.

Es kommt immer wieder vor, daß - besonders im V-Feld - der technische Kundendienst den aktuellen OAS-Stand eines Moduls in der speziellen Kundenanlage erst vor Ort feststellen muß, was mit erheblichem Aufwand verbunden ist.<sup>4</sup>

Es gibt zwar eine zentrale Stelle, in der die aktuellen OAS-Stände fortgeschrieben werden, aber dies ist nicht durchzuhalten.

<sup>4</sup> Es wäre zu überlegen, ob in komplexen Systemen die Identifikation eines Teiles nicht erst in seinem Gebrauchskontext erfolgen könnte - soz. als eine Art „Selbst-Identifikation“ des Teils in bezug auf seine Umgebung bzw. seinen Anwendungszusammenhang. Damit wäre das Problem der Identifikation von „außen“ und der damit verbundene Dokumentations-Änderungs- und Fortschreibungsaufwand zu lösen. Dies führt in die Thematik der Künstlichen Intelligenz (KI).

An dieser Stelle muß man sich fragen:

Handelt es sich bei dieser Auflösungsstendenz des Typbegriffs, die sich in einer Inflation der Objekt-Ausgabestände zeigt, nur um eine vorübergehende Periode, die sich durch korrektive Maßnahmen, wie z. B. Kürzung der DLZ und verstärktes Streben nach Null-Fehler-Qualität je Phase wieder stabilisieren läßt?

Oder zeigt sich im Phänomen der Rotation bereits ein tiefliegendes basales zyklisch-heterarchisches Organisationsprinzip komplexer Systeme, das in Zukunft das klassische linear-sukzessiv-hierarchische Organisationsprinzip ablösen wird?

Nimmt man die zweite Deutung ernst, dann eröffnet sich eine neue, etwas ungewohnte Sichtweise auf die geschilderte Thematik.

**Die Lösung - Einführung des „Relativitätsprinzips“ in die Organisation der Produktion? Die „Strategie des Fließens“ muß sich in Zukunft auf ein „Fließendes Produkt“ beziehen.**

Führt man in die Organisation der Produktion eine Art „R e l a t i v i t ä t s p r i n z i p“ ein, dann würde dies bedeuten, daß sich z. B. die heute in der Produktionslogistik zur Maxime erklärte „Strategie des Fließens“ in Zukunft auf ein „fließendes Produkt“ beziehen müßte.

Damit eröffnet sich ein völlig neuer Spielraum für den Zusammenhang zwischen Produktdefinition und Produktrealisierung.

Das Produkt ist - wie man heute bereits sieht - über die Phasen E, F und V verteilt, in denen es gleichzeitig und parallel existiert. Die „Richtung des Phasenablaufs“ im klassischen Sinn stellt nicht mehr das oberste Kriterium des Regelablaufs dar. Sie ist nur mehr eine von vielen möglichen Richtungen.

Änderungen werden nicht mehr als wechselseitige Störungen der Bereiche interpretiert, sondern als notwendige, kreative und innovative Aktionen, ohne die ein komplexes Produkt nicht mehr definiert und realisiert werden kann.

**Das „Streben nach Null-Fehler“ gilt innerhalb jeden Bereiches, organisiert jedoch nicht die Übergänge (Transformationen) zwischen den Bereichen.**

Das bedeutet, daß innerhalb einer Kontextur (Bereich) alles ganz klassisch läuft, die Bereichswechsel jedoch heterarchischen Gesetzmäßigkeiten unterstehen. Bei diesen Übergängen wechselt das Produkt seine Funktion.

**Die Zahl nicht mehr reduzierbarer Qualitätsbereiche - ein Maß für die Komplexität des Gesamtsystems.**

Die Grundkonzeption des OVVS-Modells geht nun davon aus, daß die Komplexität eines abgeschlossenen Systems (Ganzheit) bestimmt ist durch die Anzahl der qualitativ unterschiedlichen Bereiche (Kontexturen), die sich nicht mehr reduzieren läßt - es sei denn um den Preis der Zerstörung ihrer qualitativen Eigenständigkeit, Kreativität und Innovationskraft (→ 14).

In diesem Sinne ist ein solches Subsystem dadurch ausgezeichnet, daß es Erkennen und Handeln kann. Es hat seine eigene innere Zeitrhythmik und Dynamik. In ihm gilt die klassische zweiwertige Logik und es ist in sich hierarchisch strukturiert und homogen. Es hat seine eigene Umwelt und muß die Grenze zu ihr immer wieder neu organisieren. Die Grenze selbst gehört weder zum System noch zur Umwelt. Sie vermittelt im Hintergrund.

**Jedes autonome Subsystem hat seine eigene „Technologie“.**

Jedes autonome Subsystem wendet für sich dieselbe Logik an, aber jedes befindet sich an einer anderen Stelle im Gesamtsystem. Seine nach dieser Logik ausgeführten Operationen verbleiben in seinem Bereich. Jedes solche Subsystem hat seine „eigene Technologie“.

Subsysteme in diesem Sinne könnten z. B. ein autonomer Entwicklungsbereich (E), ein autonomer Fertigungsbereich (F) und ein autonomer Vertriebsbereich (V) als Repräsentant des Anwendungsfeldes beim Kunden sein. Das wären in diesem Fall mindestens drei Basissysteme.

Man kann natürlich zwei oder alle drei dieser Systeme organisatorisch zusammenfassen in einer sog. Monokontextur, nur sollte man sich dann bewußt sein, daß damit die Eigenständigkeit der Bereiche zerstört wird, denn im Prozeß der Zusammenfassung, also der Abbildung dreier qualitativ unterschiedlicher Bereiche in einen, werden die Qualitätsdifferenzen als Motor der Kreativität gelöscht. Die Heterogenität wird homogenisiert, die heterarchische Beziehung zwischen den Bereichen hierarchisiert.

Die Komplexität des Gesamtsystems wird reduziert und dies zeigt sich komplementär in einer Erhöhung der Kompliziertheit des nun monokontexturalen Gesamtsystems. Der Erhöhung der Kompliziertheit ist durch vermehrte Einführung von Variablen und Parametern prinzipiell keine Grenze gesetzt.

**Jedes autonome Subsystem kann in sich beliebig kompliziert sein.**

Die Komplexität eines Gesamtsystems ist dem gegenüber bestimmt durch die Anzahl autonomer Subsysteme, die in ihm kooperieren. In sich kann natürlich jedes autonome Subsystem wiederum beliebig kompliziert sein. (→ 14).

Deshalb richtet sich das Interesse von OVVS vor allem auf die Übergänge zwischen autonomen Subsystemen und die Möglichkeit ihrer transklassischen Formalisierbarkeit, während die Inhaltlichkeit je Subsystem im üblichen klassischen Rahmen abläuft.

Ein erstes C dargestellt ( Fertigungs- verfahren F technisches Produkt : in Bild 9

Das Kont Konstruktionsplan  
 Dar Schr logischer Entwurf  
 Proc che  
**Die kehrt. Dadurch ist**  
 Hat man sich für die  
 Vermittlungssysteme fest, wenn man den vollen Komplexitätsspielraum ausnützen will.  
 Dadurch wird der  
 F gkeit und c  
 ein F ze gesetzt.

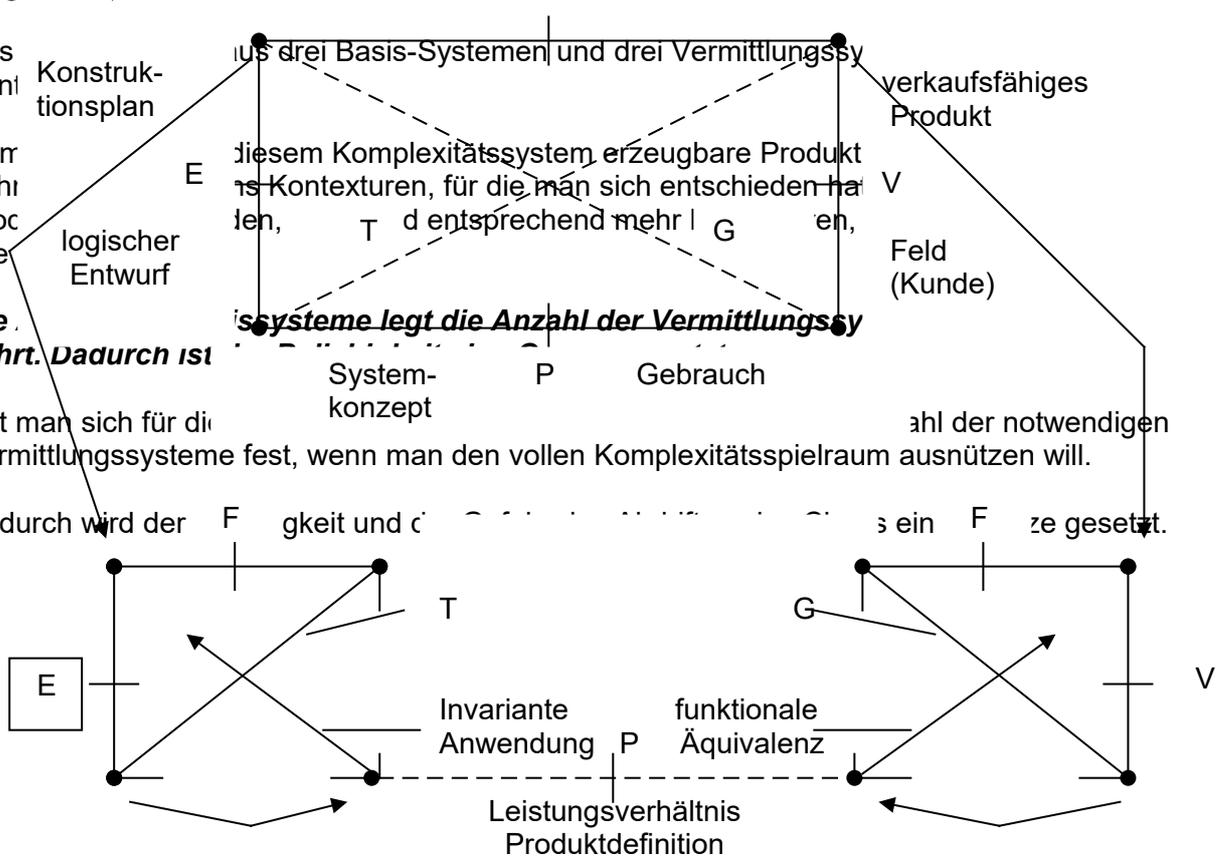


Bild 9: OVVS-Grundmodell

Anzahl der Basissysteme	Anzahl der Vermittlungssysteme	Gesamtzahl der Kontexturen
1	0	1
2	1	3
3	3	6
4	6	10
5	10	15
6	15	21
7	21	28
8	28	36
m	$\binom{m}{2}$	$\binom{m+1}{2}$

Bild 10: Zusammenhang zwischen Anzahl der Basissysteme und Anzahl der Vermittlungssysteme.

Bild 10 zeigt, daß im Minimum zwei Basissysteme und ein Vermittlungssystem - also drei

Kontexturen notwendig sind, um die im klassischen Konzept zeitpunktsbezogene Schnittstelle (z. B.  $E \rightarrow F$ ) zu einem Transfer aufzuspannen.

Die erste Zeile in Bild 10 stellt das klassische monokontexturale System dar, in dem alle Koppelungen zwischen Subsystemen innerhalb einer Kontextur funktional organisiert werden müssen.

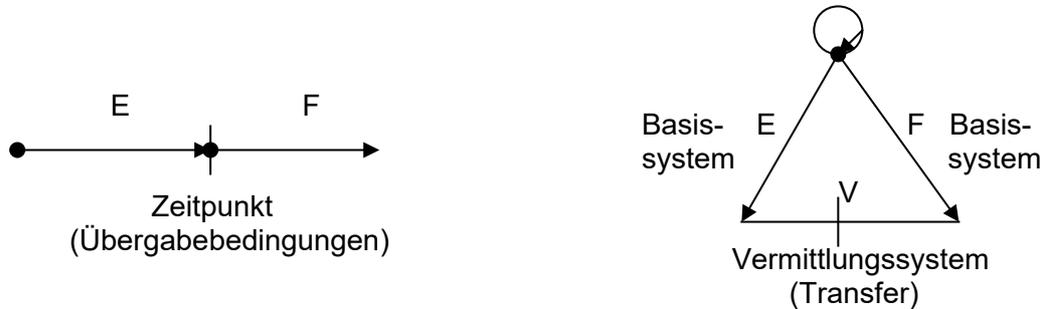


Bild 11: Klassische und transklassische Schnittstelle

**Jeder Bereichswechsel des Produktes wird in einem Vermittlungssystem reflektiert.**

Damit wird die Aufrechterhaltung der qualitativen Differenz gewährleistet, d. h. z. B. E-Struktur und F-Struktur des Produktes bleiben beim Übergang vom einen in den anderen Bereich sichtbar, während das Produkt seine Funktion wechselt.

Im klassischen Konzept ist der Transfer zur Übergabebedingung (Null-Fehler, 100%-ige Verfügbarkeit) reduziert, die von außen inhaltlich festgelegt und - bezogen auf einen äußeren Kalender - auf einen bestimmten Zeitpunkt terminiert wurde.

Damit rotiert z. B. in E das Produkt so lange in einer Art Selbstzyklus, bis diese Bedingung - die längst nicht mehr aktuell sein kann - erfüllt ist, während F wegen seiner Abhängigkeit von E zum „Warten“ verurteilt ist.

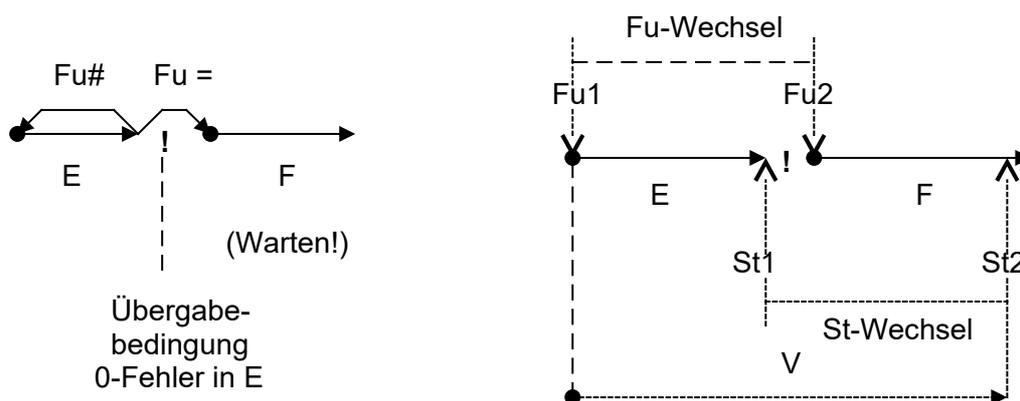


Bild 12: Schnittstelle: Funktions (Fu) - Struktur (St) – Wechsel

Das OVVS-Grundmodell (Bild 9) kann auf dem Hintergrund der bisherigen Aussagen folgend interpretiert werden:

Entwicklung E, Fertigung F und Vertrieb V stellen Basissysteme dar. T als Subsystem der „technischen Realisierung“ vermittelt E und F, d. h. den Übergang vom logischen Entwurf zur

physikalischen Realisierung des technischen Produktes.

Die Überführung (Transformation) der logischen Entwurfsstruktur in die physikalische Struktur des materiellen Produktes macht das Thema des Kontexturwechsels besonders deutlich.

Alle bisherigen logischen Schaltpläne basieren auf der zweiwertigen Logik (Boolesche Algebra). Die materielle Realisierung unterliegt den physikalischen Gesetzen. Logik und Physik lassen sich auf keinen gemeinsamen Nenner bringen. Zwischen ihnen besteht ein Abbruch, eine Diskontextualität. Dieser „transkontexturale Übergang“ läßt sich in einem zweiwertigen Formalismus nicht modellieren.

***Toleranz ist ein Phänomen der Substanz - die Logik kennt nur Eindeutigkeit. Zwischen logischem Entwurf und physikalischer Realisierung eines Produktes besteht ein Abbruch.***

Das Toleranzproblem ist ein Phänomen der materiellen Realisierung. In der zweiwertigen Logik gibt es keine Toleranz. Entweder ein Zustand ist 0 oder 1, wahr oder falsch, ein Drittes (als Ausdruck der Toleranz) gibt es nicht. Dieses Problem läßt sich auch durch „Aufweichung“ der zweiwertigen Logik z. B. in den „Fuzzy-Sets“ nicht prinzipiell lösen, obwohl damit nicht die praktische Relevanz der „Fuzzy-Logic“ für besondere Anwendungsfälle gelehnet werden soll.

In T wird nun gerade dieser Übergang zwischen E und F reflektiert, d. h. die E-Struktur und die F-Struktur werden qualitativ auseinandergehalten, und damit - vor jeder Bewertung – sichtbar gemacht.

Das heutige QS nimmt damit nur eine stark reduzierte Thematik des Vermittlungssystems „Technische Realisierung“ wahr - nämlich in der Regel die der „Funktionsprüfung“.

Um dieses Problem etwas klarer zu umreißen, wollen wir einen kleinen Umweg einschlagen:

Ein technisches Produkt wird in der Regel als Objekt durch seine Eigenschaften (semiotisch) beschrieben (definiert). Durch die Festschreibung dieser seiner Soll-Funktion, die seinem Zweck entspricht, wird das Produkt als vollständig und final beschreibbar gedacht. Man geht also davon aus, daß eine Beschreibung abgeschlossen werden kann.

Die erforderlichen Eigenschaften des Produktes (sein Soll-Verhalten, seine Soll-Funktion, sein Zweck) ergeben sich aus dem Gebrauchszusammenhang (Gebrauchskontext), in dem es fungieren und dadurch als Teil seinen Beitrag zur Sicherung der Stabilität des gesamten Gebrauchssystems leisten soll.

Oder umgekehrt:

Seine Ist-Eigenschaften bestimmen den Gebrauchskontext, in den es eintreten kann.

***Die Identität eines Teils wird nicht nur durch seine Funktion bestimmt, sondern auch durch seinen Gebrauchskontext, d. h. durch die Umgebung, in die es strukturell eingekoppelt wird.***

Die Vorstellung, daß ein Produkt bzw. Modul durch seine Eigenschaften erschöpfend, vollständig und endgültig beschrieben werden kann, ist die Bedingung der Möglichkeit, es von seinem Gebrauchskontext entkoppelt und isoliert erzeugen zu können. Das heißt aber auch, daß seine Identität ein für allemal bestimmt wird und diese unabhängig von der Umgebung, in die es eingekoppelt wird, erhalten bleiben soll.

Das ist auch die Bedingung der Modularität, auf der jeder klassische Mechanismus aufbaut (→ 3).

**Die Funktionsprüfung aller Teile reicht nicht mehr hin, um die Stabilität des Gesamtsystems zu gewährleisten. Damit wird das klassische Prinzip der Modularität als Basis technischer Realisierung und ökonomischer Rationalisierung suspekt.**

Aufgrund dieser Vorstellung wird ein Teil nach seiner isolierten Erzeugung auf seine Soll-Funktion geprüft (Funktionsprüfung) und damit müßte - nachdem alle Teile eines Gesamtsystems in gleicher Weise definiert, erzeugt und geprüft wurden - die Stabilität und damit die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems sichergestellt sein. Zudem sollte damit die Austauschbarkeit identischer (!) Teile gewährleistet sein und keinen Einfluß auf die Funktionsfähigkeit des Gesamtmechanismus haben. Ist dies nicht mehr der Fall, dann wird damit das Modularitätsprinzip ad absurdum geführt.

Faktisch tritt diese Situation in der Praxis heute immer öfter auf, führt aber nicht zu einer Infrage-Stellung des klassischen Modularitäts-Prinzips, sondern wird - wie allgemein bekannt - folgend gedeutet:

Nichtstabilität wird primär als Funktionsdifferenz (Soll-Ist-Abweichung) sichtbar und daraus wird abgeleitet, daß entweder die Definition der Teile nicht hinreichend präzise war (falscher Plan) oder daß der materielle Erzeugungsprozeß fehlerhaft war (Ausschuß).

In beiden Fällen geht die Funktionsdifferenz zu Lasten der Teile. Diese Weise, den Zusammenhang zwischen Planung (Entwurf) und Realisierung (Fertigung) zu betrachten, führt unter gewissen Bedingungen zu sehr zufriedenstellenden Ergebnissen. Sie liegt dem ganzen vergangenen technischen Fortschritt zugrunde.

Gerade bei der Erzeugung elektronischer Produkte zeigt sich jedoch in zunehmendem Maße, daß diese Denkweise, nach der unsere ganzen traditionellen Produktionssysteme organisiert sind, immer fragwürdiger wird.

Dies zeigt sich unter anderem daran, daß der positive Funktionstest der isolierten Teile nicht mehr die Gesamtfunktion des Systems sicherstellt.

**Im Systemtest wird der bei der Realisierung ausgeschlossene Gebrauchszusammenhang rückwirkend als Prüffunktion aktiv.**

Der „Systemtest“ gewinnt immer mehr an Bedeutung. Nun bedeutet aber „Systemtest“ nichts anderes, als daß der Gebrauchszusammenhang geprüft wird, d. h. die Funktion des Gesamtsystems ergibt sich dabei nicht aus einer „Addition von Teilfunktionen“, sondern aufgrund der realen strukturellen Verkoppelung der Teile.

Daraus läßt sich schließen, daß - aus welchen Gründen auch immer - es bei der Produktion komplexer Produkte nicht mehr ausreicht, den Zusammenhang zwischen Teil und Ganzem (Element und System) über den klassischen Toleranzbegriff abzuhandeln.

In der zweiwertigen klassischen Logik, auf der unsere ganzen Definitionssysteme aufbauen, gibt es keine Toleranz (Mehrdeutigkeit). Hier gibt es nur Eindeutigkeit.

Die Differenz (Soll-Ist-Abweichung) zwischen Plan (zweiwertig) und Realisierung (Ist) geht zu Lasten der Realisierung, d. h. der Materialisierung des Plans durch das Subjekt. Diese aus der Erfahrung (empirisch) gewonnene Unschärfe (Toleranz) kann zwar bei der nächsten Planung als Unschärfe des Dateninputs berücksichtigt werden.

Dies ändert jedoch nichts daran, daß für diese Differenz kein (mindestens) dritter Ort (Wert) zur Verfügung steht, der nötig wäre, um sie neben Plan- und Istwert gleichberechtigt thematisieren zu können.

### **Die Soll-Ist-Abweichung - ein Symptom für den ausgeschlossenen Gebrauchskontext?**

Es ist zu vermuten, daß die Soll-Ist-Abweichung weder der Planung noch der Realisierung anzulasten ist, sondern ein Symptom für den ausgeschlossenen Gebrauchszusammenhang darstellt. Sie ist der Preis, den man dafür zu zahlen hat, wenn man einen Teil als isoliert von seinem Gebrauchszusammenhang, d. h. seiner Umgebung definiert und realisiert, bzw. die Identität des Teiles aus einer Konstantsetzung seines Kontexts ableitet und als unveränderlich beibehält, selbst wenn sich der Kontext ändert.

Denn ein Teil in einem Ganzen verhält sich in einem konkreten Gebrauchszusammenhang (relationalem Netz) nicht nur aufgrund seiner (invariant gedachten) Funktion so oder so, sondern sein Verhalten (Identität) wird ebenso beeinflusst durch die Teile, mit denen er in struktureller Verkopplung steht.

Mit anderen Worten:

Die klassische Vorgehensweise der Produktbestimmung (Entwurf) und ihr Übergang zur Realisierung führt nur dann zu befriedigenden Realisierungsergebnissen, wenn die Funktion der Teile aus dem Gebrauchszusammenhang des Systems eindeutig ableitbar ist.

Dies setzt jedoch wieder einen konstanten (invarianten) Gebrauchskontext (Zweck) des Systems voraus. Diese Bedingung scheint zwar bei elektromechanischen Produkten durch ihre Einfunktionalität (reine HW) gegeben zu sein, bei elektronischen Produkten, die jedoch erst mit SW zu einem gebrauchsfähigen und verkaufsfähigen System werden, jedoch nicht mehr.

Die SW bringt in das verkaufsfähige Produkt eine Vieldeutigkeit hinein, durch die es in die unterschiedlichsten Gebrauchskontexte eintreten kann, was dazu führt, daß in der Systemprüfung immer mehr der konkrete Anwendungskontext des Kunden simuliert und teilweise sogar die Kundenanlage - einschließlich Anwendungs-SW im Prüffeld aufgebaut werden muß, um die Funktionsfähigkeit des Systems im konkreten Anwendungsfall zu prüfen, zu beweisen und damit sicherzustellen.

Gebrauchskontext heißt jedoch nicht nur Anwendungskontext des Gesamtsystems beim Kunden. Jeder Teil - bis hinunter zum letzten Chip - ist ja seinerseits wieder in einem Gebrauchszusammenhang eingekoppelt.

***Die entkoppelte Betrachtung von HW und SW verliert immer mehr ihren Sinn, weil die SW als Microprogrammierung bis in die tiefsten HW-Schichten vordringt. Damit wird letztlich jeder Chip zum individuellen Objekt.***

Wenn man bedenkt, daß die Individualität (d. h. die SW) immer weiter in die tiefsten HW-Schichten eindringt, so gilt das vorgenannte nicht nur für das „Gesamtsystem Computer mit Anwendungs-SW“, sondern auch für jeden sog. HW-Modul. Ein Chip ist ja mittlerweile ebenso ein komplexes System, weil die Programmierbarkeit (Microprogrammierung) immer weiter in die HW vorangetrieben wird.

Die entkoppelte Betrachtung von HW und SW wird daher in Zukunft immer mehr ihren Sinn verlieren, da jeder kleinste Teil schon ein HW-SW-System darstellt. Damit wird die Relation zwischen HW und SW wichtig, d. h. die „Vermittlungsstruktur“ zwischen ihnen. HW, SW und Vermittlungsstruktur bilden dann als zwei Basissysteme und ein Vermittlungssystem ein in sich abgeschlossenes System. Diese triadische Grundstruktur zieht sich von der Anwendungsebene des Kundenfeldes bis zum letzten HW-Baustein durch.

Dies wird noch klarer, wenn man bedenkt, daß Entwurf und Fertigung elektronischer Produkte ohne HW und SW als Produktionsmittel schlicht unmöglich ist. HW kann damit zwar noch

als Ergebnis eines Produktionsprozesses rein materiell interpretiert werden, weil der SW-Anteil des Erzeugungsprozesses im Produkt erlischt.

Die Frage ist nur, was mit solch einer klassischen Interpretation noch zu gewinnen ist?

Um diese Problematik anhand der heutigen Praxis zu explizieren, einige Beispiele aus der analysierten Werksrealität.

Jedes Objekt, vom Bauelement über Geräte bis zum System wird durch seine Sachnummer identifiziert. An diese Identnummer ist seine Soll-Funktion mit den zulässigen Toleranzen gekoppelt. Nun passiert es zum einem immer öfter, daß z. B. von Lieferanten unter dieser Identnummer gelieferte Bauteile trotz positiver Eingangsprüfung im Gebrauchskontext ihre Funktion nicht erfüllen.

Man versucht nun dieses Problem zu lösen, indem man diesen Bauteil in mehrere kontextabhängige Toleranzklassen aufspaltet und sich damit einen erheblichen Verwaltungsaufwand für getrennte Disposition und Lagerbestandsführung einhandelt. Man ist sozusagen gezwungen, kontextabhängig präziser zu differenzieren, als es der Stand der Fertigungstechnik bei der Bauteilherstellung zuläßt. Damit bricht die Kontingenz des Herstellungsverfahrens als qualitativer Aspekt in die quantitative Disposition der Unterklassen ein und erzwingt hier eine Prognose der Wahrscheinlichkeit des Ergebnisses fertigungstechnischer Prozesse, die in einer ganz anderen Kontextur - nämlich der des Lieferanten - ablaufen. Damit ist der Weg in den *circulus vitiosus* eingeschlagen.

Aus der gleichen Problemquelle resultiert folgendes Phänomen:

Aus einem „Topf“ an und für sich identischer (!) Bauteile entnommene Elemente erfüllen - strukturell eingekoppelt in einen Gebrauchskontext - nicht die Gesamtfunktion des Systems. Man ist teilweise gezwungen - durch Probieren (Kreuz- und Quertausch von Elementen) – funktionsfähige Systeme zusammenzustellen. Der Fehler (!) ist nicht immer zu finden. Die so zusammengekauften Systeme erfüllen in ihrer Struktur nicht mehr das Prinzip der Modularität.

Dieses Phänomen zieht sich von der Geräteebene bis zur Zusammenstellung von Kundenanlagen durch und tritt immer häufiger auf. Der Grund dafür wird in einer ungünstigen Summierung von Toleranzen gesehen und nicht in einer Mitbestimmung der Funktion eines Teils durch den Kontext, in dem er strukturell eingekoppelt wird. Das Identitätsproblem wird damit nicht zur Diskussion gestellt.

***Ein „Vermittlungssystem der Technischen Realisierung“ wird in Zukunft die Aufgabe haben, die qualitativen Differenzen zwischen E- und F-Struktur vor jeder Bewertung laufend aufzuzeigen.***

Vor dem Hintergrund der geschilderten Problematik wird vielleicht deutlicher, worin die Aufgabe eines zukünftigen „Vermittlungssystems der Technischen Realisierung T“ bestehen müßte. Diese würde über eine reine Funktionsprüfung weit hinausreichen und vor allem darin bestehen, das Verhältnis zwischen qualitativ unterschiedlichen Strukturen (E und F) aufzuzeigen (→ 10).

Ob daraus Entscheidungen resultieren, die zu einem Re-Design der E- oder der F-Struktur führen und als Entwicklungsfehler bzw. Fertigungsfehler, Änderungen oder Innovationen bezeichnet werden, ist sekundär und hängt nicht nur von T, sondern auch von E und F ab.

***Ein „Vermittlungssystem der Gebrauchsrealisierung“ hat die Aufgabe, die qualitativen Differenzen zwischen physikalisch realisierter F-Struktur und verkaufsfähigem Produkt laufend sichtbar zu machen.***

Das „Vermittlungssystem der Gebrauchsrealisierung G“ erfüllt zwischen den Basissystemen F und V (Vertrieb als Repräsentant des Anwendungsfeldes des Kunden) eine analoge Funktion wie T zwischen E und F. Hier wären unter anderen Funktionen des heutigen Technischen Kundendienstes angesiedelt, da es an der Schnittstelle zwischen F und V um den Übergang des realisierten technischen Produktes in ein verkaufsfähiges, im Kundenfeld eingebettetes, funktionierendes System geht. Eine Systemprüfung im Gebrauchskontext des Anwenders hätte eher hier ihren Platz als im heutigen QS.

**Das „Vermittlungssystem der Produktdefinition“ schließt das Gesamtsystem ab und vermittelt die Dynamik zwischen Anwendungskontext des Kunden und Systemkonzept der Entwicklung.**

Letztlich werden noch die zwei Teilsysteme E-F-T und F-V-G durch das „Vermittlungssystem der Produktdefinition P“ verkoppelt. In P wird das Leistungsverhältnis zwischen Gebrauchskontext im Kundenfeld und Systemkonzept der Entwicklung vermittelt (→ 10).

Gerade dieses Vermittlungssystem hat heute noch kaum eine Dynamik. Es wird in der Regel durch eine starre Leistungsbeschreibung (PVR) des zu entwickelnden Produktes, an der möglichst durch alle Realisierungsphasen (PEP) bis zur Auslieferung der speziellen Kundenanlage festgehalten wird, ersetzt. Diese Leistungsbeschreibung orientiert sich stark an den Produkten der Konkurrenz und ist damit fast ausschließlich vom Vertrieb V beeinflusst.

Erste Ansätze eines solchen Vermittlungssystems zeigen sich im Entstehen von sog. „Industrieberatungsgruppen“, die gerade die Verbindung zwischen den Teilsystemen der Technischen Realisierung T und der Gebrauchsrealisierung G zu jedem Zeitpunkt wahrnehmen sollen.

Das Fehlen dieses Vermittlungssystems P zeigt sich in der heutigen Praxis in folgenden Phänomenen.

Es werden teilweise „bis zum bitteren Ende“ Produkte entwickelt, die nach Fertigstellung niemand mehr braucht, weil die Veränderung des Gebrauchskontexts nicht laufend mitreflektiert wird. Dies führt in beobachteten Fällen dazu, daß entwickelte und gefertigte Produkte mit erheblichem Aufwand umgerüstet werden müssen, damit sie überhaupt noch verkaufsfähig sind.

Das Fehlen des Vermittlungssystem P, das das Produktionssystem als Ganzes abschließen müßte, ermöglicht in der klassischen Konzeption (PEP) die Organisation des Ablaufs als Linie.

P wird durch eine invariante Produktbeschreibung ersetzt und damit wird das heterarchische OVVS-Modell hierarchisiert - der Zyklus wird zur Linie (Bild 13).

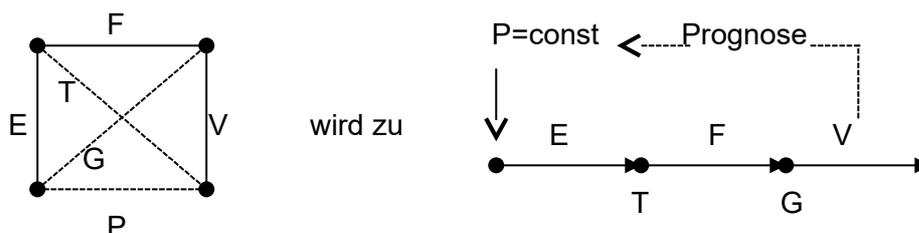


Bild 13: Konstante Produktdefinition

Die Vermittlungssysteme T und G werden zu zeitlich fixierten Übergabebedingungen reduziert.

***Die lineare Konzeption - der äußere Kalender bestimmt die erreichbaren Ergebnisse.***

Dem gesamten System wird ein äußerer Terminraster übergestülpt, der auf die kreative Eigendynamik der Prozesse keine Rücksicht nimmt. Damit selektieren die vorab bestimmten Meilensteine mit ihren inhaltlich und terminlich fixierten Kontrollen (MEK) als Bedingungen die möglichen prozessualen Koppelungen der Systeme E, F, V und damit die erreichbaren Ergebnisse.

***Die zyklische Konzeption - die Ergebnisse ereignen sich aufgrund der kreativen Eigenrhythmik (Eigenzeit) der autonomen Einheiten und ihrer daraus möglichen prozessualen Verkoppelungen. Der äußere Kalender ist nur für die Grenzbildung des Gesamtsystems zu seiner Umwelt (Markt) maßgebend.***

Alternativ dazu würden sich im OVVS-Modell die möglichen Ereignisse aus der durch T, G und V vermittelten Verkoppelung der in E, F und V parallel laufenden kreativen Prozesse nach Maßgabe ihrer eigenen Zeitdynamik ergeben.

Es ist zu vermuten, daß nach dieser Konzeption innovative Produkte zu einem früheren Zeitpunkt realisiert werden könnten.

In der heutigen realen Situation sind in der Regel nur Terminüberschreitungen bei gleichzeitigem Nicht-Erreichen der geplanten Produktfunktionen zu beobachten.

Obwohl die einzelnen Teilsysteme bevorstehende Terminüberschreitungen schon lange wissen, wird die Übergabe dieser Information an betroffene Kooperationssysteme so lange wie möglich hinausgeschoben. Keiner will der erste sein. Sieger in diesem Kampf ist der mit den stärksten Nerven. Diese Situation wurde immer wieder geschildert.

Der Vertrieb definiert die Identität des Produktes in bezug auf das Ergebnis. Alles weitere folgt logisch (→ 5).

Man versucht dann, die Struktur des Produktionsprozesses aus der Struktur des Produktes abzuleiten und damit ist das erreichbare Ergebnis vorprogrammiert. Weil der Prozeß immer komplexer ist als sein Ergebnis, kann mit dieser Strategie nur ein Produkt geringerer Komplexität als intendiert erzeugt werden.

Mit welchen organisatorischen Konsequenzen versucht man nun heute dieser „fließenden Realität“ zu begegnen?

Zur Analyse dieser Thematik muß zwischen Mensch und Maschine, bzw. zwischen Mensch und von ihm eingesetztem Tool/Verfahren differenziert werden.

***Der Computer als integriertes HW+SW-System kommt heute in einem Industriebetrieb, der elektronische Systeme erzeugt, bereits an drei verschiedenen Orten vor.***

- 1) Als Ergebnis des Produktionsprozesses, d. h. als zu erzeugendes verkaufsfähiges Produkt (als Objekt im Sinne von OVVS),
- 2) neben dem Menschen als prozessualer Operator im Entwurfs- und Fertigungsprozeß (Basissystem) und
- 3) als Organisationsmittel (Vermittlungssystem).

über 1) wurde in diesem Beitrag schon viel gesprochen. Hier sei nur noch folgendes erwähnt:

Da im Sinne von OVVS das komplexe Objekt zu jedem Zeitpunkt im Schnittpunkt der sechs Kontexturen E, F, V, T, G und P steht, d. h. durch die Objektmatrix in Bild 14 als abgeschlossenes Objekt nicht nur durch seine eigenen entwicklungstechnischen Bestimmungen (EE) (z. B. Logische Gesetze beim Entwurf des Logikplans) definiert, sondern bereits in E durch F, V, T, G und P mitbestimmt. (EF, EV, ET, EG und EP) (→ 13).

		D o m i n a n z					
		E	F	V	T	G	P
A S p e k t	E	EE	FE	VE	TE	GE	PE
	F	EF	FF	VF	TF	GF	PF
	V	EV	FV	VV	TV	GV	PV
	T	ET	FT	VT	TT	GT	PT
	G	EG	FG	VG	TG	GG	PG
	P	EP	FP	VP	TP	GP	PP

Bild 14: Vollständige Matrix der Objektbestimmung für das sechs-kontexturale Objekt

Auf eine vollständige Deutung der Matrix in bezug auf Schnittstellendefinitionen und Phasentransformationen wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Dies bleibt späteren Arbeiten vorbehalten (→ 5 → 7, → 8, → 13).

zu 2) und 3) läßt sich folgendes sagen:

Die organisatorische Vermittlung von HW-SW-Systemen ist heute das große Thema von CIM.

***CIM fehlt der strukturelle Rahmen, der es ermöglichen würde, die heterogenen CAx - Aktivitäten (CAD, CAP, CAM, CAE...) zu vermitteln.***

Unserer Meinung nach könnte OVVS für CIM ein Grundmodell darstellen, das die nötige Komplexität hätte, um von der heutigen reinen Datenkoppelung zwischen heterogenen Verfahren zu einer komplexeren Schnittstelle überzugehen.

Heute verfügbare HW+SW-Systeme (Verfahren, Tools) sind in der Gebrauchsphase nur mehr offen für Datenaustausch mit der Umwelt bzw. mit anderen Ko-Verfahren. In bezug auf ihre interne Struktur bilden sie in der Gebrauchsphase ein geschlossenes System und reagieren als solches nur passiv auf Dateneingabe durch Datenausgabe.

Die realisierte interne Struktur eines HW+SW-Systems, die aus seiner zweckmäßigen Funktion abgeleitet wurde, erlaubt deshalb nur eine strukturelle Kopplung zu funktional äquivalenten Umweltstrukturen. D. h. die interne strukturelle Komplexität des HW+SW-Systems selektiert die strukturelle Komplexität des Gebrauchskontexts, an den es angeschlossen werden kann.

Der Anschluß an wechselnde Gebrauchskontexte erfordert eine Veränderung der internen Struktur des HW+SW-Systems, also eine Veränderung von HW und/oder SW.

Dazu ist bis heute der Eingriff des Konstrukteurs bzw. Programmierers erforderlich. Diese Leistung kann von den klassischen Maschinen selbst nicht erbracht werden.

Um solche selbstreferentiellen Eigenschaften aufweisen zu können, müssen die Maschinen intern selbstorganisierende Strukturen haben. Damit selbstorganisierende Produkte erzeugt werden können, muß aber ihr Definitions- und Realisierungsnetz ebenfalls selbstorganisierend sein.

Mit dem Begriff der Selbstorganisation kommt jedoch neben dem gewohnten linear-sukzessiv-hierarchischem Organisationsprinzip das zyklisch-parallel-heterarchische ins Spiel. Das Ineinandergreifen dieser beiden Prinzipien ist im Rahmen der klassischen Denkktheorie, da sie auf dem Hierarchie-Prinzip basiert, nicht formalisierbar.

Die technische Realisierbarkeit (Machbarkeit, Produktion) selbstorganisierender Maschinen setzt jedoch ihre Formalisierbarkeit (Beschreibung, Definition, Bestimmung) und damit einen transklassischen Formalismus voraus. In diese Richtung gehen alle Anstrengungen der heutigen technischen Entwicklung (Künstliche Intelligenz, Expertensysteme...).

**Die heutige Realität in der Anwendung von HW+SW-Systemen ist durch Heterogenität und den Tool-Charakter geprägt.**

D. h. je Kontextur wird die Anwendung von HW+SW-Systemen vehement vorangetrieben, jedoch im Sinne des klassischen Werkzeuggedankens der elektromechanischen Industrialisierungsphase. Die mangelnde strukturelle Komplexität der Koppelungs-Schnittstellen zwischen heterogenen Verfahren wird in der Praxis dauernd als Problempunkt genannt.

Einerseits geht ohne massive Verfahrensunterstützung je Kontextur nichts mehr, andererseits belasten die realisierten Verfahrenskopplungen über Datenkonsistenz den Anwender oft mehr, als sie ihm nützen.

**Die isolierte Anwendung der HW+SW-Systeme als Tool und die mangelnde strukturelle Komplexität in ihren Verkoppelungen zieht eine „Inflation von Besprechungen“ nach sich.**

Diese Situation führt zu einer „Inflation von Besprechungen“, in denen es fast ausschließlich um die Lösung von Schnittstellenproblemen geht. Eine Entlastung wird hier wohl erst durch Lösung des CIM-Problems möglich sein. In der Praxis versucht man einstweilen vor allem mit zwei Strategien zurechtzukommen.

1) Die Institutionalisierung des Produktverantwortlichen.

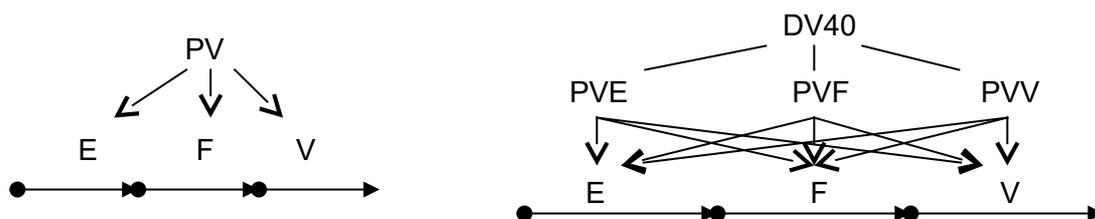


Bild 15: Der Produktverantwortliche

Der Produktverantwortliche (PV) - ursprünglich als Koordinationsinstanz für den Durchlauf des Produktes durch alle Bereiche gedacht - hat sich mittlerweile vervielfältigt. Fast jeder Bereich hat schon - aus guten Gründen - seinen Produktverantwortlichen. Diese PV's koordinieren sich z. B. in Mammutbesprechungen (DV40, ca. 25 Teilnehmer), in denen alle Schnittstellenprobleme abgehandelt werden.

2) Repräsentanten jedes Bereiches in jedem Bereich

Hier wird versucht, Gruppen zusammenzustellen, in denen in jedem Dominanzbereich die anderen Bereiche durch qualifizierte Personen vertreten sind. Dies führt zur Bildung „quasi-autonomer flexibler Einheiten“ bis zur Idee des „Werks im Werk“ oder der „kleinen Einheiten“. Dadurch hofft man, durch Entflechtung die Transparenz zu erhöhen und die Produktion überschaubarer zu machen.

Momentan scheint in konkreten Problemfällen wohl nichts anders möglich zu sein und als Übergangsphase sind diese Aktivitäten wahrscheinlich notwendig.

Aber für die „Fabrik der Zukunft“ ist das keine Vision. Die konsequente Durchführung dieser Strategie führt nämlich gerade zum Gegensatz von „Verteilung und Vermittlung“.

Autonomie wird hier verstanden als „Hereinziehen möglichst aller Funktionen in den eigenen Bereich“ und das Thema der Vermittlung zwischen diesen Bereichen bleibt wieder ausgeschlossen.

***Nimmt man die Herausforderung einer transklassischen Mensch-Maschine-Kommunikation ernst, dann scheint uns der „räumliche Ort“, an dem Prozesse und Funktionen in Zukunft ablaufen werden, immer unwichtiger zu werden. Die Werkstore werden sicher nicht die Grenzen der „Fabrik der Zukunft“ sein. Eher ein „heterarchisch organisiertes Netz parallel laufender verteilter Prozesse“ (→ 9).***

***Aber dazu ist die Entwicklung einer theoretischen Rahmenkonzeption notwendig, um das Problem komplexer Vermittlungsstrukturen zu lösen.***

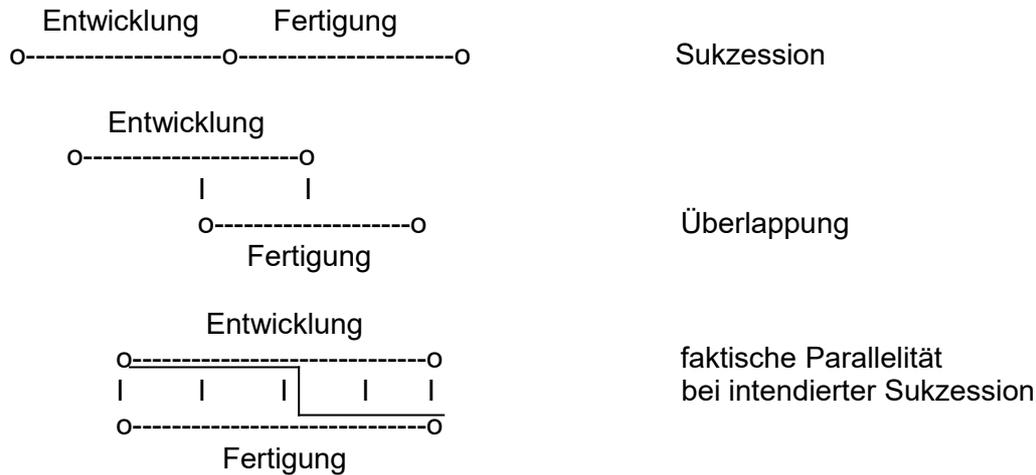
## **2 SUKZESSION UND PARALLELITÄT ZWISCHEN ENTWICKLUNG UND FERTIGUNG**

Das Problempotential der Hardware-Produktion im Vergleich zur Produktion herkömmlicher (elektromechanischer) Produkte speist sich zum großen Teil aus der Tatsache, daß die Produktstrukturen nicht mehr konstant, sondern ins Fließende geraten sind. Nicht nur hat sich der Wechsel der Produkte rapide beschleunigt, sondern auch die Entwicklung eines Produktes endet nicht mit der Fertigstellung des Prototyps, und auch nicht mit Beginn der Serienlieferung. Vielmehr läuft der Entwicklungsprozess über die gesamte Produktlebensdauer hinweg weiter, parallel zum Fertigungsprozeß.

Insbesondere für die Fertigung liegt darin ein strukturelles Problem, weil sie - sowohl unter dem Aspekt der Fertigungstechnik als auch unter dem Aspekt der Disposition und Steuerung - im Prinzip auf eine stabile Produktstruktur ausgelegt ist. Das zeigt sich z. B. darin, daß alle DV-Verfahren im Fertigungsbereich auf die Fertigungsgrunddaten ausgerichtet sind, welche ihrerseits über der Produktstruktur aufgebaut werden. Diese Problemlage wirkt zurück auf die Entwicklung, welche nun in das Terminraster der (technischen und dispositiven) Fertigungsvorbereitung gerät und damit in den Zwang kommt, sich früh auf konkrete Details der Produktspezifikation festzulegen.

Das Nacheinander von Entwicklung und Fertigung mit der vollständigen und eindeutigen Produktspezifikation als Schnittstelle, als Ende des Entwicklungsprozesses und Anfang des Fertigungsprozesses, löst sich faktisch in eine Parallelität dieser beiden Phasen der Produk-

tion auf. Diese Parallelität wird aber nicht als Parallelität organisiert, insofern als der inhaltliche Zusammenhang bestehen bleibt, daß das Produkt zuerst entwickelt und dann gefertigt wird. Der Zeitpunkt des Übergangs von der Entwicklungsphase zur Fertigungsphase hat sich lediglich in die Länge gestreckt und ist inzwischen bis zum Zeitraum der gesamten Produktlebensdauer angewachsen; innerhalb dieses Zeitraums werden die beiden Produktionsphasen durch eine Reihe von Meilensteinen (PEP) gegeneinander abgegrenzt. Jeder Meilenstein markiert für die Entwicklung ein Ende und für die Fertigung einen Anfang; damit bleibt die Grund-Intention des Nacheinander als ablauforganisatorisches Prinzip wirksam.



Damit ist zwischen Entwicklung und Fertigung ein etwas prekärer Prozeßzusammenhang entstanden, in welchem Entwicklung und Fertigung sich notwendigerweise gegenseitig behindern.

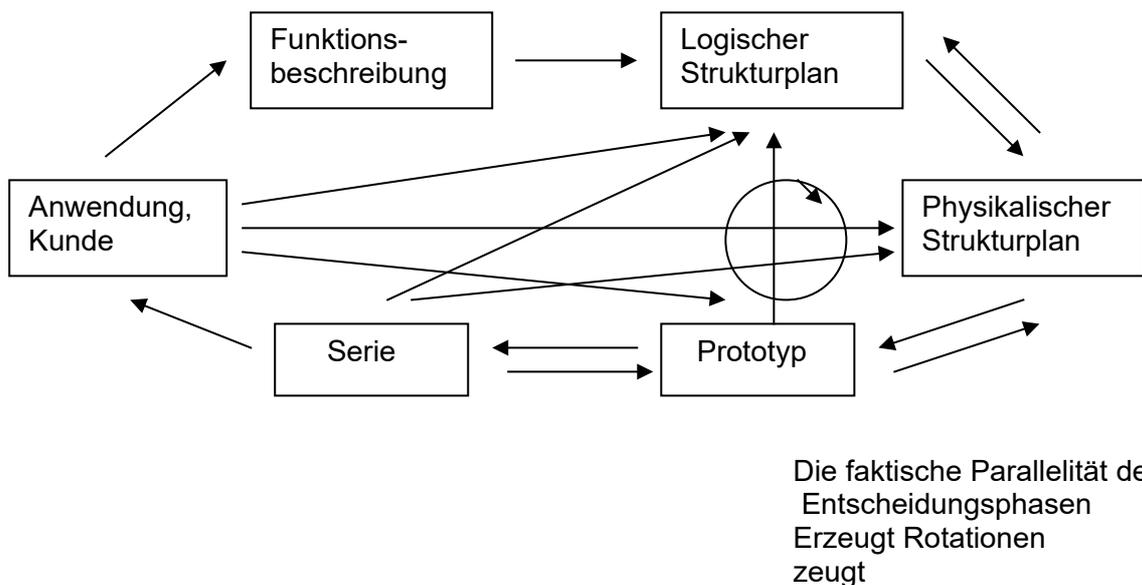
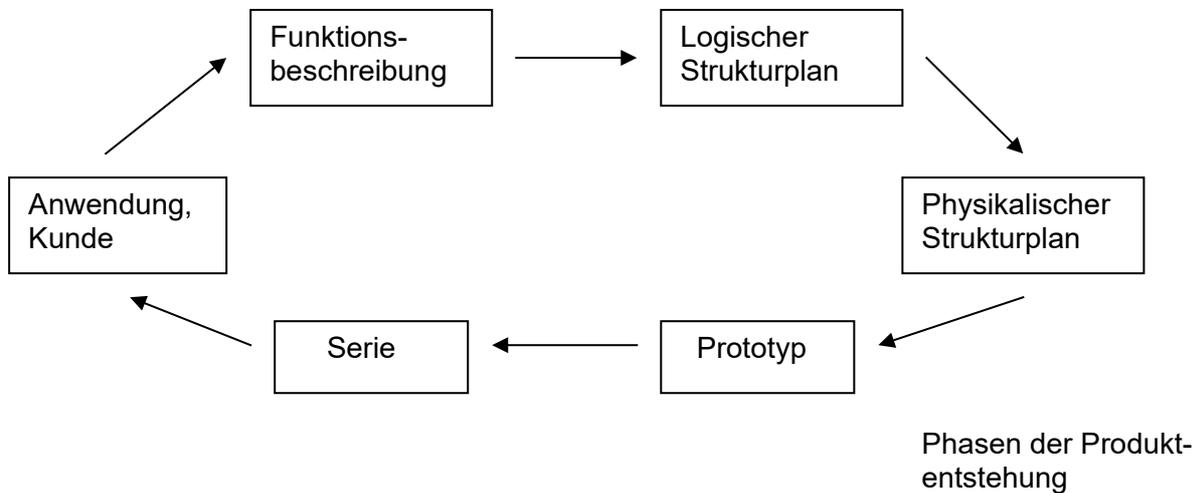
Dazu ein Beispiel: Bedingt durch lange Lieferzeiten für Bausteine benötigt die Fertigung dispositive Informationen über Typen und Stückzahlen von Bausteinen in der Regel lange vor Fertigungsbeginn. Die Entwicklung wird dadurch gezwungen, die betreffenden Konstantsetzungen in einer frühen Phase des Entwicklungsprozesses vorzunehmen. Dies steht im Widerspruch zur entwicklungsinternen Dynamik, wenn dort z. B. die Einkaufsbausteine als eine sekundäre „Schmutzlogik“ fungieren, gegenüber der primären Logik eines zu entwickelnden Rechners, welche in den selbstentwickelten Bausteinen implementiert ist.

Umgekehrt sind die entwicklungsseitig erzeugten Informationen über irgendwelche Details der materiellen Produktstruktur notorisch vorläufiger Natur; da sie aber auf Fertigungsseite zur Rahmenbedingung werden, ohne die man gar nicht arbeiten kann, müssen sie dort so behandelt werden, als ob sie endgültiger Natur wären. Nachentwicklung und nachträgliche Produktänderung gehören zur normalen Arbeit der Entwickler, deren Auswirkungen auf Fertigungsseite zwangsläufig als Störungen des Normalablaufs empfunden werden.

Die Lebensdauer elektronischer Produkttypen ist kurz geworden, und sie wird immer kürzer. Innerhalb dieser kurzen Zeitspanne muß das Produkt entwickelt und gefertigt werden. Da kann man selbstverständlich nicht warten, bis die Entwicklung des Produktes ausgereift ist, sondern man muß es als unreifes Produkt fertigen. Da aber ein unreifes Produkt die Kunden nicht befriedigt, muß man es weiterreifen lassen (d. h. nachentwickeln), während und nachdem man es gefertigt und geliefert hat. D. h. man muß immer wieder Änderungs-Aktionen starten, um den neuesten Entwicklungsstand auch materiell umzusetzen, sowohl in der laufenden Fertigung wie auch beim Kunden. Jede solche Aktion bedeutet einen Stop, eine Unterbrechung im Fluß der Aufgabe, sowohl für die Fertigung als auch für den Kunden (→ 1).

In der Fertigung elektronischer Produkte ist heute ein äußerst reges Änderungsgeschehen der Normalablauf. Zahlreiche aufbau- und ablauforganisatorische Regelungen dienen der

Bewältigung dieses Änderungsgeschehens (Produktverantwortliche, Besprechungsnetz, Änderungsrichtlinien), und auch von den DV-Verfahren her wird es zunehmend unterstützt. Der erforderliche Verwaltungsaufwand ist in der Tat beachtlich, man denke nur an die notwendige Dokumentation sämtlicher Änderungsstände der Produkte und der darin verbauten Teile, die dem Kunden natürlich mitgeliefert werden muß, damit der Kundendienst sich später auskennt.



Entwicklung und Fertigung befinden sich unter einem gemeinsamen Zeitdruck, d. h. es besteht zwischen Entwicklung und Fertigung ein Interessenkonflikt um die Zeit, so daß sie sich gegenseitig unter Zeitdruck setzen. Die Situation ist insgesamt nicht sonderlich befriedigend, aber man kann damit leben und kann sich darauf einrichten im Sinne einer Gesamtoptimierung, welche die Entwicklungsziele und die Fertigungsziele gegeneinander abwägt (auf einer gemeinsamen Wertskala, versteht sich). Freilich muß man dabei immer schneller werden, und der Maßstab auf den Wertskalen ändert sich auch ständig.

Offenbar kann man damit leben (jedenfalls noch einige Zeit), aber unsere Frage lautet: Muß man auch damit leben? Die Antwort heißt: Nein, wenn man bereit ist, den Gesamtzusammenhang des Produktionsprozesses prinzipiell neu zu durchdenken und dabei die Lücken in den Begründungen für diese oder jene Organisationsweise als Quellen für ein neues Netz von Begriffen und organisatorischen Einheiten anzunehmen, in denen high tech-

nology dann rückwirkend völlig neue Entfaltungsspielräume gewinnt.

Betrachten wir die Schritte, die zur Erzeugung eines Produkts nötig sind:

- Als Erstes wird aus Gebrauchszusammenhängen und aus Angeboten der Konkurrenz eine Funktion abgeleitet, welche das Produkt erfüllen soll.
- Als Zweites wird aus dieser Soll-Funktion ein logischer Strukturplan abgeleitet.
- Als Drittes wird aus dem logischen Strukturplan ein physikalischer Strukturplan (einschließlich Konstruktionsplan) abgeleitet.
- Als Viertes wird aus dem physikalischen Strukturplan eine Fertigungsstruktur abgeleitet und bereitgestellt.
- Als Fünftes wird die Fertigung durchgeführt.
- Als Sechstes wird das Produkt an den Kunden geliefert, wo es in dessen Gebrauchskontext eingeht.

Solange man es mit ausgereiften Produkten zu tun hat, liegt in der zeitlichen Dauer dieses Prozesses kein strukturelles Problem, weil dann die Phasen 1 - 4 bereits abgeschlossen und nur noch die Phasen 5 und 6 aktiv sind; die Lieferzeit läßt sich dann durch eine geeignete Wahl der Bevorratungsebene an die Markterfordernisse anpassen.

In der Elektronikproduktion hat man es aber aufgrund der kurzen Innovationszyklen mit notorisch unausgereiften Produkten zu tun. Die Phasen 1 - 4 lassen sich nicht mehr abschließen, sie sind über die gesamte Produktlebensdauer hinweg aktiv. Die 6 Phasen laufen alle zugleich und parallel ab, sie bilden damit einen ganzheitlichen Prozeßzusammenhang. Unsere These ist, daß die gegenwärtige Elektronikproduktion nicht als ganzheitlicher Prozeß organisiert ist. Die folgende These soll mit Bezug die Fertigung konkretisieren, was damit gemeint ist.

***These: Die gegenwärtige Organisation der Fertigung ist in ihrer k a t e g o r i a l e n Struktur auf ein ausgereiftes Produkt ausgerichtet.***

Die Fertigungsorganisation kann daher nur inhaltlich auf die geänderten Prozeßbedingungen reagieren: Sie begreift die ständige Aktivität der Entwicklungsphasen als ständige Quelle von Störungen, und erweitert die klassischen Aufgaben der Fertigung um Änderungs- und Prüfungsaufgaben, sowie um Aufgaben zur ständigen Bereitstellung sich ändernder Arbeitsmittel.

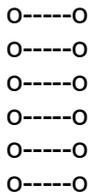
Die Organisation der Fertigung ist damit zwar offen für die Aktivitäten der übrigen Produktionsphasen, aber nur in dem negativen Sinne, daß sie die davon ausgehenden Wirkungen als Nebenwirkungen behandelt, die es zu absorbieren gilt.

Die kategoriale Struktur der Fertigungsorganisation ist aus den Erfahrungen der elektromechanischen Produktion gewachsen und beim Übergang zur elektronischen Produktion nicht verändert worden. Verändert hat sich nur der Inhalt der Aufgaben, weil das elektronische Produkt ständig geändert und geprüft werden muß. Gerade in dieser kategorialen Struktur der Fertigungsorganisation aber ist das Verhältnis von Entwicklung und Fertigung als ein Sukzessionsverhältnis festgeschrieben.

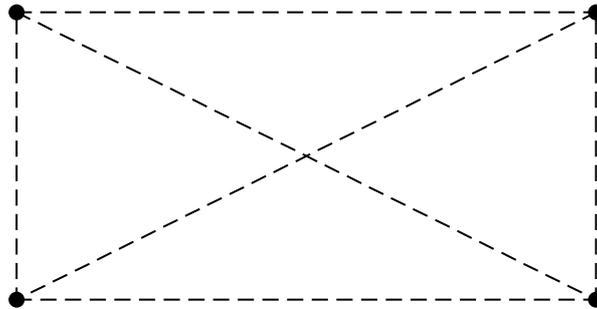
Wir behaupten demgegenüber die Möglichkeit einer genuinen Parallelisierung der einzelnen Phasen des Produktionsprozesses. Damit stellt sich das Problem der Koordination heterogener aber zusammenhängender Prozesse auf eine völlig neue Weise.

Sukzession: o-----o-----o-----o-----o-----o-----o

unorganisierte Parallelität:

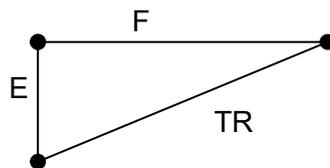


organisierte Parallelität:



Nach unserem Konzept werden diese Phasen als Subsysteme einer komplexen Ganzheit organisiert, und die Koordination geschieht durch Kooperationsverhältnisse, die aufgrund des kategorialen Strukturzusammenhangs möglich sind. Der obige Strukturgraph ist ein abstraktes Rahmenschema der Komplexitätsstufe 4, welche für eine komplexe Organisation der Produktion die minimale Komplexität ist. Die Eckpunkte sind Orte des Zusammenhangs bzw. Übergangs zwischen den Subsystemen, die Kanten sind die Subsysteme.

Jedes dieser Subsysteme bearbeitet ein strukturelles Verhältnis, z. B. E bearbeitet das Verhältnis zwischen logischem Funktionsplan und physikalischem Strukturplan, F bearbeitet das Verhältnis zwischen einer physikalischen Struktur und der materiellen Realisierung. Diese Verhältnisse werden als symmetrische (duale) Verhältnisse bearbeitet, während sie gegenwärtig zumeist als asymmetrische Verhältnisse bearbeitet werden in dem Sinn, daß z. B. der eine Pol des Verhältnisses gegenüber dem anderen einen normativen Vorrang hat (als „Soll“).



Zwischen zwei Basissystemen wie E und F gibt es einen doppelten Zusammenhang, einen unmittelbaren und einen vermittelten. Der unmittelbare Zusammenhang wird im Strukturgraphen durch den gemeinsamen Eckpunkt markiert; dies ist der Ort, wo die Systeme ihren gegenseitigen Transfer organisieren. Im Übergang von einem System zum anderen erfahren die Objekte, Pläne, Programme, etc. hier ihre transkontextualen Wechsel (→ 14).

Damit dieser Zusammenhang im Gesamtnetz zu einem realisierbaren Prozeßzusammenhang wird, sind vermittelnde Systeme nötig; mit Bezug auf den Zusammenhang von E und F ist TR („Technische Realisierung“) ein vermittelndes System. Dieses Subsystem bearbeitet ein strukturelles Verhältnis, das weder von E noch von F bearbeitet wird, und schließt sich dadurch mit E und F zu einem operativ geschlossenen Systemkomplex zusammen. Das vermittelnde System koordiniert die Basissysteme E und F (z. B. in zeitlicher Hinsicht), ohne ihnen hierarchisch übergeordnet zu sein (→ 6).

Bei dem Übergang von einer traditionellen Organisation zu einer komplexen Organisation

erfahren die Teil-Aufgaben der Produktion eine Verschiebung, da sie als Teil-Prozesse in eine kompatible Kooperationsstruktur parallel arbeitender Produktionsprozesse eingebettet werden.

Die hierbei anstehenden Verschiebungen reichen sehr tief, insbesondere bis hin zur Verschiebung der Bedeutung zahlreicher vertrauter Begriffe. Der Übergang von der Sukzession in die Parallelität ist daher nicht „vorstellbar“, solange die Vorstellung nur an Evidenz und Erfahrung orientiert bleibt. Die Möglichkeit einer parallelen Produktionsorganisation gründet sich nicht auf ihre Vorstellbarkeit, sondern auf ihre Denkbarkeit, und diese ist durch die logisch-philosophische Fundierung unseres Modellansatzes gegeben (bzw. im Detail noch zu erarbeiten).

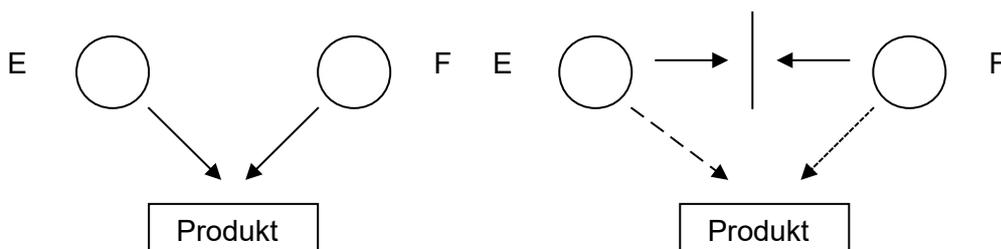
Der Gewinn, der in einem solchen Übergang von der Sukzession zur Parallelität liegt, ist andererseits recht gut vorstellbar. Unmittelbar einsichtig ist der zeitliche Gewinn aufgrund einer erheblichen Verkürzung der Produktionsdauer (Markt-Eintrittszeit, Lieferzeit). Auch die Konkurrenz der Teilprozesse um Anteile auf einer allen gemeinsamen Zeitstrecke und die damit verbundenen gegenseitigen Blockierungen werden damit gegenstandslos. Ein weiterer Gewinn liegt in einer Ausweitung von Entscheidungsspielräumen und der damit verbundenen Nutzung innovativer Potentiale.

Betrachtet man nämlich die 6 Phasen der Produktion unter dem Aspekt der Entscheidung, so läßt sich feststellen, daß in jeder dieser Phasen Entscheidungen getroffen werden bezüglich der Struktur des Produktes. Die wichtigste dieser Entscheidungen ist zweifellos diejenige in Phase 1, die Festlegung der gewünschten Funktion des Produktes. Alle verbleibenden Entscheidungen sind demgegenüber sekundär, sie sind nur Ausführungs-Entscheidungen zur Realisierung der vorgegebenen Funktion. Die Aufgaben der Phasen 2 - 6 somit gemeinsam unter der folgenden Maxime:

„Leiste Deinen Beitrag zur Realisierung einer Funktion, deren Sinn und Inhalt vor langer Zeit und an einem anderen Ort festgeschrieben wurde!“

In einer komplexen Organisation der Produktion verliert die Festlegung der Funktion des Produktes diese Dominanzstellung, bzw. die Entscheidung über die Leistung des Produktes ist über die verschiedenen Subsysteme verteilt. Damit kann sich die Produktion von ihrer Fremdbestimmung durch Markt und Konkurrenz lösen und sich an den ihr innewohnenden prozessualen Möglichkeiten orientieren, so daß sie zu einer aktiven Strategie der Produktion von hochaktuellen und hochindividuellen Produkten übergehen kann.

Der Übergang zu einer parallelen Organisation von Entwicklung und Fertigung bedeutet im ersten Schritt eine Drehung der organisatorischen Strukturen, eine Loslösung dieser organisatorischen Strukturen von einer Fixierung auf das materielle Endprodukt des Produktionsprozesses. Diese Fixierung nämlich legt das Verhältnis von Entwicklung und Fertigung ein für allemal als ein Verhältnis von vorher und nachher fest.



von der produktorientierten Prozesskoppelung  
zur prozessorientierten Prozesskoppelung

Zweifellos benötigt die Fertigung immer wieder Entwicklungsimpulse; sonst würde sie in 10 Jahren noch das gleiche wie jetzt produzieren. Solange diese Entwicklungsimpulse die Gestalt von Informationen über die materielle Struktur des zu fertigenden Produktes haben, nehmen sie für die Fertigung die Funktion von Rahmenbedingungen an, von denen sie abhängig ist und ohne die sie überhaupt nicht arbeiten kann. Jedes Ausbleiben, jede Verzögerung, jede Änderung solcher Impulse bedeutet daher für die Fertigung eine Blockierung ihrer Arbeit.

Umgekehrt braucht die Entwicklung auch Fertigungs-Impulse, als Widerstand, gegen den sie arbeiten kann. Solange diese Fertigungs-Impulse die Gestalt von Fehlermeldungen bezüglich des materiellen Produktes haben, welche möglichst schnell zu beheben sind, bedeuten sie für die Entwicklung eine lästige und die kreative Arbeit bremsende Nacharbeit. Als Entwickler will man mit dem Produkt möglichst nichts mehr zu tun haben, nachdem der Prototyp fertig ist.

Bei dem Übergang zu einer Parallel-Organisation wird es also darum gehen, diese notwendigen Impulse anders zu gestalten und sie loszulösen von ihrem unmittelbaren Bezug zum materiellen Endprodukt, sowie von ihrem unmittelbaren Bezug auf einen beiden gemeinsamen (und daher für beide äußerlichen) Terminkalender. Im Interesse der Erzeugung einer aufgabengerechten Eigendynamik muß bezüglich solcher Impulse eine Entscheidungsfreiheit bestehen bezüglich Akzeption und Rejektion (→ 14), d. h. ein Teilprozess kann entscheiden, ob er einen ankommenden Impuls annehmen und einarbeiten und ggf. wie er ihn einarbeiten will, oder ob er ihn ablehnen will.

Diese wechselseitigen Impulse erzeugen einen Transfer-Zusammenhang zwischen den Bereichen. Sie (die Impulse) haben daher nicht die Gestalt von Informationen im klassischen Sinn, sondern von strukturellen Gestalten, die beim Bereichswechsel einen Bedeutungswechsel (Umdeutung), einen Strukturwechsel (Umschreibung), oder einen Funktionswechsel (Umfungierung) erfahren können. Information im klassischen Sinn ist ja immer sach- und zweck- bezogen, und bezüglich der Koordination zweier heterogener Bereiche trägt sie nur so weit, wie die beiden gemeinsamen Sachen und Zwecke eben gehen. Information bedeutet stets eine gegenseitige Reduktion auf den kleinsten gemeinsamen Nenner.

### 3 DIE AMBIVALENZ DES MODULARITÄTSPRINZIPS

Der Übergang zu einer komplexen Organisation der Produktion bedeutet unter anderem einen Wechsel in der Konzeption des Produktbegriffs, oder allgemeiner, des Objektbegriffs. Um mögliche Ansatzpunkte für diesen Wechsel zu finden, soll hier zunächst das klassische Konzept eines Hardware-Produkts in seiner kategorialen Grundstruktur herausgearbeitet werden. In der Praxis wird diese Grundstruktur faktisch immer stärker aufgeweicht und durchlöchert. Die Differenzen zwischen dem abstrakten Konzept und seiner faktischen Handhabung sind die Quellen, an denen der Übergang zu einer komplexen Objektkonzeption seine Ausgangspunkte nehmen muß.

#### Struktur und Funktion

Der klassische Produktbegriff baut sich auf über den zwei Grundkategorien „Struktur“ und „Funktion“. Das Zusammenspiel dieser beiden Kategorien ist geregelt über das Prinzip der Modularität.

Funktionen sind gegliedert in Funktionsebenen:

Systeme-		
Geräte-		Ebene
Moduln-		

Baugruppen-		Ebene
Bauelemente-		
Logische Elemente-		

Ein Hardware-Objekt ist auf einer dieser Ebenen angesiedelt (mit Ausnahme der untersten Ebene). Der Begriff der Struktur bezieht sich auf den Zusammenhang zwischen diesen Ebenen. Die Struktur eines Hardware-Objekts besteht darin, daß es aus einer (endlichen) Menge von Teil-Objekten besteht, welche durch Leitungen vernetzt sind. Die Angabe der Objektstruktur besteht also in der Angabe (Benennung) seiner Teilobjekte und in der Angabe der Vernetzung.

Von entscheidender Bedeutung für das Zusammenspiel dieser Kategorien ist das Modularitätsprinzip. Es besagt, daß ein Objekt als Teil in einer Struktur nur unter dem Aspekt seiner Funktion von Interesse ist, genauer: Daß das Teilobjekt gegen ein beliebiges anderes Objekt gleicher Funktion substituiert werden kann, ohne die Funktion des Gesamtobjekts zu verändern (kontext-unabhängige Substituierbarkeit).

Das Hardware-Objekt steht im Schnittpunkt zweier Kontexte: dem Erzeugungskontext und dem Gebrauchskontext. Im Erzeugungskontext ist die Struktur des Objekts von Interesse, im Gebrauchskontext die Funktion. Die Besonderheit des Modularitätsprinzips besteht darin, daß es postuliert, daß im Gebrauchskontext des Objekts *nur* seine Funktion von Interesse ist und nichts Anderes, sowie daß im Erzeugungskontext nur die Struktur von Interesse ist und nichts Anderes.

„Struktur“ und „Funktion“ sind Abstraktionen, mit ihnen wird vom konkreten Objekt in zwei Richtungen abstrahiert, in Richtung des Erzeugungskontexts und in Richtung des Gebrauchskontexts. Das Modularitätsprinzip impliziert, daß diese beiden Abstraktionen das Objekt vollständig beschreiben, jedenfalls hinreichend vollständig für alle Kontexte, die für das Produktionsunternehmen relevant sind.

## Die Lücke zwischen Struktur und Funktion

***These: Mit zunehmender technischer Integration verliert das Modularitätsprinzip tendenziell an Gültigkeit.***

Mit der These ist folgendes gemeint: Das Modularitätsprinzip ist nicht von Gott gegeben, sondern es ist eine Erfindung der Menschen. In der belebten Natur gibt es keine Modularität. Das Modularitätsprinzip hat daher eher den Status eines Gesetzes, welches den Umgang mit technischen Objekten reguliert.

Nun ist aber die Elektronik im Zuge der Miniaturisierung bis in quantenphysikalische Bereiche vorgedrungen, und dort heißt das regulative Grundprinzip nicht Modularität, sondern Komplementarität plus Unschärfe. In der Quantenphysik wird der Objektbegriff durch den Prozessbegriff komplementiert (Teilchen/Welle-Komplementarität), und eine Reduktion auf den klassischen Objektbegriff (und das zugehörige Modularitätsprinzip) ist nur um den Preis einer Unschärfe möglich.

Von der technischen Seite her kommt damit eine Unschärfe ins Spiel, und das Modularitätsprinzip in strenger Form ist nur dann technisch vollziehbar, wenn diese vernachlässigbar ist. Wie die Praxis der Elektronikproduktion auf vielfältige Weise zeigt, ist die Unschärfe nicht mehr vernachlässigbar. Das Modularitätsprinzip läßt sich nur noch näherungsweise durchsetzen, und der technisch-organisatorische Aufwand, der zur näherungsweisen Aufrechterhaltung des Modularitätsprinzips nötig ist, nimmt tendenziell zu. Das Modularitätsprinzip beginnt, unökonomisch zu werden. Es steht daher in absehbarer Zeit eine Entscheidung an, ob man bei der klassischen Objektkonzeption mit dem Modularitätsprinzip als regulativem Prinzip bleiben und den zu seiner Aufrechterhaltung notwendigen steigenden organisa-

torischen Aufwand in Kauf nehmen will, oder ob man zu einer anderen Objektkonzeption mit anderen regulativen Dekompositionsprinzipien übergehen will.

### **Konstruktion und Verifikation**

Die Beschaffenheit der Lücke zwischen Struktur und Funktion läßt sich so ausdrücken, daß die folgende Implikation nicht mehr gültig ist:

Sobald die Struktur erzeugt ist, steht die Funktion zur Verfügung.

Bei der Definition eines Hardware-Produkts geht man üblicherweise von der Definition der Funktion aus. Die Produktion des Hardware-Produkts besteht dann in der Erzeugung einer Struktur, welche diese Funktion bereitstellt. Bezeichnen wir die Erzeugung der Struktur als „Konstruktion“, so bedeutet die Lücke im Modularitätsprinzip, daß die Begriffe Produktion und Konstruktion nicht zusammenfallen; sondern: Nachdem die Struktur erzeugt ist, muß noch ein Beweis geführt werden, daß die erzeugte Struktur die definitorisch vorgegebene Funktion bereitstellt; anders ausgedrückt: daß die Lücke im Modularitätsprinzip in diesem konkreten Fall nicht vorliegt. Bezeichnet man diesen Beweis als „Verifikation“, so zerfällt damit der Produktionsprozess in zwei Phasen: die Konstruktionsphase und die Verifikationsphase.

Die Lücke im Modularitätsprinzip hat einen logisch-arithmetischen Grund, und er liegt in einem quantitativen Zusammenhang, der zwischen Struktur und Funktion unausweichlich besteht. Die Verifikation einer Struktur besteht im Vergleich zweier Funktionen:

- derjenigen Funktion, welche von der erzeugten Struktur bereitgestellt wird (die ist-Funktion) und
- der vorgegebenen definierenden Funktion (die soll-Funktion).

Die Gleichheit zweier Funktionen aber ist dadurch definiert, daß beide auf alle logisch mögliche Input-Zustände die gleiche Output-Reaktion zeitigen. Nun ist aber bei  $n$  binären Input-Variablen die Anzahl der logisch möglichen Input-Zustände schon gleich  $2^n$ . Die Anzahl der zu verifizierenden Input-Zustände wächst daher exponentiell mit der Anzahl der Strukturelemente an. Potentiell ist die vollständige Prüfung natürlich möglich; denn weil die Anzahl der logischen Funktionselemente selbstverständlich endlich ist, ist auch die Anzahl der logisch möglichen Input-Zustände endlich. Das Problem liegt in der Größenordnung; beim Stand der Technik übersteigt längst eine vollständige Funktionsprüfung alles, was technisch machbar oder ökonomisch vertretbar wäre. Die Lücke zwischen Struktur und Funktion ist also prinzipiell nicht schließbar.

Die beiden Produktionsphasen

- Konstruktion und Verifikation
- überlagern sich nun mit den beiden klassischen Produktionsphasen
- Entwicklung und Fertigung.

Nach klassischem Denkmuster erfolgt erst die Entwicklung und dann die Fertigung, sowie erst die Konstruktion und dann die Verifikation. Damit zerfällt der Produktionsprozeß in 4 aufeinanderfolgende Phasen:

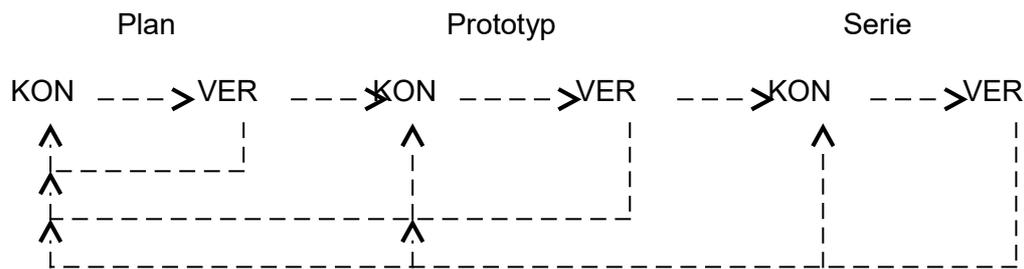
- Konstruktion des Produktplans (Entwicklung)
- Verifikation des Produktplans (Simulation)
- Konstruktion der Produkte (Fertigung)
- Verifikation der Produkte (Prüfung)

Diese sukzessive Ablauforganisation der Produktion ist aber aus den oben genannten logischen Gründen nicht haltbar, weil die Phase der Verifikation ein nicht abschließbarer Prozeß ist. Daher überlagern sich faktisch diese 4 Phasen und erzeugen in der Überlagerung weite-

re Zwischenphasen.

Die Verifikation des Produktplans ist auf der Ebene des Plans nicht abschließbar. Sie reicht daher mit logischer Notwendigkeit in die materiellen Phasen hinein. Zwischen Entwicklung (als Produktion des Plans) und Fertigung (als Produktion der Produkte) schiebt sich als Bindeglied die Produktion des Prototyps - abermals mit Konstruktion und Verifikation.

Damit gibt es bereits 6 Produktionsphasen, aber auch zwischen ihnen gibt es - aus den gleichen logischen Gründen - keine strenge Sukzession. Verifikation hat ja nur dann einen Sinn, wenn sie gelegentlich auch mißlingt. Die Verifikationsphasen sind also Verzweigungspunkte, an denen der (im Prinzip vorwärts gedachte) Weg des Produkts durch rückläufige Schleifen supplementiert wird, und diese Schleifen umfassen alle Phasen des Produktionsprozesses.



Das alles ist wohlbekannt, und man hat gelernt, sich damit zu arrangieren. Aber es lohnt sich, darüber nachzudenken, ob die Konsequenzen, die man daraus gezogen hat, die einzig möglichen sind. Akzeptiert man die Lücke im Modularitätsprinzip als eine prinzipielle Lücke, dann ist das Modularitätsprinzip nicht Realität sondern Fiktion. Als solche entfaltet es seine Wirksamkeit: Die Schließung der Lücke, die Aufrechterhaltung des Modularitätsprinzips, wird zum obersten technischen Ziel: Alle Produkte sollen Null-Fehler-Qualität haben.

Dieses Ziel ist in allen organisatorischen Bereichen strukturbildend wirksam, in Aufbau- und Ablauforganisation, in Datenstrukturen und DV-Verfahren. Wohl stellt sich die Organisation auf die Existenz von Fehlern ein, aber in ihrer kategorialen Struktur ist sie am 0-Fehler-Ziel orientiert, was sich z. B. darin zeigt, daß die Organisation umso besser funktioniert, je weniger Fehler in den Produkten und Zwischenprodukten vorkommen.

Mit dem Ziel der Null-Fehler-Qualität hat man sich ein prinzipiell unerreichbares Ziel gesetzt. Man hat damit eine prinzipiell nicht vermeidbare Differenz zwischen Soll und Ist akzeptiert, d. h. man hat akzeptiert, daß Hardware-Produkte prinzipiell nicht so sind, wie sie sein sollen. Und da die organisatorische Struktur am 0-Fehler-Ziel orientiert ist, hat man damit zugleich eine prinzipielle Sub-Optimalität dieser Organisationsprinzipien akzeptiert.

Der Übergang vom Modularitätsprinzip zu komplexeren Dekompositionsprinzipien im Umgang mit technischen Objekten hat zur Voraussetzung, daß man sich - auf der strategisch-organisatorischen Ebene - nicht am Soll orientiert, sondern am Ist und am Kann, nicht an der Fiktion, sondern an der Realität und ihren Möglichkeiten.

Die Lücke kann so lange nicht als etwas Positives wahrgenommen werden, wie man an der gegenwärtigen Vorgehensweise bei der Definition von Produkten festhält. Definiert man ein Produkt durch seine Funktion, so wird es notwendigerweise ein fehlerhaftes Produkt. Positiv stellt sich damit die Frage, ob es möglich ist, ein Produkt anders zu definieren als durch seine Funktion. Wenn sich solche Möglichkeiten finden lassen, dann gibt es zum Begriff des Fehlers zwei logische Negationen:

- Die erste Negation ist das Null-Fehler-Ziel

- Die zweite Negation (Rejektion“, → 14) wäre der Übergang zu einem anderen Definitionsverfahren, in welchem der Begriff des Fehlers seinen klassischen Sinn verliert bzw. anders lokalisiert ist.

#### **4 DAS UNGELÖSTE PROBLEM DER ORGANISATORISCHEN BEHERRSCHUNG VON FAKTISCHER KOMPLEXITÄT**

Der strukturelle Konflikt in der gegenwärtigen Elektronikproduktion liegt darin, daß die technischen Prozesse komplexer sind als der organisatorische Rahmen, in dem sie sich abspielen. Der Produktionsprozess besteht aus mehreren strukturell verschiedenartigen Teilprozessen, die alle zugleich und parallel aktiv sind, und die untereinander in prozessualen Wechselwirkungen stehen. Der organisatorische Rahmen bleibt demgegenüber verhaftet in den klassischen Kategorien der Arbeitsteilung (Aufbau- und Ablauf-Organisation), innerhalb welcher der Produktionsprozess nur als ein Nacheinander von Produktionsphasen gedacht und organisiert werden kann.

Die auffälligsten Symptome dieses Strukturkonflikts zeigt das Produkt selbst, in seinen materiellen Phasen der Fertigung, Lieferung und Anwendung. Die Prüf- und Änderungs-Aktivitäten, die sich von der Entwicklung bis zum Kundenfeld hindurchziehen, lenken das Produkt von seinem geraden Weg immer wieder ab in eine Rotationsbewegung. Die negativen ökonomischen Folgen sind bekannt: Hoher organisatorischer Aufwand, hohe Rotationsbestände, Lieferverzögerungen, Imageverlust bei den Kunden.

Diese Symptome deuten wir als Indizien der Aufweichung des regulativen Grundprinzips elektronischer Produkte, des Prinzips der Modularität (Struktur/Funktion). Aber auch die Organisation hat ihre regulativen Prinzipien, und auch sie sind in der Elektronikproduktion von Aufweichungstendenzen gezeichnet.

Die Grundkategorien der klassischen Organisationslehre sind „Aufbauorganisation“ und „Ablauforganisation“. Diese beiden Kategorien regulieren den Umgang mit organisatorischen Sachverhalten ebenso, wie die beiden Kategorien „Struktur“ und „Funktion“ den Umgang mit technischen Sachverhalten regulieren. Und wie das Prinzip der Modularität den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion regelt, so wird der Zusammenhang zwischen Aufbau und Ablauf durch das Prinzip der klassischen Arbeitsteilung reguliert.

Die Grundidee der Aufbauorganisation besteht darin, eine Hierarchie von Stellen zu erzeugen, an welchen Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Entscheidungsbefugnisse lokalisiert und personell besetzt werden können. Faktisch wird diese Lokalisierung immer unwirksamer. Die Entscheidungen verlagern sich zunehmend von den hierarchisch definierten Stellen in ein koordinativ definiertes „Besprechungsnetz“. Die Verantwortlichkeiten lassen sich nicht mehr innerhalb der Aufgabenbereiche definieren, sondern schließen kooperative Verantwortlichkeiten ein. Die Begriffe „Aufgabe“, „Entscheidung“, „Verantwortlichkeit“ fallen nicht mehr zusammen und lassen sich aufbauorganisatorisch nicht mehr gemeinsam lokalisieren. Auffällig ist, daß gerade diese unkonventionellen oder „spätklassischen“ Instanzen zumeist auf einen Produkttyp hin definiert sind. Fast in allen Bereichen gibt es „Produktverantwortliche“, und die Besprechungen sind thematisch of mit Bezug auf einen Produkttyp definiert. Das Produkt bricht sozusagen aus dem traditionellen aufbauorganisatorischen Rahmen aus und muß mit unkonventionellen Methoden gebändigt werden.

Und ein weiteres neues Phänomen kommt hinzu, mit dem die Aufbauorganisation nicht viel anzufangen weiß: Koordination und Transfer von Wissen. Während auf der Ebene des Produkts der starke Prozesszusammenhang zwischen E und F beklagt wird, wird auf der zum Produkt dualen Ebene des Wissens eher der Mangel eines solchen Prozesszusammenhangs beklagt. Immer lauter wird die Forderung, daß jeder Aufgabenbereich von den anderen Aufgabenbereichen „mehr wissen“ sollte, bis hin zu der Forderung, daß jeder Bereich ein

„Bild“ oder ein „Modell“ von den anderen Bereichen haben sollte. Faktisch behilft man sich mit der Entsendung von personellen Erfahrungsträgern in andere Bereiche (Repräsentanten“, „Berater“).

Die aufbauorganisatorischen Prinzipien werden also tendenziell immer unwirksamer, und faktisch wird die Aufbauorganisation auch kaum noch als ein wirksamer Rahmen ernst genommen. Damit werden die Ablauforganisation und - in Verbindung damit - die DV-Verfahren zu den primär wirksamen Bestandteilen des organisatorischen Rahmens.

Der Sinn der Ablauforganisation liegt darin, den Aufgabenbereichen eine interne Zeitstruktur zu geben und die verschiedenen Bereiche unter zeitlichem Aspekt zu koordinieren, durch die Festlegung eines Netzes von terminierten bzw. terminierbaren Schnittstellen-Ereignissen (Entscheidungs-Ereignisse sowie Übergabe-Ereignisse für Produkte, Pläne, Programme, Informationen etc.).

Die Problematik dieses Organisationsprinzips zeigt sich besonders deutlich an der Schnittstelle zwischen Entwicklung und Fertigung. Die ablauforganisatorischen Regelungen an dieser Schnittstelle orientieren sich an der Idee eines fertigen Produktplans, so daß das Ereignis der Übergabe dieses Plans von E und F das Ende der Entwicklungsphase und den Anfang der Fertigungsphase markiert. Die faktischen Regelungen indessen sind gegenüber dieser Grundidee ausgesprochen kompliziert, was ein Reflex auf die Tatsache ist, daß der Produktplan notorisch unfertig ist. Das Übergabe-Ereignis hat sich zu einem Übergabe-Prozeß ausgeweitet, den man durch ein terminiertes Netz von Übergabe-Ereignissen („Meilensteinen“) strukturiert.

Die im Einsatz befindlichen DV-Verfahren leisten innerhalb der Aufgabenbereiche wertvolle Dienste, aber für die Koordination des Prozesszusammenhangs heterogener Bereiche wie E und F können sie nur wenig leisten, solange ihre Koppelung nur im Austausch von Daten besteht (Übergabe-Ereignisse), und solange die Datenstrukturen ihre Fundierung in den Produktstrukturen haben.

Das klassische Prinzip der Arbeitsteilung funktioniert umso besser, je genauer die Schnittstellen zwischen den Bereichen definierbar sind; der Prozeßzusammenhang zwischen den Bereichen muß ablauforganisatorisch auf möglichst wohldefinierte Ereignisse an der Schnittstelle reduzierbar sein. Je unschärfer die Schnittstelle definiert werden kann, desto mehr muß der Prozesszusammenhang zwischen den Bereichen über Instanzen und Abläufe abgewickelt werden, die an den traditionellen Kategorien von Aufbau- und Ablauforganisation vorbeigehen.

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen dem technischen Prinzip der Modularität und dem organisatorischen Prinzip der Arbeitsteilung in der historischen Dimension, dann ist es natürlich so, daß man die Erfahrungen, die man mit der Arbeitsteilung gemacht hat, ins technische Artefakt hineingetragen hat. Zwischen organisatorischen Systemen und technischen Systemen gibt es aber einen wichtigen Unterschied: Das Prinzip der Arbeitsteilung funktioniert vor dem Hintergrund des Begriffs der Verantwortlichkeit. Alle vorkommenden Störungen, Unregelmäßigkeiten, Kontingenzen werden durch ein System von personellen Verantwortlichkeiten absorbiert. Im technischen Objekt gibt es einen dementsprechenden Begriff aber nicht. Alle Störungen, Unregelmäßigkeiten, Kontingenzen schlagen ungefiltert bis zum personellen Bereich durch und müssen dort per Verantwortlichkeit absorbiert werden (die zunehmend vorgesehenen Produkt-Subsysteme zur Fehlerabsorption, Fehlersuche, Fehlerdokumentation, Fehlerkorrektur sind Reaktionen, um diesen Effekt zu mildern).

Nun ist man aber mit der Technik in quantitative Dimensionen vorgedrungen, in denen die Störungen, Fehler, Kontingenzen nicht auf Zufälligkeiten oder Unachtsamkeiten zurückgehen, sondern einen logischen Grund haben und damit auch eine systematische Quelle.

Elektronische Objekte sind aus prinzipiellen Gründen nicht abschließbar, sie bleiben offen (unfertig, fehlerhaft, mehrdeutig etc.). Die klassischen Organisationsprinzipien aber erfordern abgeschlossene (eindeutige, fehlerfreie, normierte) Objekte, deren Übergabe zwischen den Bereichen als ablauforganisatorisches Ereignis definierbar und terminierbar ist.

Damit ist zwischen Technik und Organisation ein Widerspruch entstanden, ein Konflikt, dessen Brisanz sich jetzt erst in den Anfängen zeigt, der sich aber in absehbarer Zeit massiv verstärken wird. Angesichts dieser Sachlage steht bezüglich des Verhältnisses von Technik und Organisation ein prinzipielles Umdenken an.

Angesichts der Lücken im Modularitätsprinzip kann eine Abgeschlossenheit technischer Objekte immer nur relativ definiert und erzeugt werden: z. B. relativ zu einer Prüfmaschine und einem Prüfprogramm, oder relativ zu einer bestimmten Systemumgebung, oder: relativ zu einer bestimmten Anwendungs-Software, oder: relativ zu dem konkreten Gebrauch des Produkts durch einen Kunden. Diese relativen Abgeschlossenheiten reichen allmählich nicht mehr aus, um die ablauforganisatorischen Schnittstellen zu stabilisieren. Z. B. genügt es oft nicht mehr, einen gekauften Baustein einfach nur zu prüfen, immer mehr greift die Praxis um sich, auch die Prüfvorkehrungen des liefernden Betriebs einer Prüfung zu unterziehen.

Die Anstrengungen, die nötig sind, um die relative Geschlossenheit der Objekte immer wieder herzustellen sind gewaltig, und sie werden immer größer. Das ist durchaus nicht nur negativ zu sehen, denn es gibt auch eine ganze Menge dabei zu lernen. Ein auffälliges Beispiel hierfür sind die QS-Abteilungen: Hier hat sich, wie man hört, ein beachtliches Potential an universellem technischem Know-How angesammelt, weil hier Produkttechnik, Fertigungstechnik und Prüftechnik zusammen kommen. Ein anderes Beispiel ist die Einführung der Prüf-Simulationstechnik in der Entwicklung: Dadurch wird es möglich, das Produkt schon im Zustand des Plans als virtuelles Objekt zu prüfen (was die Probleme an der Schnittstelle zur Fertigung sicher lindern wird). Hier hin gehören auch alle Erfahrungen mit der Selbstprüfung und Selbstkorrektur der Produkte.

Derartige Tendenzen gilt es beim Übergang zu einer komplexen Produktion positiv aufzunehmen. Dazu ist es nötig, die relative Geschlossenheit des Produkts von ihrem generellen Bezug auf eine vorgegebene Funktion zu befreien und als eine echte Relativität auf wechselnde Bereiche und Gebrauchskontexte zu beziehen. Ein komplexes Produkt ist stets ein offenes Produkt, nicht in dem negativen Sinn als „Fehler“ relativ zu einer normativ gegebenen Soll-Funktion, sondern in dem positiven Sinn, daß es seinen Abschluß und damit seine Identität nur je Bereich oder je Gebrauch bestimmt.

Dem offenen, komplexen Produkt entspricht eine offene, komplexe Organisation, welche nicht durch die Prinzipien von Aufbau und Ablauf fundiert ist, sondern welche die technischen Prozesse als Systemverbund zu einem Netz von technisch vermittelten Kooperationsverhältnissen verknüpft.

In einem solchen Netz regelt sich der Zugang zum Objekt nicht über die Abstraktionen des Modularitätsprinzips. Vor dem Hintergrund des Modularitätsprinzips gibt es ja gar keinen genuine Zugang zum individuellen Objekt, da eine funktionale und strukturelle Beschreibung stets nur den Objekttyp beschreibt. Die an dem Modularitätsprinzip orientierten DV-Verfahren können das individuelle Objekt daher gar nicht identifizieren, außer über das äußerliche Mittel einer Namensgebung mit einer laufenden Nummer. Faktisch wird aber die Individualität des Objekts immer wichtiger, bedingt durch das rege Änderungsgeschehen: Je zwei Exemplare des gleichen Objekttyps sind selbst rein funktional betrachtet nicht mehr völlig äquivalent.

In einem komplexen Produktionsnetz gibt es gar nicht so etwas wie „den“ Zugang zum Objekt, sondern jedes Subsystem hat seinen eigenen Zugang zum Objekt. Mit dieser positiven Aufnahme des Relativitätsprinzips entfällt der Zwang zur Erstellung von universellen (und da-

her inflationären) Namens- und Nummernsystemen. Es gibt nicht eine eindeutige, universell gültige Definition oder Beschreibung des Objekts, sondern je Bereichwechsel wird das Objekt um bzw. mit- bzw. weiterdefiniert. Erst dadurch können die Entscheidungsspielräume entstehen, die für aktive, autonome und kooperierende Teilsysteme der Produktion nötig sind.

## 5 FERTIGUNGSSTEUERUNG ZWISCHEN AUFTRAG UND ÄNDERUNG

Die organisatorische Entscheidungsstruktur bezüglich des Produkts ist gegenwärtig durch eine Dominanzstellung des Vertriebs gegenüber Entwicklung und Fertigung gekennzeichnet. Der Vertrieb tritt sowohl gegenüber der Entwicklung als auch gegenüber der Fertigung als Auftraggeber auf. Er ist zwar gegenüber Entwicklung und Fertigung nicht hierarchisch übergeordnet, aber die vertrieblichen Interessen bestimmen in groben Zügen den Arbeitsinhalt und die Arbeitsdynamik von Entwicklung und Fertigung.

Betrachtet man etwas genauer das Verhältnis von F und V, so sind hier in jüngerer Zeit gewisse Tendenzen der Autonomisierung von F gegenüber V festzustellen. Die Bildung von Auftragszentren (AZ) ist ein Beispiel für diese Tendenz. Früher wurde der Fertigungsprozess unmittelbar nach den Kriterien der Geldökonomie geregelt. Mit der zunehmenden Dynamik des Marktgeschehens setzte aber vom Vertrieb her eine Prozeßorientierung ein im Sinne eines Übergangs von der Geld-Ökonomie zur Zeit-Ökonomie. Daher mußte der Prozesszusammenhang zwischen Fertigung und Vertrieb neu organisiert werden, die AZ wurden gebildet zu dem Zweck, dies von der Fertigungsseite aus zu leisten (Verfolgung des Auftragsdurchlauf-Prozesses). Damit wird die Fertigung mit einer Planungs- und Steuerungs-Instanz versehen, welche die Dynamik der Fertigung auf die Dynamik des Vertriebs hin optimiert, wodurch die Fertigung eine gewisse Eigenständigkeit gegenüber dem Vertrieb gewinnt (z. B. Bestandsverantwortung). Diese Eigenständigkeit zeigt sich auch darin, daß die vom Vertrieb gelieferten Auftragsprognosen von AZ mit eigenen Prognosen unterlaufen werden, oder daß der Vertrieb gelegentlich durch unmittelbaren Kontakt zum Kunden übergangen wird (z. B. im OEM-Geschäft).

Parallel zu dieser Entwicklung - und teilweise auch als Reaktion auf die vertriebs-orientierte Fremdsteuerung - gibt es die Tendenz, innerhalb der Fertigung selbst- bzw. verbrauchsgesteuerte Subsysteme zu bilden (Prozeßlinien mit Kanban- oder PO-Steuerung, automatisierte Fertigungsanlagen). Auch hierbei handelt es sich um eine Prozeßorientierung, wobei jetzt aber die Fertigung nach den ihr eigenen Rhythmen organisiert wird. Auch hierbei handelt es sich um eine Tendenz der Autonomisierung, nämlich der technischen Fertigungs-Prozesse gegenüber der ökonomisch orientierten Außensteuerung durch PPS bzw. AZ.

Mit dieser Ausdifferenzierung entsteht nun aber das Problem, daß der Zusammenhang zwischen Fertigung und AZ im Prinzip ungeklärt ist. Die Stärkung der Technik gegenüber AZ bedeutet nämlich umgekehrt, daß AZ die Fertigungstechnik zunehmend als „black box“ betrachten muß. Der Begriff des Auftrags, der den Steuerungs-Zusammenhang zwischen AZ und Fertigung regulieren soll, verliert angesichts technischer Eigendynamik immer mehr von seiner Wirksamkeit.

Damit verschiebt sich die Aufgabe des AZ in Richtung Logistik, als einer Instanz, welche einerseits für die Gestaltung des räumlichen und ablaufmäßigen Zusammenhangs flexibler Fertigungssysteme („Fertigungsinseln“) zuständig ist, und andererseits für die Herstellung einer Umgebung für diese Systeme im Sinne einer Versorgung mit Material und Information.

Speziell in der Elektronik-Produktion werden diese Verschiebungen der PPS-Aufgabe überlagert durch die Auflösungs-tendenzen des Produkttyps. Die Aufgabenstellung der Auftragszentren hat sich hier gegenüber der klassischen Aufgabenstellung bereits weitgehend verschoben, zu den traditionellen dispositiven Aufgaben kommen Koordinations- und Verwal-

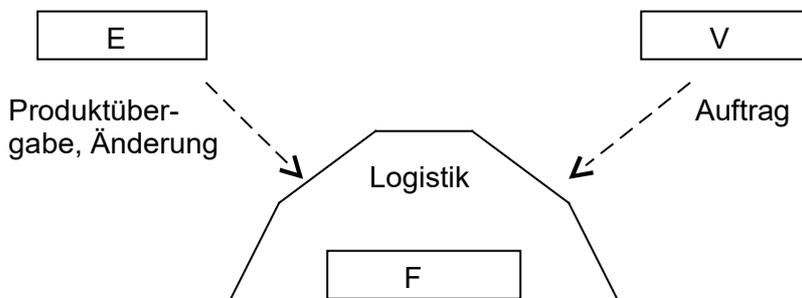
tungsaufgaben zur Bewältigung des Änderungsgeschehens hinzu; z. B. tritt AZ in den diesbezüglichen Besprechungen als Moderator auf.

Gerade hier zeigt sich die Schwäche der Position, in der PPS bzw. AZ bzw. Logistik sich befinden. Da diese Position gegenüber den technischen Prozessen äußerlich ist, kann von dort aus eine Koordination h e t e r o g e n e r technischer Prozesse nicht wirksam angesetzt werden. Die Besprechungen bleiben notwendigerweise an der Oberfläche, da die Bereiche sich hier gegenseitig auf die Terminologie von Sachnummern und Terminen reduzieren. Man kann zwar viel zur Verbesserung des Informationsflusses zwischen Entwicklung und Fertigung tun (und tut es auch), aber auch die Information bleibt oberflächlich, wenn sie sich in ihrer Struktur primär auf die Struktur materieller Objekte bezieht.

Der Begriff der „Umgebung“ muß für Fertigungsprozesse der Elektronik komplexer gefaßt werden als für die Fertigungsprozesse traditioneller Produkte. Während es dort angeht, die Umgebung der Fertigung durch Material und Information zu definieren, muß hier die p r o z e s s u a l e Umgebung hinsichtlich Entwicklung und Vertrieb mit organisiert werden. Eine informative Ankoppelung der Fertigung an die Entwicklung leistet dieses gerade nicht, sie leistet allenfalls eine schnell und flexible aber passive Anpassung des Fertigungsprozesses an eine vorgegebene prozessuale Umgebung. Die Fertigung bleibt damit eingespannt zwischen Auftrag und Änderung.

Beim Übergang zu einer komplexen Organisation geht es darum, Autonomisierungstendenzen wie die oben genannten positiv aufzunehmen und zu verstärken, und sie in Richtung auf symmetrische Kooperationsverhältnisse zu verschieben.

Die relative Autonomie einer logistisch versorgten Fertigung bezieht sich auf die Gestaltung des Fertigungsprozesses, aber die Dynamik des Fertigungsprozesses bleibt unmittelbar per Auftrag durch V bestimmt, und die Gestaltung des Produkts bleibt mittelbar, auf dem Umweg über E, ebenfalls durch V bestimmt.



Vor dem Hintergrund des drei-kontextualen Objektbestimmungs-Schemas (E, F, V) läßt sich die (klassische) Entscheidungsstruktur bezüglich des Produkts als i n t e n t i o n a l e Schnittstellenstruktur wie folgt modellieren:

E – F	E – V	F – V
EV - FV	EV – VV	FV - VV

Die Definition der Funktion des Produkts geschieht an der Schnittstelle E - V. Daß V hier als Auftraggeber fungiert, bedeutet - intentional gesehen - daß der Vertriebsaspekt diesen Definitionsvorgang dominiert (EV - FV). Die Definition der Produktstruktur geschieht innerhalb von E. An den Schnittstellen E - F und F - V wird die Gestaltung des Produkts vor allem von QS bzw. TK (Technischer Kundendienst) dominiert, welche hier intentional als Stellvertreter von V zu sehen sind, die die Einhaltung der von V in Auftrag gegebenen Funktion sicherzustellen haben (EV - FV, FV - VV).

Von der intentionalen Struktur der Schnittstellen ausgehend läßt sich nun rückwirkend die Strukturklasse des Produkts bestimmen. Sie lautet: (EV, FV, VV).

EE	FE	VE
EF	FF	VF
(EV)	(FV)	(VV)

Faktisch wird die Gestaltung des (individuellen) Produkts natürlich an vielen Stellen beeinflusst, aber diese Einflüsse können sich nicht positiv artikulieren, sie bleiben gegenüber der organisatorisch geregelten Definition des Produkttyps sekundär und zeigen sich vor allem negativ als Fehler, Normabweichungen, etc.

Diese Einflüsse gilt es in einer komplexen Organisation als positive Gestaltungs-Intentionen zu artikulieren und in die Produktdefinition Eingang finden zu lassen. Damit eröffnet sich bereits bei der Komplexitätsstufe 3 ein Spektrum von 27 Produktstrukturklassen, von denen unter den gegenwärtigen organisatorischen Bedingungen nur eine realisierbar ist.

## **6 MODELLANSATZ ZUM RE-DESIGN DER PRODUKTIONSORGANISATION ELEKTRONISCHER PRODUKTE**

### **auf dem Hintergrund einer kurzen Untersuchung im K WS Augsburg**

Die Häufigkeit und Vielfalt der Quellen von Änderungen im Verhältnis zum Regelablauf, der sich an einem stabilen Produkttypen orientiert, scheint uns auf dem Hintergrund unseres Ansatzes „Organisatorische Vermittlung verteilter Systeme“ ein Anlaß zu einer Neuorientierung der Organisation der Produktion an einem sich in Bewegung befindlichen Produkt zu sein.

Die komplementäre Situation zu den Änderungen zeigt sich in der Definition der Stabilität eines Produktes. Stabilität läßt sich nur noch *relativ* zu Prüfmitteln, Systemumgebung usw. erklären und bezieht sich immer mehr auf das individuelle Gerät bzw. die individuelle Anwendungssituation.

Ein Teil der Änderungen geht sicher auf noch verbesserbare Arbeitsschritte, jedoch steht der Forderung nach Null-Fehler vor jedem Bereichswechsel die faktische Aussage entgegen, daß dies nicht mehr geht. Diese paradoxe Situation kann man nun verschieden interpretieren, entweder man sieht in den Null-Fehlern eine Qualitätsforderung, die sich aus einer Übertragung aus dem klassischen Fertigungsbereich in die Entwicklung ergibt, oder man sieht darin eine Grenzmarke, die verschiedenen relativ autonome Definitions- bzw. Realisierungsbereiche trennt.

Im ersten Fall wird eine Fortpflanzung der Null-Fehler über die Folge von Realisierungsphasen vorausgesetzt, d. h. je Null-Fehler in Entwicklung und Fertigung hat Null-Fehler in der Anwendung zur Folge. Diese Rechnung gilt aber nicht mehr. In der Abfolge der Prüfungen über die Bereiche wechselt das Produkt nicht nur seinen Realisierungsstatus, sondern seine Komplexität.

Null-Fehler als Grenze bedeutet dagegen eine Systembildung des Bereiches, sie gelten für den Bereich. Durch Simulation löst sich der Entwurf von der Vermischung mit der physischen Verkörperung des Prototyps und führt so zu einer qualitativen Unterscheidung der Fehler. Diese qualitative Unterscheidung muß nach unserem Modellansatz positiv aufgenommen werden.

Der folgende Strukturgraph erfordert zu seinem Verständnis, daß sich zugleich mit dem Sys-

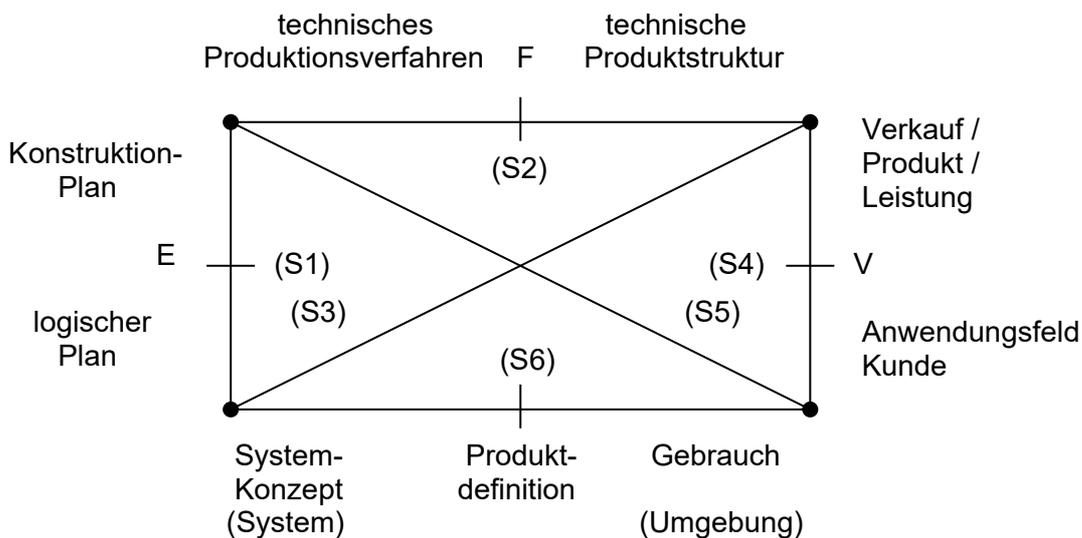
temcharakter der Bereiche, ihrer Grenzbildung, die Objektstruktur über diese Bereiche verteilt. Sowohl die Definition als auch die Realisierung sind irreduzibel distribuiert, aber nicht nur von den funktionalen oder wissenschaftlichen Disziplinen her, die eine Arbeitsteilung erfordern. Projiziert man weiterhin die auseinanderfallenden qualitativ selbständigen Arbeitsphasen auf die Fiktion eines allen gemeinsamen und durch alle Phasen identischen Objektes, so erzeugt man dadurch die Unbestimmtheiten und Änderungen als negative Effekte.

Zwei aktuelle organisatorische Ansätze scheinen auf diese in Bewegung geratene Konstellation von Objekt und Arbeitsteilung zu reagieren. Die Produktverantwortlichen sollen die Kontinuität der Produktorientierung über die Bereiche herstellen, zugleich gibt es schon fast in allen Bereichen solche Verantwortliche (TP, VP, AZ...). Ihre koordinierende Funktion vervielfältigt sich selbst wieder analog zu den Bereichen und muß durch eine zweite Runde von Besprechungen koordiniert werden. D. h. die produktorientierte Integration zerfällt wieder in ihre Bereiche und führt zu einer organisatorischen Verdoppelung eher in Richtung einer klassischen institutionellen Aufgabe (Verantwortlicher, Verträge, Besprechungen usw.) statt einer operativen Implementierung.

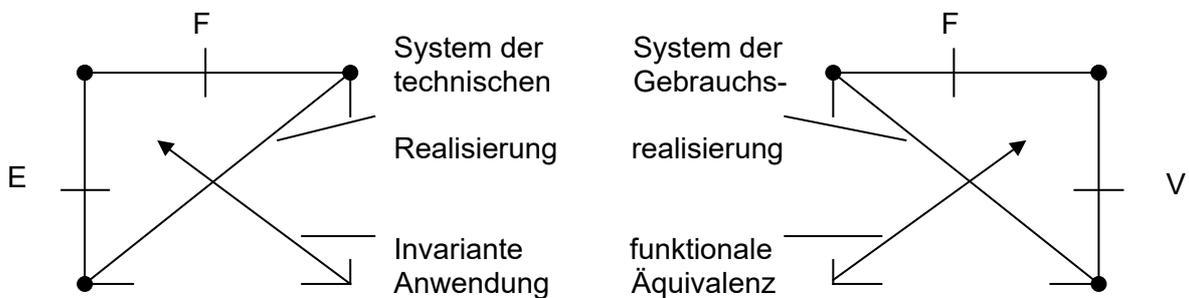
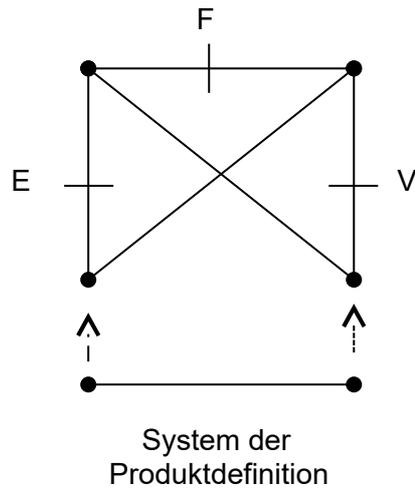
Ein zweiter oft gehörter Vorschlag fordert in jedem Bereich je einen Vertreter der anderen Bereiche. Gegenüber den Produktverantwortlichen wird hier auf der Ebene der Bereiche eine gegenseitige innere Repräsentation der Bereiche intentiert, die schon eher auf die faktische Verteilung und ihre nicht-hierarchische Koordination eingeht. Ähnlich wie bei der Konzeption der Interdisziplinarität fehlt auch hier eine Vorstellung von der Heterogenität als Strukturcharakteristik der Distribution.

Als Strukturgraph eines Re-Designs der Produktionsorganisation ist hier nur die Basisstruktur eingeführt, die zugleich als Komplexitätsrahmen der Objektstruktur fungiert.

#### Modell einer verteilten komplexen Produktionsorganisation



Strukturgraph: Komplexitätstyp: Strukturzahl 4  
 3 Basissysteme (S1, S2, S4)  
 3 Vermittlungssysteme (S3, S5, S6) (Superadditivität)



Einige kurze Statements zum Status des Graphen:

Alle Kanten sind Systeme, die in sich dual organisiert sind.

Alle Knoten sind Schnittstellen mit der Bedeutung des Systemwechsels sowohl als Prozeß als auch als Objektstruktur.

E, F, V sind Basissysteme, d. h. die irreduzibel verschiedenen, qualitativen Objektstrukturbereiche und deren Realisierungsprozesse.

Die drei weiteren Systeme sind Vermittlungssysteme, sie schließen sich mit den Basissystemen zur in sich vollständig vermittelten Strukturgestalt zusammen (Superadditivität).

Alle Systeme haben einen Stellenwert, ihren Ortswert, der ihre systematische Position relativ zur geschlossenen Strukturgestalt angibt.

Die Stellenwerte sind die Indexe der Distribution und der Heterogenität der Systeme; sie ermöglichen die Unterscheidung von operativ geschlossenen Systemen und systemüberschreitenden Prozessen.

Systemüberschreitende Prozesse wechseln ihren Zustand, der sich aus dem Funktionswechsel (systemspezifisch) und dem Ortswertwechsel zusammensetzt.

Kein System kann alleine das Objekt definieren, realisieren oder gebrauchen; diese Handlungstypen sind über die Systeme distribuiert.

Kein Teil-System kann die Kooperation in ihrer verteilten Prozessualität koordinieren; sie muß als verteilte Prozeßstruktur implementiert werden.

Der Strukturgraph zeigt die Komplementarität von Objektstruktur und „Aufbauorganisation“; als Organisationsgraph entspricht er einem komplexen Objekttyp als seinem prozessualen Erzeugendensystem.

Position, Aufgabenstellung und Schnittstellendefinition eines jeden Systems lassen sich im Strukturzusammenhang bestimmen; der Komplexitätsgrad größer/gleich drei führt zu neuen Systemrelationen.

Eine zweite Strukturierungssystematik tritt zum komplexen Strukturgraphen durch Kontextsystembildung hinzu und regelt die Ausdifferenzierung von Gesichtspunkten und die Bewegungsverläufe (Transport, Information). (fehlt hier)

Zur Bedeutung des Prozeßstrukturgraphen als Produktionsmodell seien einige thesenhafte Aussagen angeführt:

Die über der Prozeßstruktur verteilter Systeme realisierbare Parallelarbeit unterscheidet sich von der zeitökonomischen Parallelisierung an sich linear angelegter Aufgabenfolgen. Die Systeme als qualitativ geschlossene Produktionsbereiche, arbeiten parallel als kreative Quellen der Produktdefinition und Realisierung. Voraussetzung dafür ist die Loslösung der Koordinierung der heute noch funktional gesehenen Arbeitsteilung von ihrer Orientierung an einem jeweils fixierten Produkttypen.

Das Modell als Rekonstruktion der Computerproduktion setzt die Quellen von Änderungen positiv als Quellen der Produktdefinition. Dies ist keine Strategie, um das Verhältnis von Produkttyp und Objektständen oder von Fertigung und Rotationen, Retouren verfahrensmäßig besser zu organisieren. Die Umorientierung der Organisation zu einem sich verändernden Produkt, sowohl als Typ als auch als individuelles Gerät steht vor der Alternative:

Übertragung des Flexibilitätskonzeptes aus der Fertigung auf die gesamte Produktion (just-in-time/kundenspezifisch)

oder

Betrachtung der Produktion als Kurations- und Realisierungskomplex, in dem die Produkte nicht als Telos der Arbeitsteilung dienen, sondern realisierbare Konstellationen aus der verteilten Produktion sind.

Die Perspektive, die sich für die Flexibilitätskonzeption aus der Übertragung in den Entwurf mit CAD und die erweiterte Fertigungsflexibilität mit CAM und ihre Integration durch CIM ergibt, hat sich bisher noch nicht von der Konzeption der Auftragssteuerung, des Entwicklungsauftrages, der Realisierungsfolge E, F usw., also von dem systematischen Zusammenhang von Außensteuerung und interner Abfolge gelöst.

Statt die innovative Bedeutung der CAx in Zweifel zu ziehen, geht es in dem Vergleich um eine radikale Reorganisation zur Befreiung der qualitativ verschiedenen Quellen der Innovation. Um eine Analyse der blocking points und um die strukturellen Bedingungen der Reorganisation.

Der zeitliche Aspekt der flexiblen computergestützten Produktion geht von einer Minimierung der Realisierungszeit aus, bis hin zur „augenblicklichen“ Erfüllung von Aufträgen. D. h. die Machbarkeit wird verfahrensmäßig und in strukturell/funktionalen Informationen vorgehalten, um auf einen Kundenwunsch zu reagieren. Die ganze Produktionsorganisation ist in ihrer Zielsetzung produktorientiert unter der zeitlichen Strukturierung als Realisierungsprozeß. Die Spezifizierung des Auftrags bedeutet relativ zu einer flexiblen Produktion kein sich verän-

derndes Produkt, sondern eine Variation in der Realisierung relativ zu einem medial aufbereiteten flexiblen Produkttyp. Der Außenbezug des Produktionssystems als Dienstleistung ist sicher nicht die Charakteristik einer zukunftsorientierten Produktion, sondern eine Art der Produktion für relativ einfache Produkte.

Die Zeitstruktur eines verteilten technologischen Erzeugungsmechanismus ergibt sich aus der Realisierbarkeit von Transfers struktureller und funktionaler Plan- und Prozeßpattern zwischen den Teilsystemen, die als verteilter Plan den Zeitpunkt ihrer Realisierung als Produkt aus der inneren Dynamik der Organisation gewinnt. Die Möglichkeit von einem Kalender des Weltmarktes rückwärts den Realisierungsplan aufzustellen, geht von einem im Prinzip fixen Produkttypen aus und davon, daß jemand einen Termin gesetzt hat.

Gegenüber dem zeitlichen Delta auf der starren äußeren Zeitachse gilt es, die qualitativen Deltas der Teilsysteme in ihrer primären zeitlichen Autonomie, in ihrer Parallelarbeit bezüglich der Definition und Realisierung von Produkten zu nutzen.

Der Zeithorizont dominiert bis heute auch die Konzeption der Parallelarbeit, die gleichzeitige parallele Ausführbarkeit von Rechenoperationen darf die eigentliche, syntaktische Zeitstruktur der linearen Operationenfolge nicht verletzen. Der Zeithorizont dient der planerischen Festlegung der Gleichzeitigkeit, er ist ein äußerliches Hilfsmittel des Planers, das Ergebnis der Untersuchung auf Parallelisierbarkeit läßt sich als Struktur des Rechenmediums und als Steuerungsprogramm umsetzen.

Die heutige Situation in der Computerproduktion bezüglich des Verhältnisses von syntaktischer Linearität und planerischen Zeithorizonten spiegelt die ambivalente Rolle der Zeithorizonte wieder. Einerseits werden sie zur übergreifenden Koordinierung der komplizierten Zusammenhänge benötigt und andererseits sind sie als Terminpläne der Produkterstellung der starre Rahmen, der die internen Zeitverläufe steuert.

Gerade zu dem Zeitpunkt, wo sich auf der Ebene der einzelnen Bereiche eine innere Zeitstruktur herausbildet (Entwicklung-Simulation, Prozeßrhythmen technischer Systeme, Prüfprozeß-Prüfprogramm usw.) und der Übergang zwischen den systematisch geschlossenen Bereichen keine zeitliche Kontinuität im strengen Sinne linearer Abfolge mehr ist bzw. diese als systeminterne Operativität erkennbar wird, die nicht für systemüberschreitende Prozesse gilt, verbindet sich die lineare Realisierungsfolge des klassischen Objektbegriffs mit dem planerischen Zeithorizont. Damit wird auf einer meta-planerischen Ebene ein sukzessiver Objekterstellungsschematismus vorgegeben, der längst durch die realen Prozesse bei komplexen Produkten faktisch widerlegt wird (→ 7).

Solange nicht wahrgenommen wird, daß mit den funktionalen Arbeitsbereichen zugleich das Objekt in seiner Definition über diese Bereiche als qualitative Strukturbereiche distribuiert ist, läßt sich die im Produktionsmodell intendierte Parallelarbeit nicht realisieren.

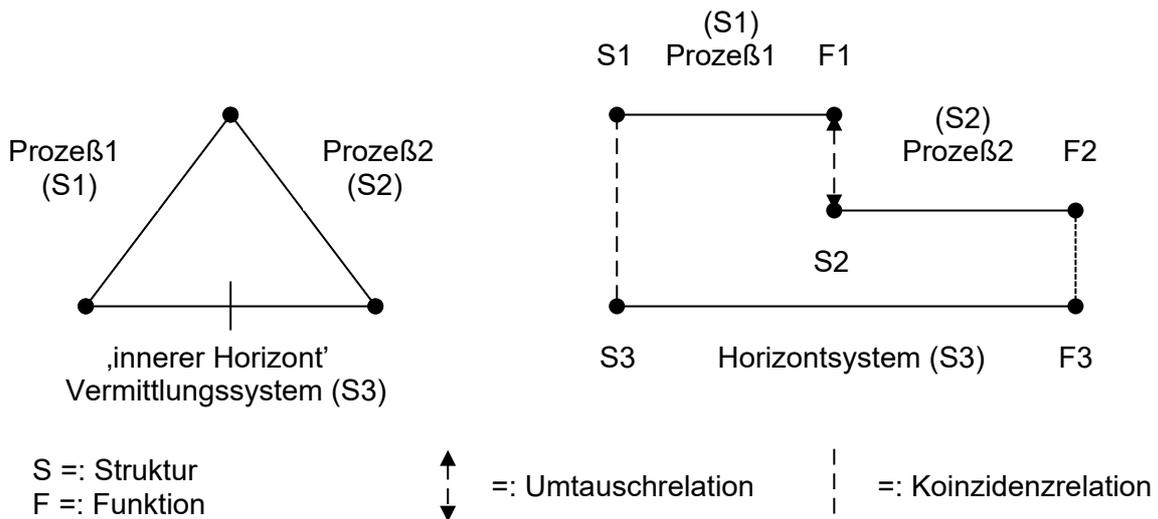
O b j e k t und Z e i t sind strukturell verwoben; nur ein komplexes, heterogenes Objekt hat eine Poly-Zeitigkeit als strukturell Bedingung der Möglichkeit seiner parallelen Bestimmbarkeit. Jedes System hat seine eigene Zeit, die in der Heterogenität der qualitativen Themen ihre strukturelle Quelle hat.

Eine organisatorische Vermittlung von Parallelarbeit muß allerdings über die Anerkennung oder Postulation von systemspezifischer Zeit hinaus gehen, es gilt vor allem den Unterschied prozessualer Zeitpattern zu der Funktion der Zeithorizonte im Rahmen von komplexen Prozeßstrukturen zu untersuchen.

Ein Prozeßstrukturgraph ist kein rein formeller Graph, der eine abstrakte zeitliche Unabhängigkeit oder Parallelität der Systeme annimmt. Jedes System hat aufgrund der Verteiltheit

intern eine eigene Zeit, die sich als eine lineare Zeitachse auffassen läßt, eine andere Zeitstruktur ergibt sich bei der Betrachtung systemübergreifender Prozesse im Zusammenhang der Systematik zwischen Basis- und Vermittlungssystemen.

Der Prozeßstrukturgraph, der zugleich als Distributionsrahmen der komplexen Objektstruktur entspricht, ist natürlich nicht gegen einen äußeren Zeithorizont definierbar oder kontrollierbar, noch ist er durch eine innere Zeit synchronisiert. An dem Vermittlungssystem (S3) lassen sich die Verhältnisse von Prozeß und Horizont in der geschlossenen Prozessstruktur zeigen.



Das vermittelnde System S(3) bildet den inneren Horizont, in den sich das Verhältnis der beiden prozessual autonomen Basissysteme inhaltlich und zeitlich darstellen kann. Der Ort des Horizontsystems entlastet die Orte der Basissysteme von ihrer unmittelbaren Orientierung an zeitlichen und inhaltlichen Zielsetzungen. Die Systeme orientieren sich vermittelt durch ihren koordinativen Horizont, den sie als ihre gemeinsame Umgebung haben. Die Basissysteme sind jeweils auf ihre kreativen Prozesse hin organisiert, die systemübergreifenden Prozesse transferieren Struktur- und Funktions-Bestimmungen aus einem System in das andere (→ 9).

Die Differenz, die diese Transfers übertragen, kann im zweiten System dessen Eigendynamik affizieren. Als Differenz, die nicht in finalen inhaltlichen Bestimmungen verfestigt wird, realisiert sie systemübergreifende Prozeßstrukturen, die mit der komplexen Objektstruktur verwoben sind. Eine stabile Phase wäre durch eine Konstellation gegeben, in der die Schnittstellenstruktur von beiden Systemen her zugleich erfüllbar ist, wodurch sich eine Objektstruktur realisieren läßt.

Da das Horizontsystem kein meta-planerisches Kommunikationsmedium ist, sondern operativ (über die Vermittlungsbedingungen) und strukturell (superadditiv) mit den beiden Basissystemen gekoppelt ist, übertragen sich durch die Prozessualität dieser Systeme veränderte Konstellationen in den Horizont und können dort in Kontrast zu den vorgängig festgelegten Vereinbarungen treten. Der Horizont ist also nicht nur konsensueller Bereich für eine Planungsphase, sondern durch die Koppelung auch der Ort, an dem sich paradoxe Situationen, sachliche und zeitliche Verschiebungen, Permutationen usw. abzeichnen, die durch eine planerische Reflexion durch die Basissysteme in eine neue strategische Horizontstruktur umgesetzt werden kann.

Dadurch wird der Horizont selbst ein dynamisches System, das in dem Zeitmechanismus der Prozeßstruktur seinen systematischen Ort hat. Der innere Zeitmechanismus läßt das

Problem „der immer kürzer werdenden Innovationszyklen“ auf eine nicht-instrumentelle und nicht an der Fertigungsökonomie (Zeitökonomie) orientierten Weise als ein Problem der Organisation der Kreativität erscheinen, als eine neue Aufgabe der Organisation der Produktion. Die Struktur dieser Produktion oder Arbeitsteilung ist in ihrer noch wenig erforschten Zeitproblematik, aus dem Zusammenhang von Verteilung und Komplexität zu entwickeln.

## **7 PARALLELARBEIT UND INNOVATIONS-DYNAMIK**

### **Strukturanalyse von PEP („Prozeßablauf zur Erstellung von Hardware-Produkten“)**

Betrachtet man den „Prozessablauf“ PEP, so zeigt sich, daß in allen Phasen Bestimmungen aus den verschiedenen Bereichen vorgesehen sind. Es ist daher notwendig durch eine Analyse den strukturtheoretischen Zusammenhang zu rekonstruieren, um durch Vergleich mit dem Modell einer komplexen, distribuierten Objekttheorie die Konsequenzen für eine ihr entsprechende Prozessablauf-Konzeption zu untersuchen.

Als verschiedene Schichten sind in PEP wirksam:

Organisatorische Ebene mit den Bereichen E, F, V  
Objektorientierter Realisierungsablauf (Planung, Entwicklung, Erprobung, Produktion, Einsatz)

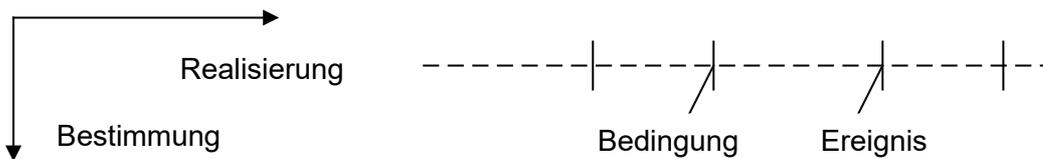
Im Unterschied zum traditionellen Zusammenhang von Aufbau- und Ablauforganisation, in denen die Phasen der Realisierung den Bereichen zugeordnet waren, in der die Zielsetzung durch V hierarchisch den Konkretisierungsbereich E und F übergeordnet war und E als Plan der materiellen Realisierung F vorausging, zeigt sich in PEP eine Art von Parallelität. Diese Parallelität in der Definition des Produktes durch alle Bereiche in jeder Ablaufphase ist nicht mehr mit der informellen und personell getragenen Abstimmung im institutionellen Rahmen zu vergleichen. Der alte institutionelle Rahmen hatte seinem Objekttyp entsprochen. Was sich jetzt ereignet, ist das Wiederauftauchen des Objektes als expliziter Strukturrahmen, der sich seinem alten institutionellen Organisationsrahmen überlagert.

Als Voraussetzungen bzw. Möglichkeiten und Notwendigkeiten dieser Verdoppelung zählen u. a. die rein logisch-mathematische Definierbarkeit der Maschine, womit der frühere Zusammenhang durch die Physik entfällt, d. h. Definierbarkeit und materielle Realisierbarkeit fallen systematisch auseinander. Weiter die Verlagerung der Kompliziertheit auf Prozesse anstatt der funktionalen Abläufe, materielle Strukturbildung und Verkettung sowie Transformationen im Bereich der Daten, wodurch sich im Medium des neuen Maschinentyps Computer ein Wechsel der organisatorischen Realisierung vollzieht, der die institutionelle Organisation mit der einzigen operativen Realisierungsinstanz, den Menschen, unterläuft etc. (→ 12).

Bevor wir darstellen, wie sich Entwicklungen positiv aufnehmen lassen, wollen wir den Charakter der Parallelität betrachten. Das Grundschema, gegen das sie sich zeigt, ist ein produktorientierter linearer Ablaufprozess. Durch die definitorischen Kontrollpunkte der Meilensteine, die jede Phase abschließen und Bedingung des Anfangs der nächsten Phase sind, wird das abstrakte Schema der zeitlichen Sukzession als Ordnungsprinzip eingeführt, das die Eindeutigkeit der Objektbestimmung garantieren soll. Die produktorientierten Prozeßphasen (Planung, Entwicklung, Erprobung, Produktfreigabe, Einsatz) stimmen in ihrer Folge nicht mit den Tätigkeiten der Bereiche Entwicklung, Fertigung, Vertrieb überein, weshalb sich jetzt im Prozessablauf deren Bestimmungsaufgaben parallel je Phase ergeben.

Nicht mehr Definition und Realisierung stehen systematisch in einer Folge, sie sind sowohl parallel als auch im Verlauf gemischt und werden über eine abstraktere Bedingungs / Ereignis-

nis-Folge koordiniert.



Die Benennung der Ablaufphasen bezieht sich nur noch pragmatisch auf den klassischen Objektbegriff, im Unterschied zu einer systematischen Entsprechung in der traditionellen Organisationsstruktur. Dagegen setzt PEP explizit und rigoros die Grundstruktur, sozusagen die Syntax des Objektbegriffs, die Eindeutigkeit der Bestimmung durch alle Bereiche und alle Phasen. Diese Überlagerung der immer stärker prozessual und autonom agierenden Bereiche mit einem objektorientierten Koordinationsschema hat eine nicht sehr starke Position. Als Ablaufschema einer sukzessiven, eindeutigen Objektbestimmung/Realisierung ist es ja nicht auf der Ebene der realen Bestimmungsprozesse implementiert, sondern auf einer organisatorischen Kontrollebene. Auch wenn die inhaltlichen Festlegungen der Meilensteine und Schritte sich auf Prozeßbeherrschung, Programmerstellung usw. bezieht, ist es die Objektintention des Schemas, die alle Prozesse, alle Schnittstellen auf fixe Resultate reduziert, um rückwirkend über eine Kontrollstruktur die Zusammenarbeit der Bereiche auf die Kontinuität eines als gemeinsame Zielsetzung verstandenen Objektaufbaues zu verpflichten. In dieser Differenz (Objekt/Prozeß) der beiden Ebenen bleibt das konstitutive Verhältnis von Objekt und Prozeß verdeckt und seine Ungelöstheit bricht in beiden Ebenen als Störung usw. hervor.

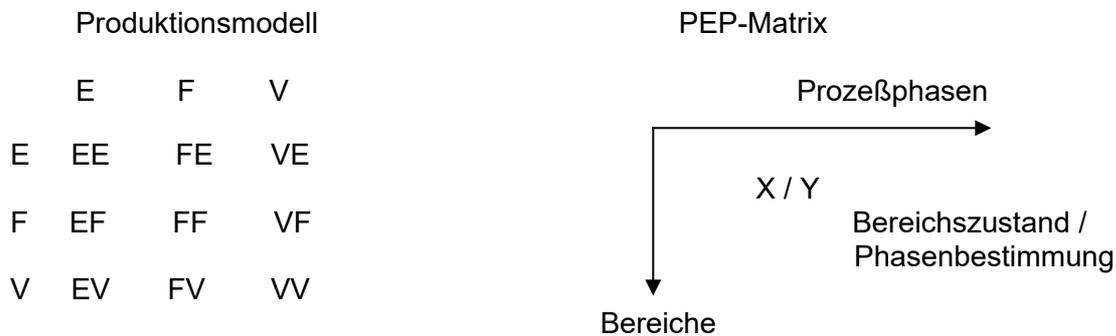
Fragen wir nun nach der Bedeutung der Parallelität der Bestimmungen durch die einzelnen Bereiche E, F, V, Q so erscheint sie in dem netzplanartigen Schema als zeitlich in einer gleichen Phase zu realisierende Aufgabenverteilung. Die Problematik des planerischen Einsatzes der objektorientierten Netzplantechnik im Bereich der Elektronik mit ihrer immer mehr ins Fließen geratenden Objektstruktur zeigt sich an dem regen Änderungsgeschehen, das die im Ablaufschema als stabil definierten Zustände immer wieder auflöst. Die sich daraus ergebende faktische Parallelität der Ablaufphasen, gegen die Sukzession des PEP-Schemas, die durch die Wiederholung der Phasen in neuer Konstellation erzeugt wird, bringt uns genau an den Punkt, nach dem Zustand des Objektes auf der Ebene seiner realen Definition zu fragen.

Diese Definition realisiert sich aus den Beiträgen der Bereiche E, F, V, Q deren organisatorischer Zusammenhang noch aus dem alten Realisierungskonzept stammt, was sich in der Dominanz der Bereiche im PEP-Ablauf zeigt. Die Parallelität der Beiträge durch jeden Bereich je Phase führt dazu, daß sich die Definitionsleistungen in jedem Bereich über eine Zustandsfolge aufgliedern, die dem abstrakten Phasenablauf entsprechen. Die Bereichsbildung, die ihre Begründung in den Realisierungsmodi des eindeutigen Objektes hatte, war in sich jeweils dichotom gegliedert im Sinne von Aufgabe/Realisierung, Idee/Konkretisierung etc. und konnte sich so in eine lineare oder hierarchische Folge einfügen. Die eindeutige Objektdefinition erlaubte eine abstrakte Verkettung der Bereiche, abstrakt heißt die Identität von Objekt oder Teil unabhängig von der Verkettung bzw. den verketteten Nachbaranteilen und das entsprechende gilt für Funktionen.

Gegen diese Evidenz der objektorientierten Praxis und wissenschaftlichen Ökonomie, soll die faktische Situation der Parallelität gehalten werden.

Die Ökonomie der Zerlegbarkeit (Dekomposition, Modularität, Substituierbarkeit) die auf der Eindeutigkeit und Kontextunabhängigkeit wird durch eine neue Bedeutung von Fehlern, nicht-Definiertheit, Umgebungswechsel usw. abgegriffen.

Auf einer abstrakten Ebene, die hier nur zu Darstellungszwecken dient, könnte man einen Vergleich anstellen zwischen dem polykontexturalen Objektstrukturschema und einer schematisierten PEP-Matrix:



Völlig unabhängig von der Unvergleichbarkeit der Bedeutungen, das eine ist eine reine Objektstrukturtheorie, während die Matrix die verschiedensten Kategorien umfaßt, tritt in PEP eine Parallelität der Bereiche auf, die durch die Gegenüberstellung mit dem Modell als ein Ansatzpunkt für eine grundlegende Erweiterung des Objektbegriffes gesehen werden kann. Die Erweiterung ergibt sich nicht von selbst, sie steht in keiner konzeptionellen Kontinuität, jedoch gibt die Praxis eine Anknüpfungsmöglichkeit.

Der entscheidende Schritt besteht darin, die sich gegen einen zeitlichen Ablauf zeigende Parallelität der Bestimmungen durch die verschiedenen Bereiche primär zu setzen und die Objektstruktur vor jeder Prozessualität als über diese Bereiche distribuiert zu betrachten. Bereiche sind auf dieser Ebene nicht als organisatorische Bereiche zu betrachten, sondern als Qualitäten, die irreduzibel und konstitutiv zur Objektbestimmung sind.

Die Anzahl der Qualitäten bestimmt den komplexen Strukturtyp des Objektes, seine Strukturzahl. Der operative Begriff der Qualität, die Kontextur ist nur im Zusammenhang einer Vielheit wirksam, also einer Theorie der Polykontexturalität.

Die Technik wird heute durch einen monokontexturalen Objektbegriff zunehmend in ihrer Entfaltung eingeeengt und das Operieren mit diesem Begriff führt in der Produktionspraxis zu immer mehr paradoxalen Situationen oder unbeherrschbaren Prozessen. In dem Begriff der Monokontextur ist strukturtheoretisch die Kontinuität vom klassischen Objektbegriff als Substanz/Attribut-Schema zu den heutigen technischen Konstrukten mit ihren systematischen Homogenitäten der Funktion, der Steuerung, der Algorithmen, der Information usw. ausgedrückt.

Die Grundidee eines technischen Produktes ist daher immer noch die materielle Realisierung eines eindeutigen Funktionsverlaufes der relativ zu einer Gebrauchsumgebung ein reproduzierbares Leistungsverhältnis hat. Dabei ist die Einbeziehung der Gebrauchssituation keine konzeptionelle, da die Grundidee postuliert, daß die Übersetzung des Zweckes in die technische Funktion das Produkt für jeden ihm entsprechenden Gebrauchskontext seinen Zweck erfüllt, also diese Kontexte in die Produktdefinition nicht eingehen. (Auf das Problem, wie die Verdoppelung von HW/SW tendenziell die technische Produktidee auflöst, gehen wir an anderer Stelle ein, s. Verteilte Systeme...).

Eine wesentliche Motivation für die Einführung der PV-R und von PEP als Rahmenregelung war die Verkürzung der Entwicklungs- und Realisierungszeit. Unter diesem Aspekt erscheint eine möglichst parallele Abwicklung bisher nacheinander folgender Etappen sinnvoll, wie dies auch nach dem modularen Prozeßlinienkonzept (entwickeln, überleiten, fertigen) geplant ist. Die wichtige Rolle des Know-How-Tranfers in der Prozeßlinienkonzeption steht ja

auch in PEP als ein Hintergrund für die parallelen Schritte je Prozeßphase. Wir wollen nun versuchen den Zusammenhang zwischen Objektstruktur, Zeitstruktur und Transfers herzustellen.

Nach der Struktur von PEP erscheinen Transfers nur als Ergebnisse, in Form von Festlegungen, wie für alle sonstigen Schritte aus den verschiedensten Bereichen und Tätigkeitstypen. Da PEP ja ein Rahmen der Koordination ist, stellt sich die Frage, ob die objektorientierten Prozessphasen als Strukturierung der sonst nur in Aufbau- und Qualitätssicherungsschritten unterschiedenen Festlegungen in einer dynamischen Weise wirksam werden kann. Wenn wir von „dynamisch“ sprechen, so meinen wir eine prozessuale Verkettung von Bereichen bezüglich ihres Zusammenhanges. Beziehen sich also die einzelnen Bereiche auf die Phasen (Planung, Entwicklung, Erprobung, Produktfreigabe, Einsatz) als zeitliche Folge der Objekterstellung, so ist klar, daß diese Zeit als Sukzession von Schritten und Meilensteinen bezüglich der Koordination oder Kooperation keine Dynamik ermöglicht. Was bleibt, ist die Terminierung als gegen den Prozeßverlauf äußerlicher Zeithorizont, wie er für Kontrolle, Steuerung, aber eben auch Koordination üblich ist.

Die „Koordinationszustände“ für die einzelnen Bereiche entstehen aus der Verteilung der Schwerpunkte der Aufgaben über die Prozeßphasen nach der traditionellen Realisierungsfolge (E, F, V). Gegen diese zeitliche Abfolge der „eigentlichen“ Aufgaben, ergeben sich für die Bedeutung der Tätigkeiten der Bereiche in den anderen Phasen - aus der Verbindung mit dem zeitlichen vor und nach - sekundäre „Zustände“, Vorbedingungen, Vorabfestlegung, Vorinformation, verantwortlich bleiben usw. D. h. die parallele Verteilung der „Zustände“ je Phase ist von der Intensität oder der „Konkretheit“, der Betroffenheit und Verantwortlichkeit sehr ungleich und vor allem sind diese „Zustände“ in der Parallelität nicht aufeinander bezogen.

Die institutionelle Rolle der Produktverantwortlichen, wie sie in der PV-R eingeführt wird, hat wesentlich diese fehlende Dynamik zu ersetzen.

Die inhaltliche Beschreibung der Schritte ersetzt nicht, was wir mit der fehlenden dynamischen Verknüpfung der parallelen „Zustände“ ansprechen. Die Beschreibungen in PEP, wenn sie Schnittstellen betreffen oder Transfers, betrachten diese immer auf ihre inhaltliche Fixierung. Die Schnittstelle wird als konstanter Zusammenhang und der Transfer als Resultat behandelt.

Was eine dynamische Kooperation leisten muß, ist ein neues Verhältnis einzuführen zwischen „Zuständen“ und Inhalten. Solange der Unterschied der inhaltlich bestimmten Bereiche sich an der strukturellen Grundkonzeption der sukzessiven Realisierung eines identischen Objektes orientiert, wird durch beide Struktureigenschaften der Sukzession und der Identität (die systematisch zusammen gehören) keine Dynamik möglich sein, die die Tätigkeiten der Bereiche in ihrer Prozessualität koordiniert. Diese These hat ihre Bedeutung vor allem auch angesichts der Tatsache, daß die Vorstellungen von computerintegrierter Produktion auf ihrem kontinuierlichen Weg der Verfahrensbildung für alle Bereiche wohl eine dynamische Verkettung unterstellt, die systematischen Voraussetzungen dafür aber nicht überprüft hat.

Die These lautet also positiv gewendet:

***Voraussetzung für eine dynamische Verkettung von Prozessen ist ein Objektbegriff, derüber mindestens drei Qualitätsbereiche verteilt ist.***

Nur so kann sich die Verkettung von Prozessen an den Schnittstellen von der Fixierung eines invarianten, für alle Qualitätsbereiche (Kontexturen) gleichen Gegenstandes lösen. Die Realisierungsfolge (E F V) wird aus ihrem linearen, sukzessiven Zusammenhang gelöst und in eine Heterogenität dreier Qualitätsbereiche transformiert, aus denen sich die Objektstruk-

tur bestimmt.

	E	F	V
E	EE	FE	VE
F	EF	FF	VF
V	EV	FV	VV

Dieses drei-kontexturale Objekt- bzw. Produktstrukturschema bringt nun eine Parallelität ins Spiel, die konstitutiv für die Produktdefinition ist. D. h. im Objektbegriff selbst ist strukturell die verteilte Definition angelegt und damit zugleich auch die Koordination als Möglichkeit. Hier liegt der Ansatzpunkt zu einer Schnittstellenkonzeption, durch die dynamische Kopplung realisiert und an der Entscheidungssituationen lokalisiert werden können. (Auf das Problem überhaupt wieder Entscheidungen wirksam zu platzieren, gehen wir an anderer Stelle ein.)

Koordination bedeutet jetzt nicht mehr Abstimmung auf einen gemeinsamen Inhalt oder Zeithorizont, sondern die Mit-Bestimmung der Definition je Bereich durch die Betrachtung der Verhältnisse zwischen Nachbardefinitionen. Noch vor jeder Frage der Auswirkung für eine Entscheidung in der Definition durch die Betrachtung der Verhältnisse ist die Möglichkeit und der Spielraum der Koordination in der Objektstruktur angelegt. Sie ist also nicht auf einer sekundären Ebene der Arbeitsorganisation, ökonomischer Verfahrensprinzipien oder heuristischer Methoden angesiedelt.

Die Konzeption des Objektes als Schnittpunkt von Kontexturen zeigt sich in der Objektstrukturbeschreibung als eine Spiegelung aller Bereiche in jedem Bereich, wodurch es eine Art von **doppelter Parallelität** gibt.

Die Darstellung dieser doppelten Parallelität in der Matrix des Objektstrukturschemas zeigt den vollständigen Möglichkeitsraum und die strukturierte Komplementarität von Bestimmung je Bereich und Betrachtung der Verhältnisse (Schnittstellen, s. dazu auch: Das komplexe Objekt... (→ 8)).

Jeder Bereich reflektiert in sich seinen Zusammenhang

z. B. EE	, jedes Verhältnis reflektiert die Struktur	z.B. EE - FF
EF	der Koordination als Schnittstellen	EF - FE
EV		EV - FV

In dieser komplementären Verschränkung von Bestimmung je Bereich und Koordination liegt die Bedingung der Möglichkeit einer „Dynamisierung“ von Prozeßverkopplungen. Dazu müssen die Begriffe und Methoden der Verfahrensbildung, der Prozeßgestaltung usw. über dieser Basis oder jetzt genauer gesagt, über diesem Strukturnetz reorganisiert werden. Wir gehen an anderen Stellen im Text auf verschiedene Aufgaben dieser Art ein.

## **8 DAS KOMPLEXE OBJEKT ORIENTIERT DIE PRODUKTION AUF DIE ORGANISATION DER KREATIVEN ARBEIT**

In dem drei-kontexturalen Produktionsmodell (E, F, V) soll ein Objektdefinitionsschema gezeigt werden, das in Vergleich mit dem Objektdefinitionsplan PEP (Prozeßablauf zur Erstellung von Hardware-Produkten) ein prinzipiell anderes Verhältnis von Definition und Realisierung einführt.

In der Objektstruktur des Modells (E, F, V) wird das Objekt als Produktionsobjekt bestimmt. Als Redefinition (Dekonstruktion) des Produktbegriffes hat es mit diesem gemeinsam, daß

das Funktionskonzept des Produktes (Eindeutigkeit, linearer Ablauf) klassisch bleibt, es wird durch die Entwicklung definiert und daß der Gebrauchskontext der Produktfunktion diese nicht tangiert. Diese beiden Bestimmungen gehören bisher zur definitorischen Abgeschlossenheit des Produktes, bevor es als Ware auf den Markt geht.

Wenn wir hier in der Modellierung die genannten Einschränkungen machen, so liegt dies an der Zielsetzung, aus der minimalen komplexen Strukturzahl drei für die aktuell geübte Praxis der Produktion den möglichen Gewinn anzugeben und in der Vergleichsmöglichkeit zu konkretisieren. Es soll hier aber wenigstens auf die viel weiter reichenden Konsequenzen für in sich komplex funktionierende Maschinen hingewiesen werden.

Der eindeutige Objektbegriff, der allen heutigen Definitionsverfahren zugrunde liegt, betrachtet die Objektbestimmung zwischen Entwurf und Fertigung unter dem Aspekt der sukzessiven Konkretisierung zur Realisierung. Die Idee eines Objektes, dessen Identität die Kontinuität über die Bestimmungsphasen (V, E, F) aufrechterhält, bestimmt das Objekt nicht aus seinem Erzeugungszusammenhang, sondern umgekehrt den Erzeugungszusammenhang als eine sukzessive Abfolge von Realisierungsphasen.

Im Gegensatz zu dieser ideellen Objektkonzeption geht die polykontexturale Objekttheorie davon aus, daß eine Objektdefinition sich nur aus dem Strukturrahmen der erzeugenden Teilsysteme gewinnen läßt. In unserem Produktionsmodell EFV stehen die drei Teilsysteme bezüglich der Objektdefinition nicht in einer Realisierungsabfolge, sondern das Objekt steht im Schnittpunkt der drei Bestimmungsbereiche (Kontexturen).

Da diese Bestimmungsbereiche zugleich wirksam sind, ergibt sich für das allgemeine Bestimmungsschema der Objektstruktur eine Auflösung der Definition in Haupt- und Mitbestimmungen. Je Kontextur fungieren alle anderen Kontexturen im Aufbau einer tabularen Strukturbeschreibung.

$$\begin{array}{ccc}
 EE & FE & VE \\
 EF & FF & VF \\
 EV & FV & VV
 \end{array}
 \quad (\rightarrow 13)$$

Relativ zu diesem kombinatorisch vollständigen Schema bedeutet die Definition eines konkreten drei-kontexturalen Objektes die Selektion einer Doppelbestimmung (Tupel) je Bereich für das Tripel der Bestimmungen einer komplexen Objektstrukturklasse. Jede weitere Konkretisierung oder Realisierung vollzieht sich in dem durch die Anzahl der Bereiche bestimmten Rahmen der Komplexität des Objektes, der als Bedingung der Möglichkeit der Definition deren strukturelle Invarianz bildet.

In der zur Objekttheorie komplementären Betrachtung der Prozesse zeigt sich, daß die „Identität“ einer komplexen Organisation als Invarianz des Komplexitätsrahmens zu verstehen ist, d. h. Invarianz bei wechselnder Struktur der Prozesse (Autopoiesis). Der alte institutionelle Identitätsbegriff, der auf eine Zwecksetzung bzw. eine Zielorientierung gründet, hängt von der klassischen Objektkonzeption ab und wird mit deren Auflösung in den Invarianzbegriff übergeführt, in dem Objekt und Prozeß im Rahmen einer Komplexitätstheorie vermittelt werden. Analog zum Übergang von der Orientierung am Produkt, zur Wiederholungsstruktur seines verketteten Fertigungsprozesses, wird hier von den Prozessen zu einer Rahmenstruktur ihrer Verkettung übergegangen. Objekt und Prozeß sind über diese Rahmenstruktur verteilt (distribuiert).

Beispiel einer Objektdefinition durch Bestimmung ihrer Strukturklasse ist

$$(EV, FF, VF)$$

,d. h. die Objektstruktur bestimmt sich aus den Bereichen ihrer Produktion als industrielles

Objekt. Diese intensionale Bestimmung wird als Konstellation deutlich, wenn man sie im vollständigen Schema hervorhebt.

T1:            EE    FE    VE  
                  EF   (FF) (VF)  
                  (EV) FV    VV

Zur Unterscheidung von der Systematik eines morphologischen Schemas, mit dem es die kombinatorische Vollständigkeit gemeinsam hat, soll die Heterogenität der Definitionsbereiche (E, F, V) über die Schnittstellenproblematik dargestellt werden. Die Schnittstellen der Bereichswechsel für die Objektbestimmung haben prinzipiell so viele Dimensionen wie es Bereiche gibt, im drei-kontexturalen Modell also drei. Unter dem Gesichtspunkt des Bereichswechsels gruppieren sich die Tripel zur Grundstruktur der Schnittstellen um:

T2:            EE - (FF)    (FF) – VV    EE – VV            Systemwechsel  
                  EF - FE            FV - (VF)    (EV) – VE            Dualität, Inversion  
                  (EV) – FV            FE - VE    EF - (VF)            Invarianz

Die je Bereich und damit für das Gesamtsysteme dreidimensionale Bestimmungsstruktur bzw. Informationsstruktur wird bei jedem Bereichswechsel gemäß der jeweiligen aktualisierten Schnittstellenverhältnisse transformiert. Für die Transformationen müssen natürlich in Abhängigkeit von den Strukturen und Prozessen in den Bereichen konkrete Regeln gefunden werden. Hier geht es erst einmal darum zu zeigen, daß die komplexe Struktur der Objektbestimmung an den Schnittstellen nicht mehr über einen invarianten Informationstransfer vermittelt wird, sondern die Schnittstelle als Übergang eine Transformation bedeutet.

Auf den Unterschied zu den Transformationen, die in Konzeptionen von CAD, CAE usw. auftreten, muß man detaillierter eingehen, jedoch läßt sich feststellen, daß der Mechanismus der Transformation auf der Identität des Objektes basiert. Die Transformation bezieht sich nur auf den Wechsel des Realisierungsmediums, als Plan oder Maschine. Aus dem Wechsel zwischen Struktur und Prozeß ist der Objektbegriff herausgehalten. Seine Identität spielt die Rolle des Telos als Invariante, die die Transformation regelt.

Als weitere kurze Anmerkung verweisen wir auf die Konzeption objektorientierter Sprachen. Auf der Ebene, auf der wir hier den Objektbegriff entwickeln, ist es hinreichend darauf hinzuweisen, daß alle Objekte dieser Sprachen zu der einen und obersten Klasse der Objekt gehören. Diese Homogenität des Objektbegriffs vererbt sich und komplettiert sich über das am Informationsfluß orientierte Nachrichtenkonzept.

Die Charakterisierung der Matrix als doppelte Parallelität und die komplementäre Verschränkung von Bestimmung je Bereich und Koordination ( $\rightarrow 7$ ), müssen weiter entwickelt werden, um zu einer konkreteren Einsicht in den Prozeß einer verteilten Strukturdefinition zu kommen.

Es sind vier Strukturpattern und deren Zusammenspiel zu betrachten:

1. die Matrix
2. die Objektstrukturklasse
3. die Grundstruktur der Schnittstellen
4. der Transfertyp

Das Verhältnis von Objektklasse und Matrix ist das einer Konkretion der intensionalen Objektstruktur. Die Strukturklasse spezifiziert im Rahmen der Komplexität die Verschränkung der Bestimmungen, d. h. jeder Bereich (Qualität) spiegelt in der zweiten Qualität die domi-

nante Überlagerung innerhalb der Verbundqualität (der komplexen Qualität aus n Elementarqualitäten). In unserem Beispiel (EV, FF, VF) bedeutet EV, das Objekt als Entwicklungsobjekt intendiert seine Qualität als Vertriebsobjekt mit. Das Vertriebsobjekt in der tabularen Struktur als Basisqualität V ist von F mitbestimmt und durch sich selbst.

In dieser Doppelbestimmung reflektiert sich die Grundkonzeption, daß sich die Basisqualitäten aus ihrem Verbund definieren, sie sind nicht isoliert bestimmt und abstrakt verkettet. In der Notation (E, F, V) zeigt sich die Komplementarität oder Verschränkung von Denotation und Konnotation in der intensionalen Struktur nicht explizit. Dagegen notiert (EV, FF, VV) als geschlossene reflexive Objektstruktur gelesen: Ändert sich VF zu VV, so ändern sich auch die Bedeutung von EV und FF. (Die Kenogrammatik liefert die Grundlage für diesen reflexiven Zeichengebrauch).

Inhaltlich diskutiert könnte der Wechsel zu VV bedeuten, daß die Produktdefinition des Vertriebes sich von dem Fertigungsaspekt löst und seine eigene Produktqualität „verstärkt“ durch reflexive Verdoppelung. Der Vertriebsaspekt des Entwicklungsobjektes gewinnt dadurch einen veränderten Sinn, seine „Konnotation“ oder sein Wiederholungsverhältnis zu VV ändern seine „Denotation“. In der Tupelnotation (EE, EF, EV) wird die komplexe „Denotation“ von E als solche betrachtet, die sich in der Objektstrukturklasse (EV, FF, VV) mit den anderen komplexen „Denotationen“ zu einer konkreten intensionalen Konstellation zusammenfügen, in der sich beide Begriffe in einer Wiederholungsstruktur distribuieren (Vervielfältigen: z. B. 3 Konnotationsverhältnisse (E./F., F./V., E./V.) und eine geschlossene Struktur bilden.

Aus diesem Zusammenhang ergeben sich für eine prozessuale Betrachtung von verteilten Definitionen interessante Konsequenzen.

Phase I (EV, FF, VF)  
Phase II (EV, FF, VV)

Jede basale Qualität bzw. Objektkategorie (E, F, V) ist strukturell gleichwertig, was für das Verfahren diese Bereiche zu parallelen, simultanen, kooperativen oder konkurrenten Quellen der Definition macht. Also nicht nur die Definitionsprozesse sind verteilt sondern das Objekt, seine Notation, sein Plan.

Interpretiert man den Wechsel von VF zu VV als eine Entscheidung des Vertriebs, so verändert diese Entscheidung die Bedeutungen der beiden anderen Teildefinitionen. Dies kann in der nächsten Phase zu einer durch die neue Konstellation ausgelösten Entscheidung bei F führen, das seine Definition von FF zu FE verändert.

Der Prozeß zur Objektstruktur (EV, FE, VV) als Folge zweier über der kategorialen Struktur verteilter Entscheidungen bewirkte auch eine zweifache Bedeutungsverschiebung für EV. Jeder Qualitätsbereich als Quelle der Bestimmung ist aufgrund der reflexiven Geschlossenheit der Struktur auf zwei Weisen aktiv, einmal als Setzung oder Wechsel der Setzung am Ort, was sich als Entscheidung relativ zur Matrix als systematische Möglichkeit und relativ zur Objektklasse als Strukturänderung zeigt. Die zweite Aktivität ist die Realisierung der Bedeutungsverschiebung am Ort durch die Änderung der Umgebung innerhalb der Struktur.

Die Bedeutung dieser Art von Re-Definition im Definitionsverlauf, die ja in der reflexiven Objektstruktur fundiert ist, kann auf einer Ebene der Handlung in Relation zur Entscheidung als eine Art aktive Akzeptierung gesehen werden. Diese Doppelbewegung von Entscheidung und Akzeptanz sowie die Umkehrbarkeit dieser Rollen innerhalb dieses komplexen Strukturrahmens hat sowohl für die Teilung der Verantwortung als auch die Kooperation in der verteilten Realisierung Konsequenzen.

## 9 DIE POST-INSTITUTIONELLE PRODUKTION ALS KNÜPFUNG UND ÜBERLAGERUNG VON PRODUKTIONSNETZEN

Vom Strukturtyp her ist die verteilte Produktion eine post-institutionelle Produktion. Man muß sich daher von der Interpretation als Reorganisationsmodell für ein Werk oder ein Unternehmen lösen, um die neuen Freiheitsgrade der Realisierung von Produktionsprozeßstrukturen zu erkennen.

Durch die Doppelfunktion als Objektstruktur und Prozeßstruktur der Erzeugung, läßt sich zu einem Produktstrukturtypen das Netz der Prozeßstruktur frei über möglichen Trägern der Teilsysteme-Funktionen knüpfen. Oder umgekehrt kann die Verknüpfung von Systemen zu einer konkreten Prozeßstruktur zur Realisierung neuer Produkte führen. Der Unterschied zur Praxis von Arbeitsgemeinschaften, Großprojekten, Lieferantennetzen usw. soll hier unter dem Aspekt der „institutionellen“ Verfassung der Träger verteilter Produktion diskutiert werden.

Der Leistungsmodus heutiger ökonomischer Institutionen ist immer auf eine in sich abgeschlossene Einheit bezogen, als Produkt, Teil, Plan, Dienstleistung usw. Die Grenzbildung der Institution ist auf einen Austausch solcher Resultate angelegt, d. h. die Verknüpfung mit anderen Institutionen geht über diesen Austausch oder bei Kooperation über eine funktionale oder modulare Aufteilung, die wir an anderem Ort in ihrer Zugehörigkeit zur Systematik einer homogenen Objektkonzeption untersucht haben.

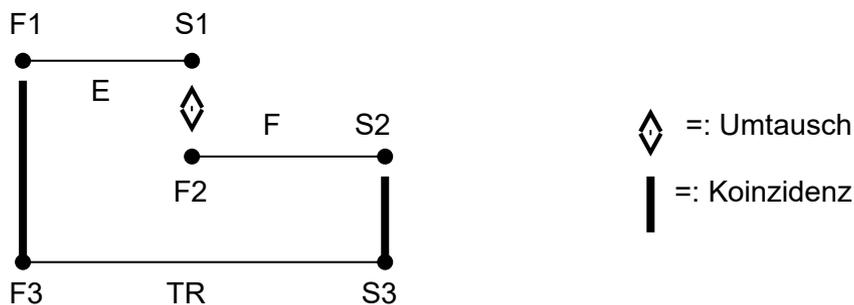
Mit diesen Eigenschaften einer Institution ist sie strukturell nicht in der Lage als Teilsystem in einem Produktionsnetz zu fungieren. Die Netze als Prozeßstrukturen sind nur solange existent, als eine Kooperation „geschaltet“ ist, sie sind die virtuellen Werke und jedes produktive System kann zu mehreren solcher Netze gehören. Die Eigenschaften von Systemen, die sich auch zu Netzen unterschiedlicher Komplexität verknüpfen können, ergeben sich primär aus einer neuen Bedeutung des Grenzbegriffes im Zusammenhang einer Entsubstantialisierung, die der Entinstitutionalisierung entspricht.

Das Medium, in dem sich ein produktives System aus seiner Institutions-, Substanz- oder moderner, Funktion/Produkt-Struktur herausdreht in ein in sich dual organisiertes und prozessual geschlossenes System sind natürlich Maschinen. Bisher ist dieser Prozeß des Herausdrehens eingebettet in den alten institutionellen Rahmen und spielt sich als Positionswechsel von Maschinen und zwischen Mensch und Maschine ab. In der hierarchischen Zuordnung von Informationsverarbeitung und materieller Verarbeitung übernahm der Computer nur institutionelle verwaltende und steuernde Aufgaben. Die so entstandenen Verfahren haben bis heute in ihrer Struktur das alte Außenverhältnis von Mengen, Terminen, Aufträgen usw. Der Dreh aus der Hierarchie in die Dualität von Positionen kann sich in der Technik als Medium nicht mehr über die substanzorientierte Unterscheidung von Materie und Information realisieren. So werden etwa die alten dualen Begriffe von Struktur und Funktion in das prozessuale Medium des Computers übertragen und strukturieren dort systematisch z. B. den Entwicklungsbereich in CAD Strukturentwurf und Computersimulation der Funktion, dadurch schließt sich die Thematik des logischen Entwurfs als dualer Arbeitsprozeß.

Der Transfer zwischen den dualen Positionen ist damit keine einfache Modellierung, sondern erst mal zumindest unter Einbezug der Mensch-Maschine-Kommunikation ein Prozeß der gegenseitigen Ko-Reaktion. Diese interne prozessuale Basisstruktur löst das System von einer unmittelbaren Produkt- oder Funktionsorientierung. Es bleibt so einerseits durch die inhaltliche Thematik Träger seines Know-Hows, seine Grenze als System bestimmt sich jetzt aber dadurch, daß es prozessual geschlossen ist und zugleich ein Teilsystem einer Prozeßstruktur. Da die Bedeutung der verteilten Prozeßstruktur eine verteilte Objektstruktur impliziert, erhält die Konkretisierung einer Teilstruktur trotz ihrer systematischen, prozessualen

und qualitativ strukturellen Selbständigkeit ihre Orientierung aus der Ko-Realisierbarkeit der komplexen Objektstruktur. Bis heute herrscht die Ansicht, daß diese verschiedenen strukturellen Objektschichten als Einschränkungen, Bedingungen auf die jeweiligen Möglichkeiten des anderen Bereiches einwirken. Strukturelle Morphismen und funktionale Äquivalenzen regeln die Übergänge, die unter der Sukzession der Realisierung und nicht unter der verteilten Bestimmbarkeit gedacht werden. Es ist heute der Begriff des Prozesses und seiner relativen Stabilität, der den nicht entwickelten Übergangsmechanismus zweier autonomer Bereiche wie E und F abstraktiv und empirisch überbrückt.

Was also zum Grenzbegriff eines dual geschlossenen Systems dazu kommen muß, damit es Teilsystem eines Produktionsnetzes werden kann, ist die Heterogenität des Außen, des Nachbarsystems, zu denen kein kontinuierlicher informativer oder kategorialer Weg führt. Nehmen wir das elementarste Heterogenitätssystem von drei Teilsystemen:



Wie der Graph zeigt, ist der Übergangsmechanismus zweier unmittelbarer heterogener, aber als Nachbarsysteme zu verknüpfender Systeme der Umtausch der dualen Kategorien. Die Kategorien von Struktur und Funktion sind beim Systemwechsel in ein anderes qualitatives Gebiet zu vertauschen, d. h. die Struktur des Logikplanes muß in die Funktion der physikalischen Dimension transformiert werden, und in einer internen Arbeit in den Konstruktionsplan. Dieser Umtausch ist zugleich mit dem Systemwechsel verbunden, er hält dadurch die Systeme auseinander, so sind die beiden Strukturpläne nicht über eine funktionale Äquivalenz verbunden, weil Struktur wie Funktion jeweils nur für einen Qualitätsbereich definierbar sind, sondern über eine Transformation von Funktion in Struktur und umgekehrt bezüglich zweier heterogener Bestimmungssystematiken.

Die Transformationen lassen durch den rein kategorialen und relationalen Rahmen des Übergangsmechanismus (Proemialrelation, s. „Skizze...“ (→ 14)) die Freiheit der konkreten Bestimmung je Bereich. Eine strukturell oder funktionale Innovation in einem System kann über den Transformationsmechanismus in seinen kategorialen Bedeutungen in die Nachbarsysteme transferiert werden und dort eine Entwicklung auslösen.

Wir zählen nochmals die Rahmenbedingungen für eine Konzeption einer verteilten Produktion auf:

Die Teilsysteme haben eine qualitativ unabhängige Thematik und sind in sich durch eine duale Prozessualität organisiert, die sie systematisch abschließt.

Die Systemqualität ist zugleich eine qualitative Strukturdimension eines komplexen Objektes, wodurch der Prozeßstrukturgraph der verknüpften Teilsysteme die Bedeutung einer verteilten Definition und Realisierung des Objektes hat.

Die verschiedenen Objektstrukturen sind im komplexen Objekt ko-existent zu ihrer Bestimmung, Realisierung, Prüfung usw. muß der systematische Ort gewechselt werden.

Dieser Wechsel ist eine Transformation über zwei Grenzen: Jedes System ist in sich dual geschlossen und reflektiert in der Transformation die Heterogenität des anderen Systems. Diese doppelte Grenzbildung von innen/außen macht jedes System zu einem autonomen System und gibt der Transformation die Wirkung eines zweifachen Grenzwechsels.

Der Mechanismus, der so vom einen System in das andere System wechselt, hat in diesem Wechsel kein kontinuierliches Objekt. Er ist kein einfacher Grenzübergang, der die funktionale oder strukturelle Bestimmung eines identischen Objektes differenziert.

Zwischen den Systemen gibt es daher keine gemeinsame Objektintention, die „Schnittstellen“ der Systeme definieren keine Festschreibungen von Objektbestimmungen.

Das komplexe Objekt wird in paralleler Arbeit durch die verknüpften Systeme als verteilter Plan definiert.

Es ist also eine doppelte Strategie notwendig, um eine post-institutionelle Produktion zu realisieren:

1. Auf der Objektseite muß die qualitativ heterogene Objektstruktur erkannt werden.
2. Auf der Systemseite muß sich die Organisation von einem finalen Objektbezug lösen und sich in seine duale Prozeßstruktur organisieren.

Solange die Systeme auf ein Resultat hinarbeiten, das als fixes Ergebnis in die Objektbestimmung eingeht, blockieren sie in der Abfolge von Resultaten die parallele Entfaltung der verschiedenen Bereiche, die entsprechende planerische Reflexion auf diese Situation führt zu einer zu frühen Festlegung. Vor allem an den Schnittstellen zeigt sich in der Planung entsprechend der Grundausrichtung der Teilbereiche auf Resultate die Festlegung sowohl in zeitlicher als auch in innovativer Hinsicht als Erstarrung.

Erst durch die autonome Organisation der Systeme, die aufgrund ihrer neuen Grenzbildung in der Lage sind sich mit anderen Systemen zu einem Netz verteilter Produktion zu verknüpfen, läßt sich eine Parallelarbeit erreichen, die nicht mehr den Prozeß der Arbeit in den Systemen durch zeitliche und inhaltliche Vorgaben bremst.

Post-institutionell sind diese produktiven Systeme zu nennen, weil sie in ihrer Grundkonstitution ihre Produktivität auf ihre Verknüpfungsfähigkeit beziehen und so in einer Art Superproduktivität ihre institutionale Identität hinter sich gelassen haben.

Eine institutionell Produktion entspricht einem nicht-komplexen Produkttyp, sie ist in ihrer Ausrichtung auf stabile Produkttypen zu träge, sie bindet in ihrer isolierten Leistungsstruktur zu viel Kräfte. In der wechselnden Realisierung und Auflösung von immer neuen Produktionsnetzen, als „Werk im Prozeß“ liegt eine bisher unausgeschöpfte „Quelle“ der Produktion. Der innovative Effekt, oder die Arbeit als Prozeß läuft zwischen den Systemen.

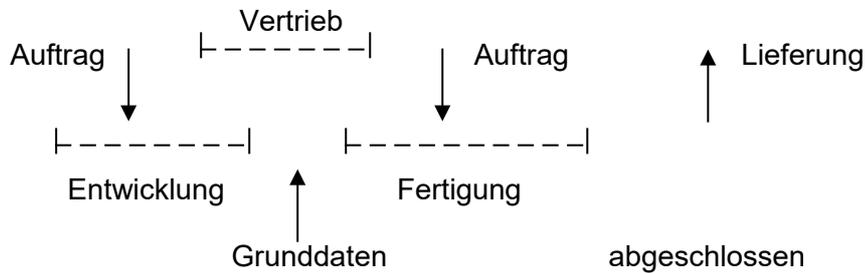
## **10 VON DER AUSSENSTEUERUNG ZUR INNEREN SYSTEMDYNAMIK**

### **Zur Rolle des Auftrags als Steuerungsbegriff einer zukünftigen PPS**

Die dreischichtige hierarchische PPS-Konzeption (Produktionsplanung und -steuerung: Planen, Disponieren, Steuern) ist in einer mehrfachen Auflösung begriffen. Der jeweilige zeitliche Planungshorizont wird durch verschiedene Prozesse unterlaufen. AZ und die logistischen PPS-Konzeptionen tragen dem auf den beiden unteren Ebenen Rechnung. Gleichzeitig sind sie selbst Erscheinungen eines Endes einer einheitlichen Konzeption oder

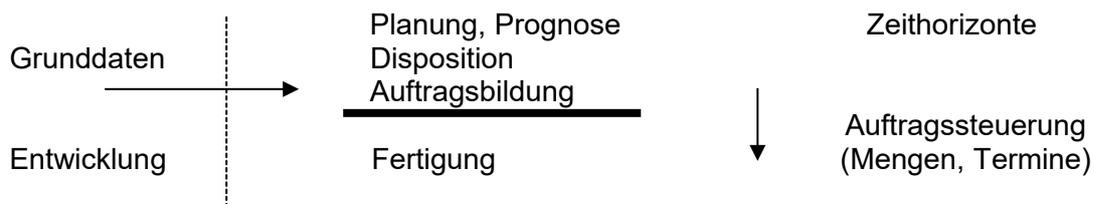
Thematik der PPS. Der Konflikt besteht zwischen einer fortbestehenden Fixierung auf die Fertigung als Produktion, deren Außensteuerung über den Begriff des Auftrages und einer faktischen Überlagerung von Entwicklung, Fertigung und Vertrieb.

Die klassische Konzeption schematisch gesehen:

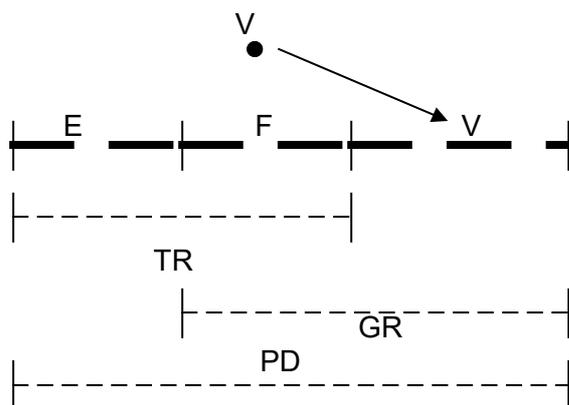


Klare Trennung der Bereiche; abgeschlossene Phasen: Entwurf, Fertigung; Außenbezug V ist hierarchisch abgesetzt von E und F - daraus folgt die interne Wiederholung des Auftrags-Liefer-Verhältnisses zwischen V und E, F.

Dem entspricht die PPS-Hierarchie:



Betrachtet man nun, wie wir vorgeschlagen haben, das Verhältnis der Bereiche E, F, V als drei Basis-Systeme der Produktion (die Zahl von 3 Basis-Systemen ergibt sich aus dem Versuch einer Re-Definition der heutigen Situation und sagt nichts allgemeines über die Strukturzahl einer Produktions-Organisation aus), so ändert sich sowohl das Verhältnis von E - F, als auch V - F und V - E.



Basissysteme: E, F, V

Vermittlungssysteme: TR=: Technische Realisierung  
 GR=: Gebrauchsrealisierung  
 PD=: Produktdefinition

Die Motive für eine Platzierung von V parallel zu E und F stammen aus der Tatsache, daß ein komplexes elektronisches Produkt nicht mehr mit dem Fertigungsende abgeschlossen ist, sondern daß zum klassischen Außenbezug des Verkaufs (plus Kundendienst) der Gebrauchskontext beim Anwender kommt.

Warum die Realisierung des Anwendungskontextes nicht mehr als Kundendienst betrachtet werden sollte, ergibt sich aus einer genaueren Betrachtung des „elektronischen Produktes, das sich während seines ganzen Lebenszyklusses verändert“. Es gibt vielfältige Strategien, diese Änderungen einzuschränken oder ihnen verfahrensmäßig zu entsprechen, dagegen gibt es eine Möglichkeit diese Situation als einen Einstieg in eine konstitutive Bedeutung von Komplexität zu sehen.

Als Basissystem, das wir hier durch die zwei Bestimmungen des Verkaufs des Produktes und des Anwendungskontextes vorläufig charakterisieren (die Bestimmungen der 6 Systeme sind nicht inhaltlich zu streng zu sehen, weil die Teilsysteme heute in sehr unterschiedlichen Phasen ihrer Entwicklung sind bzw. sich erst aus der neuen Struktur inhaltlich genauer bestimmen lassen), gehört das System V zu den Bereichen, über die die Definition und Realisierung des komplexen Objektes distribuiert ist (→ 6, 7).

Die Veränderungen, die durch Nachentwicklung, Rotation, Hochrüsten usw. sich als eine Folge von Objektständen oder Geräteständen zeigen, werden bisher relativ zu einem fixierten Objekttypen definiert. Der Objekttyp ist sozusagen der Objektstand bei Serienfreigabe. Damit wird der ambivalente Status eines fixierten Objekttypen klar; einerseits dient er zur Koordination von Entwicklung, Fertigung und Vertrieb in der Erstellungsphase, dann hat er die Funktion, die alte Ordnung des Nacheinanders von Entwicklung und Fertigung zu markieren. Andererseits ist er aus der Folge der Objektstände vor und nach seiner Festlegung als Objekttyp kaum ausgezeichnet bzw. der Objekttyp ist ins Fließen geraten.

Die paradoxe Situation des Objekttyps läßt sich aufheben, wenn man das Phänomen des Fließens vom Bezug auf den klassischen Objekttyp löst und als Umstrukturierung eines komplexen Objekttyps rekonstruiert. Während sich die Objektstände als eine Folge darstellen, Änderung als zeitliches Nacheinander gelten, und so die Identität des Objekttyps nicht tangieren sollen, ist die Identität z. B. eines individuellen Computers nicht mehr so einfach aufrecht zu erhalten.

Ein Großrechner wird sowohl in funktionaler als auch struktureller Hinsicht durch die Entwicklung, Fertigung und im Gebrauch verändert. Durch eine doppelte Dokumentation über den funktionalen und physikalischen Objektstand eines jeden individuellen Gerätes das im Gebrauch ist, wird eine Trennung von zwei Objektqualitäten, d. h. zwei strukturell unabhängigen Objektschichten implizit erkennbar. Ein Kunde hat nur Anspruch auf eine bestimmte Funktion, nicht aber eine bestimmte physikalische Realisierung, d. h. er hat Anspruch auf eine Funktion und deren Realisierung in seinem HW/SW-Gebrauchskontext, die physikalische Dimension bleibt dem Hersteller zugeordnet.

Diese verteilte Zugänglichkeit, die zugleich bezüglich der verschiedenen Dimensionen des Computers besteht, zeigt deutlich, daß weder der Kunde über das komplexe Objekt als Ganzes verfügt, noch der Vertrieb das Gerät durch seine internen Bereiche abschließen und danach abstoßen kann. Die Änderungszyklen des Computers spielen sich also, wenn man die Situation so wahrnimmt, über einer Verbundstruktur ab, in die ein System eingebunden ist, das bisher eindeutiges Außen war. Man könnte die Phänomenologie des individuellen Computers als Schnittpunkt der Systeme E, F, V noch weiter durch eine Analyse der heutigen Praxis entwickeln, es ist Tatsache, daß es die eindeutigen Objektzustände als Schnittstellen zwischen den Bereichen nicht mehr gibt.

Unser Modellansatz expliziert diese latent gegebene Situation, indem er aus einer Strukturkonzeption der Komplexität (Polykontextualitätstheorie) das komplementäre Verhältnis

zwischen komplexer Objektstruktur und komplexer Produktionsorganisation zu entwickeln versucht. Durch den notwendigen Einbezug der Gebrauchskontextur in eine strukturell abgeschlossenen Objektdefinition und -Realisierung ändern sich Organisationsstruktur, Grenzbildung und Außenbezüge des Unternehmens.

Hier soll vor allem die dadurch gegebene neue Bedeutung des „fließenden Objekttyps“ dargestellt werden. Komplexität bedeutet strukturell eine Verteiltheit von Qualitätsbereichen, diese Verteiltheit oder Heterogenität ermöglicht eine Loslösung von der zeitlichen Bedeutung der Produktrealisierung als Folge E, F, V. Der komplexe Ansatz expliziert E, F, V als irreduzible Strukturbereiche und nicht nur Realisierungsbereiche, wodurch sich als Zeitstruktur eine Parallelität bzw. eine Poly-zeitigkeit ergibt. D. h. ein komplexer Objekttyp ist strukturell offen für Änderungen von in der Struktur verorteten Teilbereichen. Diese Strukturveränderung ist insofern autonom und im zeitlichen Sinne unabhängig von einer vorgegebenen Abfolge, wie sie aufgrund der Struktureigenschaft der Heterogenität von keinem anderen Bereich aus determiniert werden kann (s. Redesign... (→ 6)). Die komplexe Objektstruktur ist aufgrund dieser zeitlich/qualitativen Verteiltheit in einer neuartigen Weise offen für Prozesse der Umstrukturierung.

Jeder Bereich ist damit mögliche Quelle von Änderungen, und zwar nicht nur als Anstoß, als Ausgangspunkt einer Idee, sondern als Ort der Determinierung eines Strukturbereiches. Mit der Prozeßstruktur der verteilten Systeme wird als Produktionsorganisation ein Erzeugendensystem für eine spezifische Strukturzahl der Komplexität eines Objekttyps geknüpft. Innerhalb dieses komplexen Rahmens sind verschiedene Objektstrukturklassen realisierbar, und diese Strukturklassen sind wiederum aufgrund der Heterogenität durch Umstrukturierung ineinander überführbar (→ 7).

Sowohl die Objektstruktur, als auch die korrespondierende Produktionsorganisation sind auf Umstrukturierungs- und Innovationsprozesse hin angelegt, und dies aufgrund der Heterogenität sowohl für neue Objektstrukturen als Ganze, als auch für die Umstrukturierung, die nur spezifische Struktur- oder Funktionsbereiche betreffen, und so ein individuelles Produkt oder einen Produkttypen in einer Folge von verteilten autonomen Initiativen transformieren. Die Quellen der Transformation sind struktur- und organisations-immanent, wodurch sie ein offenes Netz für Handlungen, Entscheidungen, Verantwortung usw. bilden, während heute die Anstöße, Ausgangspunkte von Änderungen hinter den Objektständen verborgen bleiben. Die Entwicklung hält sich für den einzigen Ort der Produktdefinition und zieht so durch die nicht-distribuierte Komplexität eine Kontingenz und Unbeherrschbarkeit ihres Bereiches auf sich. Ein weiteres Argument, das zugleich den Anspruch aufrecht erhalten will und die Kontingenz erklären soll, ist die Notwendigkeit, die Entwicklung zu einem bestimmten Termin stoppen zu müssen, statt einen offenen Zeithorizont bis zur idealen Lösung zu haben. Auch dieser vermeintliche Konflikt zwischen Produktion und idealem Entwurf kommt aus dem Festhalten an der klassischen Idee der Realisierung, die irreduzible Heterogenität der Strukturbereiche setzt an die Stelle des immer mangelhaften faktischen Abschlusses als Schnittstelle, das Prinzip der verteilten und je System geforderten faktischen Realisierbarkeit (→ 6).

Wenn man sich nun im klaren darüber ist, daß mit dem Auftragsbegriff die ganze Systematik des klassischen Objekttyps verbunden ist, so stellt sich die Frage nach der Rolle der PPS im Rahmen einer komplexen Produktionsstruktur. Die Grundposition der PPS ist immer noch durch ihre Schnittstellen zur Fertigung (Grunddaten) und zum Vertrieb (Prognose, Aufträge) gegeben, unabhängig welches Steuerungskonzept man konkret einführt.

Wenn nun der „Vertrieb“ von seiner hierarchischen internen Repräsentation des Kunden zu einem Teilsystem wird und mit E und F die gleichfalls autonome Systeme werden, verknüpft ist, so wird dadurch das einfache Außenverhältnis des Verkaufs abgeschlossener Produkte aufgegeben. Dieses einfache Verhältnis wurde über den Auftragsbegriff zur Fertigungssteuerung umgesetzt. Die Einführung des Außenverhältnisses als ein Teilsystem einer komplexen Organisation entspricht nicht dem Konzept einer kundenspezifischen Produktion,

in der der Auftrag individuell bestimmt wird und sich der Produktionsapparat flexibel zur Erfüllung des Auftrags vorhält. Hier bleibt im Prinzip die Außensteuerung und der klassische Produkttyp erhalten und zeigt sich explizit in der Konzeption der Pipeline als Realisierungs-Kontinuität. Für nicht-komplexe Produkte ist diese Verallgemeinerung und Medialisierung der Fertigungsökonomie möglich. Eine verteilte Organisation entwickelt aufgrund der Autonomie der Teilsysteme eine interne Dynamik, die sich nicht mehr durch eine Außensteuerung auf den Begriff der Flexibilität reduzieren läßt.

Als verteilte Produktion hat sie verschiedene Orte der Bestimmung und Realisierung und verschiedene Vermittlungssysteme, durch welche die Realisierung aus einer stabilen Konstellation zweier Basissysteme vereinbart werden kann. Die sachlichen und zeitlichen Voraussetzungen werden durch die Arbeitsprozesse der Teilsysteme gewonnen, in diesem Sinne wird die Dynamik durch die verteilten und wechselnden Initiativen erzeugt, deren Möglichkeit in der Autonomie der Bereiche angelegt ist.

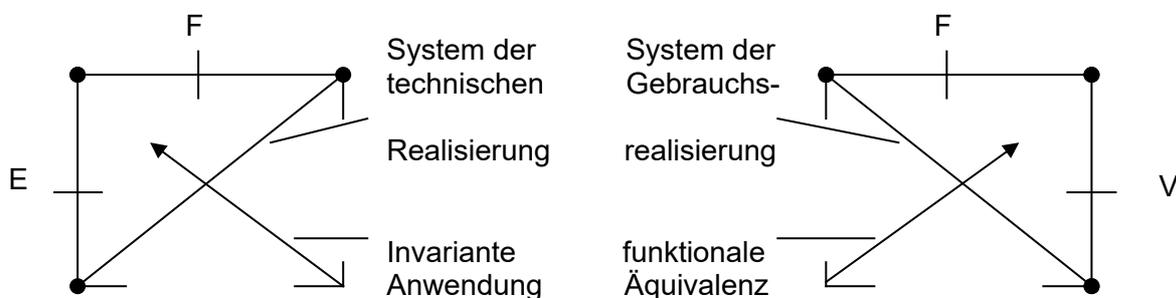
Das Problem der Planung und Steuerung stellt sich somit völlig anders dar:

Planungen von Realisierungen haben ihren Ort in den Vermittlungssystemen, Realisierungen in Basissystemen.

Alle Systeme können Quellen von Initiative sein, V ist davon eine und hat nicht mehr das Privileg der Initiative als Auftrag.

Planungen der Teilsysteme werden in den Vermittlungssystemen koordiniert, sie sind für jeweils mindestens zwei Systeme Horizontsystem.

Die Komplexität der Objekte und die verteilte Produktion ermöglichen Teilzyklen der Produktion, wie sie sich heute als Rotationen, Hochrüstung usw. ankündigen.



In den Vermittlungssystemen der technischen Realisierung (TR), Gebrauchsrealisierung (GR) und Produktdefinition (PD) stellt sich das Thema der Qualität von Konzeption und Realisierung immer auf dem Hintergrund der Heterogenität der Teilsysteme. Aufgrund der Heterogenität kann in der Qualitätsfrage kein System als die Soll-Vorgabe, als normativ für das andere System auftreten. Die Qualitätsfrage wird so bezüglich des Verhältnisses z. B. der Struktur des einen Bereiches zur Funktion des zweiten Bereiches gestellt, die Qualität der Realisierung hängt von der Ko-Relation beider Pole ab.

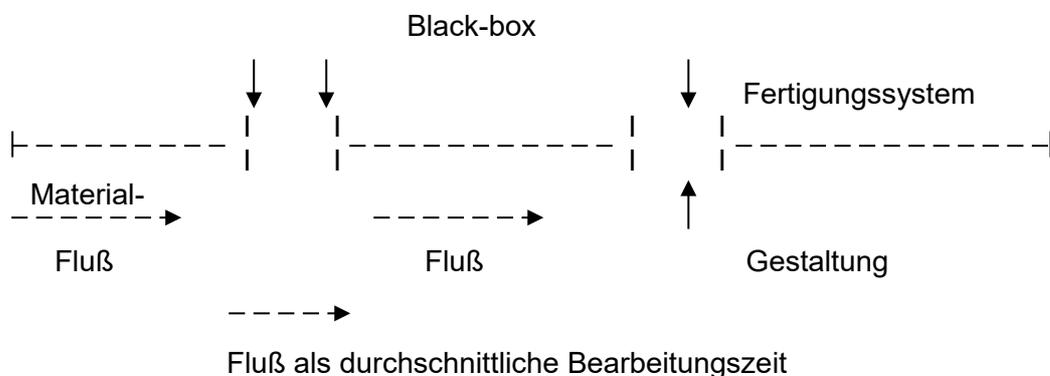
Allgemein läßt sich sagen, daß die verschiedenen Situationen, in denen heute mit Soll-Werten gearbeitet wird, diese von allen Seiten in ihren Funktionen ausgehöhlt werden (Prognosen, Termine, usw.). Sollwerte sind immer Ausdruck einer Außensteuerung und werden heute immer mehr durch die faktische Komplexität von Systemprozessen attackiert. Im Rahmen einer organisierten Komplexität wird das normative Paar Soll/Ist durch eine allgemeine Mechanik des Wechsels von Konstanter und Variabler in Bewegung gebracht. Was konstant gesetzt ist als ein Gesichtspunkt, kann von einem anderen Gesichtspunkt aus als Variable fun-

gieren und umgekehrt. Der Mechanismus wird in der Kontextlogik dargestellt. (s. Literatur: Kaehr, Materialien)

Steuerungsprozesse werden daher im Rahmen komplexer Systeme über den Mechanismus der Kontextlogik realisiert.

Um den Wechsel von Konstanter und Variabler zu ermöglichen, ist eine ähnliche „Drehung“ der Kontexte notwendig, wie wir sie für den Wechsel von Funktionsbereichen zu autonomen Systemen angegeben haben (→ 9).

In der Auftragssteuerung werden Materialzuführung und Arbeitsgänge über den gleichen Auftrag (Termin) von außen synchronisiert. Das klassische Mittel gegen ein Auseinanderfallen sind die Puffer und Kapazitäten. Durch die Orientierung am Prozeß des Materialflusses als Steuerungsmedium entsteht für die technischen Fertigungsprozesse vom Standpunkt der Steuerung eine black-box-Situation, vom Standpunkt der Planung eine Gestaltungsaufgabe für die einzelnen Fertigungsinseln.



Die black-box-Betrachtung entsteht durch das integrale Prinzip des gleichen Flußgrades, findet so also keinen Anschluß an die technischen Prozesse, sondern muß mit Angaben von durchschnittlichen Bearbeitungszeiten rechnen. Es ist nicht das Problem der Störungen und Schwankungen, das so aus den Systemen heraus in der Prozeßkette erzeugt wird, was hier interessiert, sondern daß es nicht mehr möglich ist, die technischen Prozesse durch die Materialströme zu steuern, sobald man zu einer komplexen Produktionsorganisation übergeht. Material- und Informationsströme werden aus der Auftragskonzeption im Zusammenhang mit dem homogenen Produkttypen gebildet.

Sobald aber die verteilten Systeme die zeitlichen und qualitativen Konstellationen selbst erzeugen, muß man in der Fertigungssteuerung umgekehrt aus den Maschinenzuständen die Materialflüsse ableiten. Mit den Maschinenzuständen (deren Aufbau wir hier nicht entwickeln können) wird ein Realisierungs-„Auftrag“, der aus den verschiedenen Quellen seinen Ausgang nehmen kann angezeigt, dieser Maschinenzustand muß in einen aktualisierten Materialkontext transformiert werden. Aufgabe der Logistik wäre es dann, aus den aktualisierten Materialkontexten Materialzuflüsse zwischen den Kontexten oder den Kontexten und dem Lager zu realisieren. Diese Art von kontextuierter „Ziehlogik“ ist also offen für die Variation der Bildung von Realisierungs-„Aufträgen“ aus der komplexen Struktur. Eine solche Logistik müßte für seine Materialdisposition und Prognose ein Modell der verteilten Systeme besitzen, für das diese Systeme ihre Aktivitäten prognostizieren und die Logistik aus ihrer Erfahrung dieses Modell modifiziert.

## 11 ENTFLECHUNG UND KOMPLEXITÄT

In Prozessen der Reorganisation spielt immer mehr der Begriff der Entflechtung eine Rolle.

Wir möchten kurz andeuten, wie der Strukturgraph (s. Modellansatz) für diese Operation, bzw. für die Verortung neuer aus inhaltlichen Gründen auftauchender Teilsysteme angewandt werden kann, ohne daß die gesamte Organisation diesem komplexen Modell entspricht.

Richten sich Entflechtungen darauf, eine Thematik oder einen Prozeß in sich auf eine klare eindeutige Systematik zu bringen, so zeigt sich oft auf dem Hintergrund der faktischen Komplexität heutiger Organisationen, daß diese isolierte Lösung in ihrer Umgebung zu neuen Verwicklungen führt. Die Strukturgraphen zeigen dagegen, daß Entflechtung in komplexen Systemen bedeutet, eine komplexe Situation zumindest in zwei Systeme zu rekonstruieren.

Was also entflochten wird ist eine Überlagerung. Der strukturelle Zusammenhang von Komplexität und Verteiltheit gibt die Strategie an, daß eine Entflechtung nach zwei Orten vorgenommen werden muß, damit sich die Folge von Entflechtung und Verwicklung nicht wiederholt.

Für eine Reorganisations-Aktion kann aufgrund der Rolle des Vermittlungssystems, das zwei Basissysteme zu einer Struktur abschließt, so vorgegangen werden, daß eine Entflechtung von einem System aus angegangen wird, das sich in der Position des Vermittlungssystems versteht und das den Prozeß der Entflechtung zu zwei organisatorischen Basissystemen in Kooperation mit diesem zu entflechtenden Bereich realisiert. Ist eine solche Entflechtung vollzogen, so hat das Reorganisationssystem eine reelle Funktion als Vermittlungssystem.

Ein weiterer strukturell unterschiedlicher Modus der Entflechtung ergibt sich durch die Kontextsystembildung. Die komplementäre Systematik von Stellenwerten und Kontextwerten ergibt eine reichhaltige Struktur, in der sich Aufbauorganisation und Ablauforganisation komplexer Organisationen modellieren lassen. Das positionale Netz gibt in der Verteilung die relationalen Bedeutungen der Systeme als Teile der Organisation an.

## **12 VERTEILTE SYSTEME, AUTONOME SYSTEME, COMPUTER**

Im Rahmen der Informatik sind verteilte Systeme aus der Konzeption der Dezentralisierung von Datenbanken und Rechnern entstanden. Der Zusammenhang wird durch Leitungsverbindungen und zugeordnete Steuerung hergestellt. Diese Systeme verbleiben innerhalb der Dimension der Datenverarbeitung und deren Zusammenhang definiert, d. h. sie gehen als relativ homogene Schicht mit klaren Schnittstellen parallel zu den anderen Organisationsstrukturen. Die Übergänge je Teilsystem der Daten- oder Rechnerstruktur zu den Teilsystemen aus der organisatorischen Struktur sind solange nicht problematisch, als beide Strukturen über Information hinreichend verknüpft sind.

Konzeptionen wie CIM gehen ja in irgendeiner noch offenen Weise davon aus, daß zumindest eine integrative Computerstruktur als Schicht alle anderen technischen und organisatorischen Teilprozesse begleitet. Auf diesen beiden Ebenen tauchen heute immer häufiger die Begriffe der Parallelität von Prozessen und der Autonomie von organisatorischen Einheiten auf. Je nachdem wie diese Systemqualitäten interpretiert werden, ergeben sich enorme Konsequenzen, sowohl für beide Strukturschichten, vor allem aber für deren Zusammenspiel.

Autonome Einheiten lassen sich heute kaum in ihrer Bestimmung aus dem Bezug auf eines der beiden klassischen Grundmodelle des Marktes und des hierarchischen Systems freihalten. Im Rahmen einer großen Organisation heißt „Autonomie“ meist eine Entkoppelung von den sonst gültigen zeitlichen, arbeitsteiligen und kapitalmäßigen Betrachtungen und einen Bezug auf einen weiteren Horizont dieser Leistungs- und Bewertungskriterien, als Entscheidung und Akzeptanz durch eine übergeordnete Ebene. Das Verhältnis einer solchen Einheit zur Ausgangsorganisation wäre zuerst einmal eine Art Disjunktheit (Unverbundenheit) durch

Horizontverschiebung, d. h. die Autonomie der Einheit ist definiert durch eine Suspendierung der aktuellen Wirksamkeit der hierarchischen Organisation bei Anerkennung ihrer Wiedereinsetzung zu einem vereinbarten Zeitpunkt oder Ergebnis.

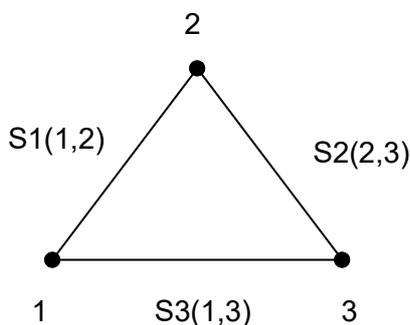
Dieser Mechanismus der Vereinbarung einer autonomen Einheit ist nicht symmetrisch, aber sowohl der Effekt der zumindest zeitweisen Selbstsuspendierung der entscheidenden Instanz als auch die Notwendigkeit eines gewissen Maßes der Selbstdefinition der neuen Einheit, verwirklichen in diesem Verhältnis zumindest eine partielle gegenseitige Anerkennung als selbständige Systeme.

Das Muster dieser Beschreibung dient hier als Hintergrund zur Formulierung einer grundlegenden Forderung, die an ein Modell verteilter Systeme zu stellen ist. Unabhängig davon, in welcher vielfältigen Verhältnissen autonome Systeme zu anderen Systemen stehen können, hierarchischen Strukturen eingeschlossen, ist es Voraussetzung, sich über die Möglichkeit und Gestalt eines Modells Klarheit zu verschaffen, das die Autonomie eines Systems in einer uneingeschränkten Weise durch ein gleichberechtigtes gegenseitiges Anerkennungsverfahren erzeugt.

Grundkonzeption des Modells:

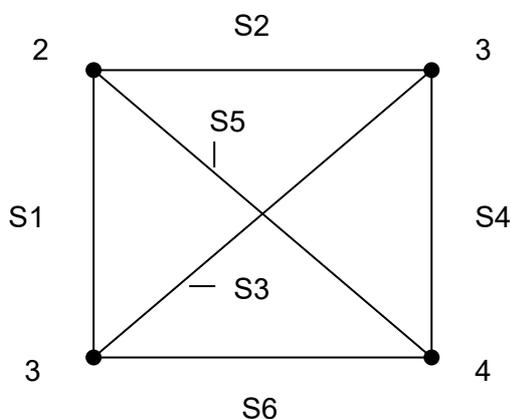
Autonome Systeme stehen in einem symmetrischen Umtauschverhältnis.

Der elementare Graph einer solchen Konstellation, der noch nicht die Komplexität organisatorischer oder technischer Realisierung solcher Prozesse darstellt, sondern ein logisch-strukturelles Minimum, ist ein Dreieck:



Als inhaltliches Kommunikationsmodell kann man S1 mit Ich oder Subjekt1, S2 mit Du oder Subjekt2 - oder wechselseitig umgekehrt - und S3 je nach Situation als gemeinsame Umgebung oder als sprachliches System des Wir, als prozessuales Medium der Kommunikation, in dem sich der Zusammenhang der Kommunikation außerhalb beider Systeme darstellt.

Die Strukturgraphen lassen sich nach der Anzahl der Knoten als eine Folge aufbauen:



Im Rahmen dieser Argumentation, wenn man in einer intuitiven Art die Bedeutung dieses

Modells bzw. der Folge der Modelle darstellen will, heißt dies:

Die Graphen dieser Folge sind direkt mit hierarchischen Strukturbäumen, und ganz besonders mit dem binären Baum logischer Begriffsbildung zu konfrontieren. Sie sollen diese Bäume als Basisstrukturen für komplexe Systeme ablösen, sie sind die Verknüpfungsstrukturen verteilter autonomer Systeme.

Zur Unterscheidung von der Verwendung gleicher Graphen als Aufgabengraphen oder Zusammenhangsgraphen u.ä. muß man die Deutung des Aufbaus der Graphen betrachten, die sich in den Kompositions- und Dekompositionsregeln des formalen Modells präsentieren werden. Jeweils zwei Knoten und eine Kante bilden ein Teilsystem, das prinzipiell für ein autonomes System bzw. ein Teilsystem steht.

Dieser Sprung bei der Anzahl der Knoten von 3 zu 4 zur Anzahl der Teilsysteme von 3 zu 6 ist eine Folge der organisatorischen Geschlossenheit von Strukturgestalten, solche Gestalten müssen sich in allen möglichen Relationen organisieren, da sie weder gegen einen invarianten Hintergrund definiert sind, noch ein übergeordnetes oder von außen zugeordnetes Ziel haben. Diese Eigenschaft von Ganzheiten heißt Superadditivität und ist als Redundanz und Ultrastabilität bei lebenden Systemen zu beobachten.

Bei einer inhaltlichen Interpretation würden die drei Basisteilsysteme, z. B. S1, S2 und S4 autonome Systeme bilden, und die anderen Systeme S3, S5, S6 wären z. B. operative Medien der Vereinbarung ihrer Kooperation oder organisatorische Teilsysteme ihrer Koordination.

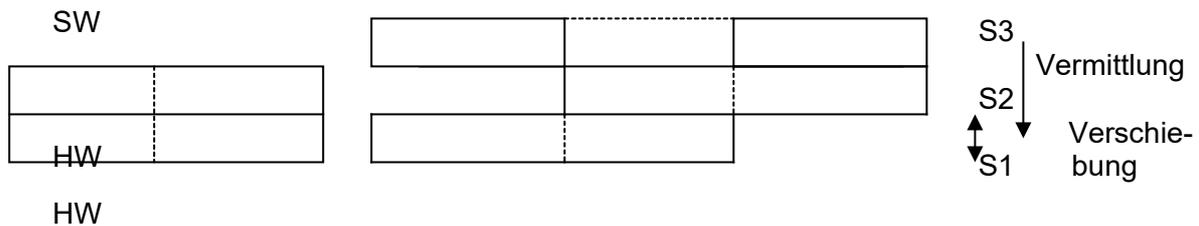
Wir werden unter dem Aspekt des Zusammenhangs von Systemdynamik und Stabilität oder Intuition, Selbstverantwortung, kreative Freiheit im Gegensatz zu Führung, Kontrolle, Steuerung, Identität usw. als widerstreitende Organisationsqualitäten zurückkommen.

Konzeptionen, die aus der Naturwissenschaft kommen, und die in diesem Sinne auf Organisation übertragen werden, zumindest auf der theoretischen Ebene, sind etwa Autopoiese, Hyperzyklen, Dissipation, Order from Noise usw. Sie bilden einen Hintergrund des Zugangs zum Modell, bleiben aber unzulänglich für die Problematik von Organisationen, in denen Subjekte und ihre tendenziell intelligenten Artefakte in kommunikative und koordinative Verhältnisse eintreten, die früher nur zwischen Subjekten bzw. als deren Leistung galten.

Hier tritt die Sprache auf eine neue Weise ins Spiel, als Basis einer Mensch-Maschine-Kommunikation hat sie eine neue Funktionsweise unter der Bedingung der technischen Realisierbarkeit bzw. Operationalität. Hier liegt auch der Unterschied zwischen einer Maschine mit einem fixen Zweck, als technische Verkörperung eines Zwecks, und einer Maschine, die auf der Ebene der Software offen ist für die Programmiersprache, für wechselnde Programme (Zwecke). Damit wird in die Maschine eine Relation eingeführt zwischen der Hardware als „Computing Medium“ und der Software als Bestimmung der konkreten Maschine. Damit wiederholt sich auf einer strukturell höheren Ebene eine pragmatische Bewegung wie bei der Abstraktion von der Materialität zur Information, in ihrem Bezug auf den Kanal und das Repertoire. Diesmal löst sich die Verkörperung des Zwecks im System (Funktion, Steuerung) von diesem und führt zur Verdoppelung von Hardware und Software als letztlich einer Systemrelation zweier Sprachsysteme unterschiedlicher Modi der Realisierung. Bzw. die operative Realisierung eines sprachlichen Systems ist über zwei Teilsysteme verteilt, wenn das System offen sein will für den Wechsel der Zwecke (Programme) und nicht als Festverdrahtung zum physischen Modell regrediert.

Diese Relation zwischen Hard- und Software ist heute eindeutig als ein Realisierungsmodus über eine Hierarchie von Sprachschichten realisiert, sie zeigt daher noch nicht den Charakter der Relation zwischen relativ autonomen Teilsystemen, der sich erst unter den Thematiken der reflektierten Selbstreparatur der Hardware (vermittelt über Software) oder der selbstreferentiellen Programme (Lernen, Entscheiden usw.) als notwendige strukturelle Bedingung zeigen wird.

Zwei einfache Zeichnungen sollen den Unterschied andeuten



Die erste Zeichnung zeigt, daß durch die Interpretation als unmittelbares Realisierungsverhältnis die Programmstruktur in die Rechnerstruktur eingebettet ist, die Rechnerstruktur bildet gleichzeitig die physische Realisierung, die geschlossen ist für Materie, geschlossen als dreiteiliges Operationssystem, offen für Energie, und relativ zur Software offen ist für Information und Transfer, und insgesamt über beide Ebenen geschlossen für eine prozessuale Organisation ohne einen bestimmten konkreten Zweck, der das System durch Steuerung stabilisiert.

Geschlossen als Organisation ist das Doppelsystem, aber aufgrund seines Bezugsmodus nur im Sinne der Realisierungsrelation bestimmter Programme, d. h. das Computing Medium ist die Bedingung der Möglichkeit der operativen Realisierung einer Klasse konkreter Programme (ohne daß diese konkret bestimmt wäre), zur operativen Geschlossenheit gehört zu- mindest ein konkretes Programm.

Damit zeigt sich der heutige Status eines Computers wie folgt:

Einerseits enthält der Computer in seiner Differenz zwischen Hard- und Software eine Teilung, die eine neue Dimension in die Realisierung und das Zusammenwirken von Geschlossenheit und Offenheit von Systemen ermöglicht. Andererseits ist die operative Geschlossenheit beider Systeme von der Faktizität eines konkreten Programms abhängig, d. h. es wiederholt sich nach der pragmatischen Spaltung und technischen Realisierung zweier Teilsysteme, in auf den Kopf gestellter Weise, das alte hierarchische Verhältnis zwischen einem allgemeinen Begriff und einem konkreten Fall (als Bedingung der Möglichkeit der Realisierung).

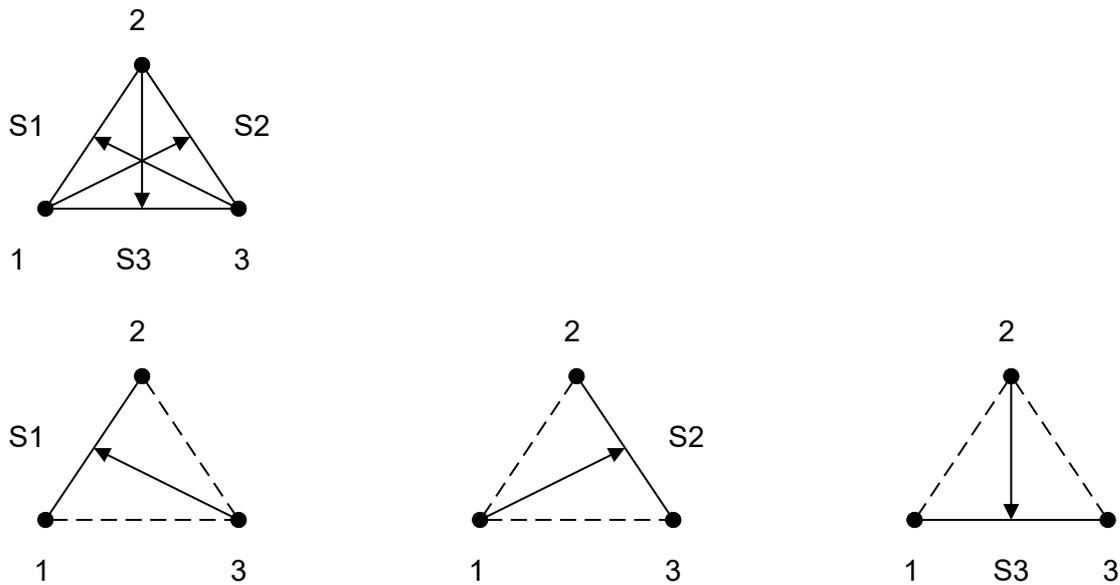
Allerdings handelt es sich jetzt um Prozesse, dargestellt in Algorithmen und Systemstrukturen, und ihre Relation ist hier eine Realisierung statt einer Erkenntnis oder Abbildung, also ein technisch-pragmatisches Verhältnis. Zwischen den beiden Teilsystemen ist also keine organisatorische Geschlossenheit in dem strengen Sinne gegeben, wie er für ein komplexes autonomes System oder für das Verhältnis zweier Systeme gefordert werden muß. Die dafür geforderte Symmetrie des Umtausches zweier Systeme ist durch die hierarchischen Systembedeutungen der Einbettung und der Konkretheit für die Operativität nicht realisierbar.

Die Übersetzbarkeit von einer hierarchischen Stufe zur anderen in beiden Richtungen entspricht nicht dem geforderten Umtauschverhältnis zweier Teilsysteme. Wir werden darauf zurückkommen.

Wir werden nun diskutieren, welche strukturellen Bedingungen zusätzlich zu der Differenz von zwei Teilsystemen gegeben sein müssen, damit sich ihr Verhältnis als eine organisatorisch geschlossene Ganzheit ausbilden kann. Dies ist aus den verschiedenen Gründen für eine neue Organisation der Produktion interessant, denn wie wir später zeigen wollen, verhindert die hierarchische oder finale Ausrichtung der Organisation auf die materielle Fertigung eine seitliche Verschiebung qualitativ verschiedener Arbeitsphasen des Produktionsprozesses, um sich als autonome Teilprozesse in die Kette benachbarter paralleler Systeme zu organisieren.

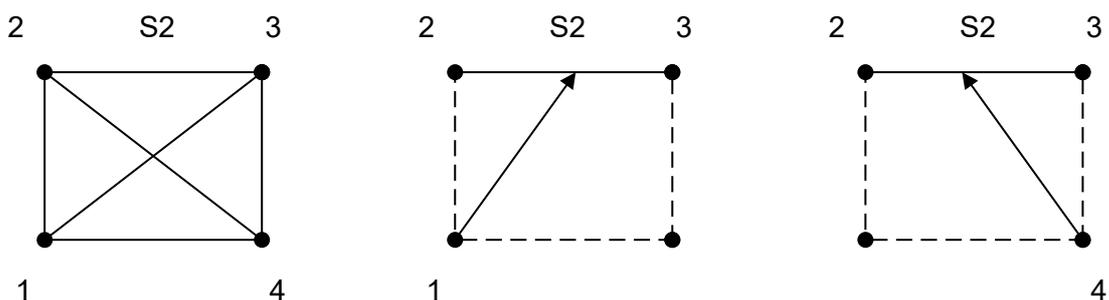
Die Bedeutung der gegenseitigen Verschiebung, die zwei Systeme jeweils füreinander zu

Nachbarsystemen macht, muß auf der Ebene der Strukturgraphen im Zusammenhang der Superadditivität, also der ganzheitlichen Strukturgestalten gesehen werden.



Die drei Teilsysteme der triadischen Gestalt als Minimalform einer Gestalt, sind als Teilsysteme der Gestalt immer aus dem Ganzen definiert, fundiert.

Verschiebung gegeneinander von S1 und S2 heißt jetzt, die Systeme überlagern sich über einem beiden gemeinsamen Pol, aber der Wechsel der Zugehörigkeit von S1 zu S2 ist in dieser Konstellation damit geregelt, daß der jeweilige Standpunkt (3 oder 1), von dem aus die Teilsysteme in die Strukturgestalt eingebunden sind, aus dem Bereich des jeweils anderen Systems, von dem aus gewechselt wurde, selbst ein Standpunkt wird. Die jeweiligen Teilsysteme sind in sich S1 (1-2), S2 (2-3) eindeutig bestimmte Bereiche, sowohl thematisch als auch operativ, und der Standpunkt, auf den sie bezogen sind, gibt an, unter welchen Perspektiven die thematischen Teilsysteme aus den Gestaltrelationen betrachtet werden können. Bei mehr als drei Teilsystemen gibt es für jedes Teilsystem mehrere Bezugspunkte (Fundierungsorte).



Beispiele wären der Wechsel der Betrachtung der Fertigung vom Standpunkt des Entwurfs zum Standpunkt des Verkaufs. Aber diese Standpunkte werden heute in aufbau- und ablauforganisatorischen Verhältnissen lokalisiert, in denen in hierarchischen Führungs- und Planungsbezügen und den ablauforientierten Realisierungsvorgaben als Rahmenbedingungen und sachlichen Entwurfsvorgaben, die diesen beiden Hauptrichtungen entgegenlaufenden Intentionen, sowohl von sekundärer Bedeutung als auch in einer entschieden unwirksameren Weise funktioniert. Der Rücktransfer gegen eine sukzessiv aufgebaute Ablaufkette hat primär Kontroll- oder Steuerfunktion. Eine Dynamik zwischen Haupt- und sekundärer Intention (Richtung) ist außer über die durch Personen getragene verantwortliche Auswertung

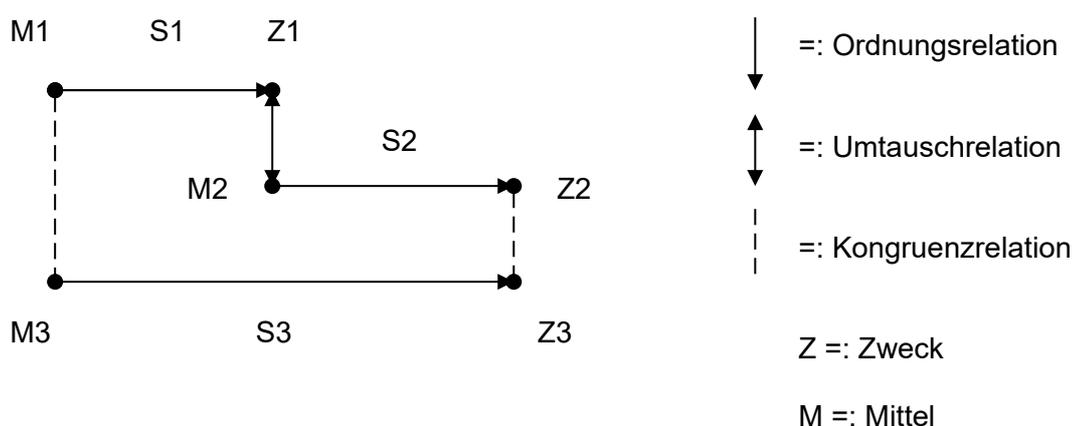
nur durch planerische Instanzen und technische Regelsysteme realisiert.

Was heute unter dem Aspekt der mangelnden Dynamik, etwa des Technologietransfers, des Transfers der Erfahrungen aus der Fertigung in Entwurf und Planung, oder des Transfers zwischen Unternehmensbereichen usw. diskutiert wird, hängt mit diesen einseitigen bzw. dieser strukturellen Auszeichnung einer Richtung der Übergänge von einem System zum anderen zusammen. Dieser grundsätzliche Strukturmangel hierarchischer und funktionaler Organisationsformen läßt sich nur in den heterarchischen Strukturtypen vermeiden, in denen für die Wechselseitigkeit der Transfers und Prozessverläufe sinnvolle Bedeutungen und Motivationen gefunden und realisiert werden können. Dafür ist aber eine entschiedeneren Organisation notwendig, die die heutigen Subsysteme in neue gegenseitige Relationen bringt, so daß ihre Schnittstellen der Autonomie und zugleich der Überlagerung der Teilsysteme spezifischer Prozesse entsprechen. Den verschiedenen Teilsystemrelationen, die sich im Rahmen der gestalthaften Organisationsstruktur ergeben, liegt eine Grundrelation voraus, die das Verhältnis zweier Nachbarsysteme regelt. An ihrem Modus läßt sich auch zeigen, daß eine dynamische Verkoppelung von autonomen Teilprozessen nicht durch einen herkömmlichen Informations- oder Nachrichten-Austausch erzeugt werden kann. (Proemialrelation)

Dem Transfermodell des Informationsaustausches liegt ein gemeinsames Repertoire zugrunde, oder im inhaltlichen Sinne ein gemeinsamer Bedeutungskontext. Autonome Systeme haben aber sowohl ein ganz auf ihr System beschränktes Zeichenrepertoire, oder Alphabet, als auch einen eigenen in sich geschlossenen Themenbereich (Kontextur).

Diese prinzipielle strukturelle Forderung für ein Modell der Organisation verteilter (distribuerter) Systeme muß man durchdenken und akzeptieren, um den Unterschied zu den heutigen Systemübergängen und die Kluft zwischen autonomen Systemen zu erkennen. Im Unterschied und in Analogie zur Kluft, die in der Abstraktion beim Übergang von einer Systemebene zu einer anderen steht, gibt es aufgrund der obigen Forderungen keine Kontinuität, weder der Identität der Elemente, noch der subsumtiven Integration der konkreten unter die allgemeinen Standpunkte. Die binäre Baumstruktur steht für beide Kontinuitäten.

Die Grundkonzeption der Schnittstellen verteilter Systeme zeigt der folgende Graph:



In jedem Teilsystem besteht die interne Beschreibungs- oder operative Struktur aus zwei zueinander dichotomen oder zueinander dualen Zuständen, wie etwa Mittel-Zweck, Bedingung-Ereignis, wahr-falsch, konjunktiv-disjunktive Beschreibung usw. Der Wechsel zwischen S1 und S2 ist definiert aufgrund der Systemverschiebung als Umtausch der Zustände zugleich mit dem Systemwechsel, was z. B. heißt: Zweck für S1 wird Mittel für S2, und umgekehrt. In dieser Umtauschrelation ist ein wechselseitiger dynamischer Übergangsmodus gegeben.

Nachdem beide Teilsysteme nicht in einem sukzessiven Kopplungsmodus einer Hierarchie stehen, jedes Teilsystem kann als aktives System autonom operieren, aber für den Transfer von Information muß der Umtausch der Bedeutungen mitgedacht bzw. mitrealisierbar sein. Die Transfers sind aufgrund der Verknüpfungsgraphen, wenn man sie explizit (kontextlogisch) formuliert, gerichtete Übergänge, wo beide Richtungen unterschiedliche Bedeutungszusammenhänge realisieren.

Im Unterschied zum Modell der Informatik, wo Schnittstellen über hierarchische Schichten zwischen den beiden Ebenen der Realisierung und des Benutzers über Abbildungsverfahren transformiert werden können, ist hier die „Abbildung“ radikal partiell, d. h. die Systeme überlappen sich nur bezüglich eines von zwei Basiszuständen (Werten, usw.). Wie die Graphen zeigen, gibt es auch Vermittlungsbedingungen zwischen Systemen, in denen sich die Zustände bei dem Wechsel nicht umtauschen, sondern kongruent zueinander verhalten, wie die Übergänge von S1 zu S3, Mittel1 wird zu Mittel3, und von S2 zu S3, Zweck2 wird zu Zweck3. Die Übergänge zu S3 zeigen einen weiteren Modus einer Schnittstelle, jetzt in einem expliziten Sinne, daß sich in einem weiteren Teilsystem das Verhältnis von S1 und S2 darstellt und zwar bezüglich ihrer jeweiligen Basiszustände, die nicht an der unmittelbaren Verknüpfungsstruktur teilhaben.

Die Bedeutung dieses Systems S3 relativ zu S1 und S2 ist nicht die eines allgemeineren, umfassenderen Modells gegenüber den konkreteren Teilmodellen, sondern ein nicht-hierarchisches, aus der strukturellen Superadditivität mögliches Medium-System der Darstellung der Spannweite der Zustandsverkettungen der Systeme in einem direkten Bezug, der sonst über die Systeme verteilten „äußeren“ Zustände der Verteilung. Als vermittelndes System ist es nicht autonom im Sinne der beiden unmittelbar verketteten Systeme, diese Systeme erzeugen durch ihre system-internen Operationen und deren Verknüpfung Konstellationen der Systeme, die sich nur in einem anderen System, an einem anderen Ort, in der Gesamtstruktur zeigen. Die Bedeutung dieses Systems liegt darin, daß es den durch beide Systeme erzeugten gemeinsamen oder kontroversen Zusammenhang darstellt, der als dritter Bereich in der Kommunikation als gemeinsamer Argumentationsbereich von beiden Systemen im Wechsel zu ihren internen Argumentationen angenommen werden kann. Dadurch können die Systeme in diesem Wechsel der Rollen, zwischen jeweils ihrem und dem gemeinsamen Standpunkt, das mediale System mit koordinativen Inhalten anreichern und so auch als Kontrollmedium relativ zu ihrer direkten Koppelung betrachten. Dieses Kontrollsystem ist aufgrund seiner Struktur von den Teilsystemen selbst erzeugt, es ist kein von einem äußeren Standpunkt erzeugtes normatives oder Abbildungsmodell.

Durch die Charakterisierung dieses Teilsystems sind keineswegs andere Teilsystemrelationen für planerische, koordinative, dispositive usw. Tätigkeitsverhältnisse aus den Organisationsstrukturen verteilter Systeme ausgeschlossen. Im Gegenteil, je reicher diese Verknüpfungsstruktur der Teilsysteme, (d. h. ihre Anzahl) ist, desto mehr durch strukturelle Unterschiede sich ausdifferenzierende Tätigkeitsrelationen lassen sich finden.

### **13 MODELL FÜR EINE DREI-KONTEXTURALE OBJEKTBESTIMMUNG DURCH ANKNÜPFUNG AN DIE SEMIOTISCHE MATRIX**

Komplementär zur polykontexturalen Theorie auf der Ebene der Aussagenlogik fehlt eine Theorie der Bestimmung polykontexturaler Objekte.

Die Vermittlung von Kontexturen

$$K^{(3)} = K^{1*} K^2 * K^3$$

als Rahmentheorie heterogener Bereiche, der Proemialität als Schnittstellenmechanismus von Umtausch und Ordnung (Funktionswechsel) läßt die interne Objektstruktur

unbestimmt.

Die polykontexturale Prädikatenlogik leistet nur eine abstrakte extensionale Behandlung der Individuen.

In bezug auf die semiotische Matrix wird eine intensionale Objekttheorie modelliert.

Die Bestimmung des semiotischen Objektes aus der triadisch-trichotomen Kategorientheorie in seiner Zeichenklasse bzw. Realitätsthematik wird polykontextural gedeutet.

Ein polykontexturales Objekt steht im Schnittpunkt aller Kontexturen einer bestimmten Komplexität.

Abstrakt ist ein Objekt  $x^{(3)} \in K^{(3)}$  und

aufgelöst  $x^{(3)} = x^1 * x^2 * x^3$ .

Dies wäre jedoch in Analogie zur Rahmentheorie und bringt daher keine weitergehende Bestimmung der Objektstruktur.

Ein Objekt ist Schnittpunkt der Bereiche in dem konkreteren Sinne, daß jeder Bereich aus den anderen Bereichen mitdefiniert wird.

Dies führt auf das kombinatorische Bestimmungsschema der Semiotik, in dem jede Kategorie trichotomisch durch alle Kategorien mitbestimmt wird bzw. sich entfaltet (siehe Literaturhinweise: „Vorstudie ...“).

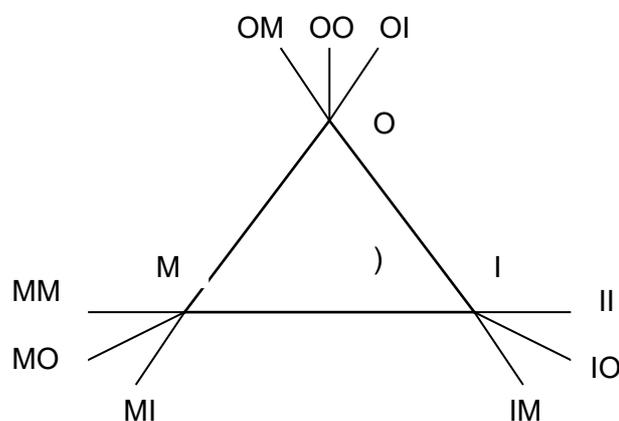
Jedes Objekt bezieht sich somit reflexiv auf sich selbst und heterorelational auf die anderen Kontexturen (Bereiche).

JM =: J → M

JO =: J → O

JJ =: J → J

Da J Element einer triadischen Relation ist, wird es von seinen Relationsgliedern spezifiziert. Daher wird die Triade (J, O, M) trichotomisch charakterisiert. Das Objekt einer drei-kontexturalen Verbundkontextur ist somit triadisch-trichotomisch definiert.



Die semiotische Matrix als vollständiges Bestimmungsschema (Strukturschema) eines drei-

kontexturalen Objektes in den Bereichen Produktion (P), Entwicklung (E) und Vertrieb (V)

PP	EP	VP
PE	EE	VE
PV	EV	VV
P	E	V

notiert innerhalb der drei-kontexturalen Rahmenstruktur

das Wechselspiel zwischen Dominanz und Aspekt der Tupel.

Als Sprechweise könnte man für  
 die erste Stelle mit „Objekt als.....“ und  
 die zweite Stelle mit „unter dem Aspekt von.....“ oder  
 „mit Bezug auf.....“ oder  
 „mitbestimmt von.....“ oder  
 „fungiert als.....“

verwenden.

Analog zur Bildung der Zeichenklassen bestimmen sich aus den allgemeinen Verknüpfungsbedingungen für Objekte

$$x^{(3)} = (x_1^1 x_2^1, x_1^2 x_2^2, x_1^3 x_2^3)$$

konkrete Objektstrukturklassen.

Die Beispiele (PP, EP, VE)  
(PV, EV, VV)

stellen mögliche Auflösungen der intensionalen Objektstruktur

$$P^{(3)} \quad x^{(3)}$$

dar.

### Schnittstellenkonzeption bezüglich der Objektstruktur

Da das Objekt in jeder Kontextur zugleich unter den Aspekten aller Kontexturen fungiert, ist jede Schnittstelle bei m Kontexturen als m-Tupel von Verhältnissen der Objektbestimmungen jeweils zweier Bereiche definiert.

Im drei-kontexturalen Modell ergibt sich für die Schnittstelle Produktion - Entwicklung das allgemeine Schema:

	Grundstruktur der Schnittstelle
PP - EE	Systemwechsel
PE - EP	Dualität, Inversion
PV - EV	Invarianz

Die Schnittstellenverhältnisse sind ohne Richtungssinn. Sie sind reine Transformationen von intensionalen Bestimmungsverhältnissen, für die konkrete Regeln gefunden werden müssen.

Die Grundstruktur der Schnittstelle ist durch die drei Verhältnisse für den unmittelbaren Übergang zweier Bereiche bestimmt.

Durch die Simultaneität von E, P, V wird, da E, P, V nicht konstant und statisch sind, das Kon-

zept eines identischen Serienprodukts prinzipiell aufgehoben (Massenproduktion individueller Produkte). Das unter einem Prototyp subsummierte Serienprodukt ist nur ein Spezialfall des m-kontextural definierten industriellen Objekts: dann, wenn E, P, V konstant gesetzt werden. In diesem Fall ist auch Simultanität ohne Verlust in einer Linearität, d. h. Sukzessivität überführbar. Das Umgekehrte gilt nicht: Variabilität von E, P, V ist unter der Bedingung der Linearität nur im Zusammenhang der Kategorie „Störung“ möglich.

Schnittstellenprobleme:

- Kollision der Ausrichtungen der Objektbestimmungen
- Adaption und Kompatibilität
- Teilakzeptanz der Ausrichtungen
- Frage nach den Mechanismen der nachträglichen Anpassung der Übergabebedingungen

Die Komplexität der Schnittstelle erlaubt ein Funktionieren des Übergangs von einem Bereich zum andern auch dann, wenn nur Teilübereinstimmung in der Zielsetzung des Objekts gegeben ist.

## **14 SKIZZE EINER GRAPHEMATISCHEN SYSTEMTHEORIE**

### **Zur Problematik der Heterarchie verteilter Systeme im Kontext der New „second-order“ Cybernetics**

14.1 Cybernetic Ontology: Hierarchie und Heterarchie komplexer Systeme

14.1.1 Zur Architektur heterarchischer Systeme

14.1.2 Zur Organisation komplexer Systeme

14.1.2.1 Strukturtypenbildung

14.1.2.2 Komplexionstypen

14.1.3 Zur Prozessualität komplexer Systeme

14.1.4 Zur Objektivität komplexer Systeme

14.2. Konkretisierungen

14.2.1 Zum Substanz-Fetisch

14.2.2 Die Dinge und ihre Ränder

14.3 Glossar der Polykontextualitätstheorie

Zur Explikation von GANZHEIT

In den 70-er Jahren ist offensichtlich die strenge Hierarchisierung und Optimierung kybernetischer Prozesse in Wirtschaft und Wissenschaften als Paradigma der 60-er Jahre zu einem gewissen Abschluß gekommen und durch eine gegenläufige Tendenz der Fuzzifikation (Parametrisierung, Modalisierung, Intensionalisierung usw.) aller basalen Kategorien ersetzt worden. Diese Auflösung der Kategorien der allgemeinen Systemtheorie und Kybernetik hat rückwirkend zu einer Revision und Tieferlegung der entsprechenden Kategorien und Begriffsbildung durch die Second Order Cybernetics bzw. die New Cybernetics der 80-er Jahre geführt.

Die Fuzzy-Strategien sollten das alte Konzept der Stabilität und des Wachstums an die neuen Bedingungen einer durch Diskontinuitäten, Instabilität, Undurchschaubarkeit und Wachstumskrisen gekennzeichneten Realität anpassen.

Die New Cybernetics versucht direkt die Ansprüche der alten allgemeinen Systemtheorie mit den neuen Bedingungen der Diskontinuität und Inkompatibilität durch sukzessive Transformation der basalen Begrifflichkeit in Einklang zu bringen.

War die alte Kybernetik mit der Regelung (Optimierung usw.) von Systemen beschäftigt, so

ist die Thematik der New Cybernetics die „Regelung der Regler“ der Systeme in turbulenten Umgebungen. Die New Cybernetics ist also eine Kybernetik der Kybernetik und daher von „second order“. Wie beim „Denken des Denkens“ handelt es sich hier nicht um eine Iteration, die beliebig zu vollziehen wäre, denn die Second-Order Cybernetics entwickelt Gesetzmäßigkeiten, die umfassender sind als die ihrer Thematik, und die gewisse Abschlußeigenschaften besitzen.

Es ist anzunehmen, daß die Transformation der systemtheoretischen und kybernetischen Begrifflichkeiten nicht im luftleeren Raum aus rein inner-theoretischen Gründen erfolgt ist, sondern als Reaktion auf verschiedene reale Erfahrungen, die teils aus den empirischen Wissenschaften (so etwa der Gehirnphysiologie), teils aus gesellschaftlichen, wirtschaftlichen u.a. Zusammenhängen stammen.

Es muß also angenommen werden, daß die Produktivkräfte eine Komplexität angenommen haben, die es nicht mehr erlaubt, sie mit den Mitteln der alten Systems Research zu erfassen und zu steuern.

Eine Managementtheorie, die weiterhin sich von den Konzepten des alten Paradigmas leiten läßt, ist wohl weitgehend dem Mißerfolg ausgeliefert und kann sich nur auf adhoc-Methoden und zufällige Erfolge, deren Zustandekommen nicht mehr verstanden werden, verlassen.

Andererseits ist es nun gewiß nicht so, daß ein disponibles Second-Order-Cybernetics-Instrumentarium schon zur Verfügung stünde und es nur darum ginge, es aufzunehmen und zu applizieren. Dies wird leicht von verschiedener Seite suggeriert. Eine solche Haltung wird unweigerlich zum Mißerfolg führen, da die neuen Instrumente weit weniger ausformuliert und operativ zugänglich gemacht sind.

Die Arbeit, die zu leisten ist, läßt sich wie folgt charakterisieren:

1. Die Gründe für das Versagen der klassischen Methoden müssen aufgedeckt werden, d.h. die klassischen Methoden müssen bezüglich ihrer Effektivität klarer ab- und eingegrenzt werden,
2. müssen die neuen Tendenzen gesammelt, versammelt, aufgenommen und reflektiert, auf ihre Brauchbarkeit hin analysiert werden,
3. müssen die Konsequenzen aus den neuen Konzepten für die operativen Methoden und Instrumentarien gezogen werden.

Es besteht die Gefahr, daß die New Cybernetics sich der klassischen Kybernetik gegenüber als bloße Kritik, als Kritizismus erweist, der in den harten Methodologien alles von der kritisierten „positivistischen“ usw. Kybernetik bezieht und selber im begriffsdialektischen Jargon der Selbstbezüglichkeit verharrt. Der Circulus Creativus regelt keinen einzigen realen Prozeß, außer den der phonetischen Zirkulation, und diese ist bekanntlich seit längerem inflationär.

Es sollen daher hier einige Konsequenzen für die Begriffsbildung und die formalen Methoden aus der Tendenz der New Cybernetics gezogen und semiformal expliziert werden.

Die klassische Kybernetik läßt sich eingrenzen etwa durch die Bestimmung, daß sie sich mit der Regelung von System unter den Aspekten der Stabilität, des Wachstums, der Selbstorganisation (Selbstkorrektur usw.), der Adaption, des Lernens usw. unter den Bedingungen der **H i e r a r c h i e** beschäftigt, während die New Cybernetics sich den Bedingungen der **H e t e r a r c h i e**, der Diskontextualität komplexer Systeme bzw. Systemganzen öffnet, ohne dabei jedoch die erreichte Konzeptualisierung der hierarchischen Systemtheorie zu verdrängen. Vielmehr wird sich zeigen, daß zwischen Hierarchie und Heterarchie selbst ein komplexes Wechselspiel besteht, das durch die Proemialrelation geregelt wird.

Die Auswirkungen der Heterarchie sollen untersucht werden in Bezug auf:

1. Die Architektur komplexer Systeme
2. Die Organisation komplexer Systeme
3. Die Prozessualität komplexer Systeme
4. Die Objektivität komplexer Systeme

Eine hierarchische Architektur der Systeme bestimmt die Grundkonzeption, die Begrifflichkeit der Systemtheorie, d.h. Systeme sind im Rahmen der allgemeinen Systemtheorie letzten Endes immer hierarchisch strukturiert oder lassen sich hierarchisieren.

Heterarchie bestimmt die Beziehung zwischen (hierarchischen) Systemen unter der Maßgabe, daß diese sich nicht hierarchisieren lassen. Heterarchie ist also negativ bestimmt als eine Architektur komplexer Systeme, die sich nicht hierarchisieren läßt. Ein heterarchisches System läßt sich nicht ohne Verlust wesentlicher Bestimmungen auf ein hierarchisches System abbilden.

Positiv bedeutet Heterarchie, daß verschiedene zueinander disjunkte hierarchische Systeme miteinander verkoppelt werden können und so zu kooperativer Einheit gelangen, ohne die Autonomie der Teile einem übergeordneten Meta-System abgeben zu müssen. Zwischen den Konstrukten Hierarchie und Heterarchie herrscht jedoch nicht wieder eine Hierarchie, so daß etwa die Heterarchie die Hierarchie umfaßt. Vielmehr besteht zwischen beiden ein komplexes Wechselspiel, dessen Regeln selbst nicht wieder hierarchisch oder heterarchisch strukturiert sind, sondern die Bedingungen der Möglichkeit der beiden Grundbestimmungen aller Systeme überhaupt angeben, ihnen vorgeordnet sind, sie in ihrer Möglichkeit eröffnen. Die Eröffnung der Systemtheorie, ihr Vorspiel, d.h. ihr Proömion, ist kodifiziert und inskribiert in der „proemial relationship“, der Proemialrelation.

Wie Teilsysteme zu hierarchischen Systemen verknüpft werden ist bekannt. Es stellt sich die Aufgabe, die Mechanismen der Verknüpfung hierarchischer Systeme zu heterarchischen Systemen anzugeben. Dabei ist es wichtig die richtige systematische Ebene, bzw. den richtigen logisch-strukturellen Ort der Thematisierung zu finden.

Einer der relevantesten Gründe, warum hierbei an die Arbeiten des BCL (Biological Computer Laboratory, Urbana, Illinois, USA) angeknüpft wird, liegt darin, daß das BCL in einzigartiger Weise die Verknüpfungsmechanismen von der Ebene der Theorie auf die Ebene der der Theorie zugrunde liegenden LOGIK und SEMIOTIK bzw. Ontologie, und später der der Arithmetik zugrunde liegenden Zahlkonzeption, zurückgeführt hat.

Das BCL ist hervorgetreten durch Arbeiten zu einer Theorie lebender Systeme allgemeiner Art (biologische, soziale, künstliche, usw.). An der Entwicklung dieser Arbeiten waren so namhafte Wissenschaftler wie W. S. McCulloch, H. v. Foerster, R. W. Ashby, G. Günther, L. Löfgren, H. Maturana, F. Varela, G. Pask, St. Beer u.a. beteiligt. International bekannt wurden die Kongresse zur Begründung der Theorie selbstorganisierender Systeme Anfang der 60er und die Theorie polykontexturale (Günther) und autopoietischer Systeme (Maturana, Varela) in den 70er Jahren.

Zwei Strategien zur Entwicklung einer allgemeinen Systemtheorie lebender Systeme wurden entwickelt und haben zu den zwei wichtigsten Theorie-Entwicklungen geführt:

- 1) Die Theorie polykontexturaler Systeme von G. Günther
- 2) Die Theorie autopoietischer Systeme von Maturana und Varela.

- Die Theorie polykontexturaler Systeme zeichnet sich durch eine radikale Tieferlegung der Fundamente der wissenschaftlichen Begriffsbildung aus und leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Überwindung der Dichotomie von Natur und Geisteswissenschaft bei Auf-

rechterhaltung der mathematischen Operativität und der hermeneutischen Komplexität.

- Die Theorie autopoietischer Systeme ist zwar weniger komplex, hat sich aber durch die Wahl des Calculus for Indication als Logical Framework und der klassischen Rekursionstheorie als Methodologie der Formalisierung einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich erwiesen.

In der Zwischenzeit ist eine Rückbeziehung auf die erste Strategie der Tieferlegung des Ansatzes zu verzeichnen, etwa in dem Hinweis von Gordon Pask, daß die „New Cybernetics“ ihre philosophischen und logisch-strukturellen Fundamente und Direktiven in der Polykontextualitätstheorie („Cybernetic Ontology“) Günthers fände.

Beide Tendenzen, sowohl die Polykontextualitätstheorie Günthers, als auch der Calculus for Self-Reference von Varela, setzen direkt auf der logischen Ebene an und hintergehen damit die ganze Problematik theoretischer wie informationeller Art, die zu komplizierten, den harten Kern der Problematik verdeckenden Theoriebildungen und mathematischen Apparaten führen.

Damit ist schon angedeutet, daß alle Theorien der Vernetzung wie auch alle Applikationen von Theoremen aus den Einzelwissenschaften wie es im Falle der dissipativen Systeme, der Katastrophentheorie, der biologischen Evolutionstheorie usw. geschieht, für eine direkte Analyse der Problematik nicht in Frage kommen.

Der Begriff der Heterarchie muß also so fundamental wie möglich angesetzt werden. Da es hier nicht um eine Philosophie heterarchischer Systeme geht, ist eine Lokalisierung der Thematik auf der Ebene von logischen Systemen und ihrer Semiotik bzw. Arithmetik ausreichend und verspricht eine Darstellung, die an ausreichend Bekanntes und Fundamentales anknüpft.

### **14.1 Cybernetic Ontology: Hierarchie und Heterarchie komplexer Systeme**

Ein System ist dann hierarchisch, wenn alle seine Teilsysteme auf einen ihnen gemeinsamen Grund, auf ein und nur ein ihnen zugrunde liegendes System zurückgeführt werden können. Ein hierarchisches System hat demnach einen und nur einen Grund (griech. Grund= arche) und dieser ist, da er der einzige ist auch der höchste (= hieros). Ein heterarchisches System verknüpft, vermittelt eine Vielheit von irreduziblen, nicht ineinander zurückführbaren hierarchischen Systemen. Als Ganzes hat es nicht einen Grund, sondern auch einen anderen (griech. anderen= heteros). Prinzipientheoretisch läßt sich somit sagen, ein heterarchisches System hat neben dem höchsten Grund eines Systems andere höchste Gründe. Jeder der Gründe ist der höchste (hieros) und hat nebengeordnet andere höchste Gründe, daher ist jeder hierarchische Grund auch ein Nicht-Grund, ein abgeleiteter. Der Grund und sein anderer/anderes sind in einem heterarchischen System zu einem komplexen Ganzen verbunden.

Jeder Grund ist nun der *ORT* eines Basis-Systems, von dem aus der logisch-strukturelle und arithmetisch-semiotisch-algorithmische Apparat definiert, begründet, fundiert ist, bzw. von wo aus er seinen Ausgangspunkt nimmt. Ein solches Basis-System ist charakterisiert als *KONTEXTUR* im Gegensatz zum Begriff des *KONTEXTes* der in ihm enthalten ist. Eine Vielheit von Kontexturen wird durch den Mechanismus der Proemialrelation zu einer *VERBUND-KONTEXTUR* bzw. einer Polykontextualität verbunden. (→ 14)

Damit wird postuliert, daß die Beschreibung eines komplexen Systems (bekanntlich dadurch definiert ist, daß es zu seiner Beschreibung eine Vielzahl von Beschreibungsstandpunkten verlangt) nicht dadurch geleistet wird, daß die eine und einzige Logik-Arithmetik bzw. Methodik entsprechend dem Grad der Komplexität verschieden oft angewandt wird und so den

Komplex durch einen Beschreibungsweg rekonstruiert bzw. modelliert, und als theoretisches Resultat, als Resultat einer Applikation festhält.

Eine solche Applikationsweise übersieht zweierlei: einmal, daß das komplexe System als Ganzes so strukturiert ist, daß seine kooperierenden Teilsysteme qua hierarchische Systeme je zugleich bestehen, daß zwischen ihnen eine nicht reduzierbare Koordination und Kooperation besteht. Die Applikation linearisiert die Komplexität in ein Nacheinander von Systemen. M.a.W., der Komplex wird hierarchisiert, einmal durch die Abfolge der Beschreibungsschritte und 2. durch die metatheoretische Einvernahme durch die Hierarchie von Logik usw. und Applikation der Logik usw.

Andererseits wird stillschweigend vorausgesetzt, daß die Orte, die jedes einzelne Teilsystem einnimmt, mit den anderen kommensurabel sind, daß die Orte untereinander homogen sind, und daß daher einer Applikation der Logik, die selber einen Ort einnimmt, nichts im Weg steht, weil zwischen der Struktur, der Qualität des Ortes der Logik und der Qualität des Ortes der Applikation keine Differenz, kein Hindernis, keine *KONTEXTURSCHRANKE* liegt. Es wird also die Homogenität der Orte angenommen.

Die *POLYKONTEXTURALITÄTSTHEORIE*, die eine Theorie heterarchischer Systeme darstellt, geht nun davon aus, daß zur Beschreibung komplexer Systeme nicht nur eine Vielzahl von irreduziblen Standorten eingenommen werden muß, sondern daß jedem Beschreibungsstandpunkt auch ein Ort im Beschriebenen entspricht. Ein heterarchisches System stellt also in sich selbst eine Vielheit dar.

Diese verschiedenen Orte, die als Platzhalter von Logiksystemen fungieren, und damit vor-logischen Gesetzen entsprechen, für die also der Satz der Identität im logischen Sinne nicht gilt, lassen sich dennoch nach Gleichheit und Verschiedenheit unterscheiden. Diese Orte sind als Platzhalter inhaltlich leer, markieren nur den Ort, den ein logisch-arithmetisches System einnehmen kann. Die Architektur und Grammatik dieser Orte wird von der Kenogrammatik (kenos = leer) erfaßt und geregelt.

Heterarchische Systeme sind also verteilte, d.h. distribuierte und in ihrer Distribution kooperativ verknüpfte Systeme, die nicht im Logischen, sondern in der *KENOGRAMMATIK* als allgemeiner Architektur und Grammatik (genauer: Graphematik) fundiert sind.

Die Idee eines logischen bzw. kenogrammatischen Ortes mag befremden. Bekannt ist jedoch die Konzeption des logischen Ortes einer Aussage in der formalen Logik etwa bei Wittgenstein: „3.4. *Der Satz bestimmt einen Ort im logischen Raum...*“. Die klassische Logik behandelt also logische Orte in einem und nur einem logischen Raum. Die transklassische Logik, die die Logik heterarchischer Systeme darstellt, untersucht die Vielheit der logischen Räume, d.h. die Vielheit der Aussagen eines logischen Systems wird transformiert zur Vielheit der Räume und somit zur Vielheit der Logiken.

Das Gitter oder Netz bzw. Netzwerk der Orte, das die Logiken distribuiert, gehört selbst nicht wieder einer Logik an, d.h. die Bedingungen der Möglichkeit der Distribution von Logiksystemen überhaupt, die Ermöglichung derselben, kann nicht selber eines dieser Logiksysteme sein. Die Ermöglichung der Distribution und Vermittlung von Systemen leistet die Kenogrammatik.

Dies ist eines der wichtigsten Abgrenzungskriterien gegenüber Konzeptionen wie dem Calculus for Self-Reference, den Polyautomaten, Zellular-Automaten usw. Diese sind durch eine direkte Selbst-Rückbezüglichkeit und ohne einen Umweg (über die Kenogrammatik) definiert. Der Circulus Vitiosus der dabei entsteht, wird zwar erkannt, aber überschwenglich zum Circulus Creativus oder Circulus Fructuosus erhoben.

### 14.1.1 Zur Architektur heterarchischer Systeme

Die Architektur komplexer heterarchischer Systeme wird bestimmt durch die Anzahl der logischen Orte, d.h. durch die Anzahl der Kenogramme und durch die Verhältnisse von Gleichheit und Verschiedenheit der Kenogramme im Kontext ihrer Verknüpfung.

Angenommen, es sei ein Komplex von Kenogrammen, gleicher und verschiedener, gegeben, dann sind prinzipiell zwei Operationen möglich:

a) *EVOLUTIVE OPERATION*: zu dem bestehenden Komplex mit der Komplexionszahl  $m$  kann ein Komplex mit der Komplexionszahl  $m+1$  erzeugt werden. Dies kann dadurch geschehen, daß ein Kenogramm des Komplexes wiederholt wird oder daß ein neues nicht in der Komplexion enthaltenes Kenogramm assimiliert, hinzugenommen wird. Außerhalb der Komplexion unterscheiden sich die einzelnen Kenogramme nicht, sie sind für sich genommen Monaden und als solche untereinander isomorph, d.h. kenogramatisch äquivalent.

Die evolutive Operation verändert die Komplexität des Systems, indem sie im Rahmen bestehender Qualitäten neue Beziehungen ermöglicht oder indem sie neue Qualitäten aufnimmt und damit die Qualität der ganzen Komplexion verändert.

b) *EMANATIVE OPERATION*: unter Konstanthaltung der Komplexionszahl wird eine Ausdifferenzierung zu voller Komplikation oder zu einer Reduktion auf minimale Komplikation vollzogen.

Emanative und evolutive Operationen bedingen sich gegenseitig. Ohne eine gewisse emanative Komplikation ist keine evolutive Operation und ohne diese keine emanative möglich. Emanation und Evolution sind Komplementäraspekte der Architektur heterarchischer Systeme.

Gemäß der Architektur heterarchischer Systeme transformiert sich das Begriffspaar System/Umgebung entscheidend.

In der klassischen Systemtheorie besteht zwischen System und Umgebung eine Dualität, die logisch einem Negativprozess untersteht. Der Negationsoperator erhält hierdurch für die Systemtheorie eine fundamentale Funktion.

Heterarchische Systeme sind dem Grad ihrer Komplexität entsprechend nicht bloß mit einem *NEGATIONSOPERATOR* ausgerüstet, sondern mit mehreren. Daher sind sie multi-negationale Systeme, die in der Lage sind,

- a) eine vielseitige System-Umgebungs-Relationalität zu konstituieren und
- b) Umgebung nicht nur außerhalb des Systems, sondern auch innerhalb des Systems zu bilden.

Das heißt, die Koinzidenz von System/Umgebung und intern/extern gilt für multinegationale Systeme nicht.

Dadurch daß heterarchische Systeme interne Umgebungen operativ konstituieren können, liefern sie die Bedingungen der Möglichkeit, d.h. den logisch-strukturellen Spielraum für die Simulation und Modellierung externer Systeme. Heterarchische Systeme sind strukturell in der Lage sich „ein Bild von sich selbst“ zu machen.

Ein strukturell ernst genommenes Simulationskonzept verlangt „architektonisch“ wie auch „objekttheoretisch“ eine neue Ver-Ortung außerhalb der klassischen Dualität von

System/Umgebung und ontologisch von Sein/Nichts bzw. Information/Bedeutung.

Die *MULTINEGATIONALITÄT* heterarchischer Systeme ist nicht wie die Negationskonzeption der klassischen Systemtheorie reflexiv, sondern im allgemeinen Sinne zyklisch und generiert eine umfassende Theorie von *NEGATIONSZYKLEN* und zyklischen Permutographen.

Vom Standpunkt heterarchischer Systeme existiert für die klassische Systemtheorie nicht nur eine Koinzidenz von Affirmation/Negation und intern/extern, sondern auch eine Abbildung der genannten Paare auf den Begriff der *AKZEPTION*. D.h. daß ein klassisch definiertes System die Dualität von System/Umgebung annehmen, akzeptieren muß und sie nicht als Ganze negieren bzw. verwerfen kann. Denn die Negation bezieht sich via Dualisierung auf das Begriffspaar und hat selber keine Umgebung.

Wegen der Dynamisierung der Differenz System/Umgebung entsteht in heterarchischen Systemen zusätzlich zur Negation noch die Möglichkeit der Verwerfung, *REJEKTION*, von System/Umgebungs-Dualitäten als Ganzen und damit eine neue funktionale Bestimmung der Dualität System/Umgebung: Die Differenz der komplexen System/Umgebungs-Relation wird nun nicht mehr durch die Negation sondern durch die Rejektion bestimmt.

Logisch lassen sich in der hierarchisch fundierten Systemtheorie nur intra-systemische Informationen durch Junktoren zusammenfassen; das Zugleich-Bestehen von Informationen in heterogenen Systemen wird in der heterarchischen Systemtheorie durch die Operation der *TRANSJUNKTION* geleistet.

Das Konzept der Transjunktion ist der korrelative Aspekt der Rejektion. Die Transjunktion betont das Zugleich-Bestehen eines Systems mit der Umgebung dieses Systems. Das ist jedoch nichts anderes als die strukturelle Definition der Grenze eines Systems, nicht als limit, beschrieben vom Standpunkt des betreffenden Systems, sondern als Simultaneität von Innen und Außen, beschrieben vom Standpunkt eines anderen mit ihm vermittelten Systems einer System-Ganzheit. Dagegen betont die Rejektion den Aspekt der Verwerfung, der stärker ist als die Negation, da sie den systemischen Rahmen der Negation und Affirmation als Ganzes zu negieren, d.h. zu verwerfen vermag. Damit entstehen Stufungen im Begriff der Umgebung. Negation und Rejektion bilden ein neues Begriffspaar als Ergebnis der Explikation der Operation der Ab-Grenzung.

Die Negation der Rejektion erzeugt keine Akzeption, sondern verbleibt im Bereich der Rejektion. Diese ist also als solche negations-invariant. Auf die Gesetze des Zusammenspiels der Negation in multi-negationalen Systemen mit ihren Negationszyklensystemen und die verschiedenen Grade der Rejektivität in transjunktionalen Systemen kann hier nur hingewiesen werden.

Heterarchische Systeme sind somit bezüglich der System/Umgebungs-Dichotomie multinegational, transjunktionale, und bilden eine Ordnung von Strukturtypen gemäß der Kriterien Designation und Non-Designation und von Komplexionstypen gemäß den Strukturen der Verkettung, Verknüpfung und Verschmelzung zwischen Elementar-Kontexturen, die durch die Fundierungsrelation im Ganzen der Komplexion geortet sind und die durch die Objektionen des polykontexturalen Objekts spezifiziert sind bzw. durch ihre Komplexität die Objektion des Objekts definieren. (→ 14)

### **14.1.2 Zur Organisation komplexer Systeme**

Auf der Basis einer architektonischen Komplexität eines Systems lassen sich verschiedene Organisationsformen definieren. Damit wird die Vielheit der architektonischen Möglichkeiten, die Komplexität und Kompliziertheit der Architektur basaler Systeme strukturiert.

Komplexe Systeme sind bezüglich der Unterscheidung von Subjekt und Objekt der Thematisierung neutral, jedoch nicht in dem Sinne daß sie wie in der klassischen hierarchischen Systemtheorie Subjektivität objektiviert und verdinglicht einem hierarchischen Systemkonzept unterworfen wird. Komplexe Systeme implizieren Subjektivität und Objektivität ab ovo. D.h. ihre Begriffsbildungen sind epistemologisch angeordnet noch vor der Unterscheidung von Subjektivität und Objektivität.

#### **14.1.2.1 Strukturtypenbildung**

Da komplexe Systeme Subjektivität implizieren und das Subjekt der Thematisierung in ihre Systematik aufnehmen, also eine Einheit von Thematisierung und Thematisiertem, System und Systembildungsprozess darstellen, lassen sich über dem allgemeinen Systembegriff Strukturunterschiede bezüglich Subjektivitäts- und Objektivitätskomponenten feststellen. Diese Unterschiede, die die Organisiertheit einer Architektur definieren, geben eine Typologie der Strukturen ab, und werden zu *STRUKTURTYPEN* zusammen gefaßt.

Das Kriterium der Unterscheidung der Strukturtypen in einen objektiven und einen subjektiven, d.h. in einen thematischen und einen thematisierenden Aspekt, ist die Differenz von Designation und Non-Designation der Elementarkontexturen. Dabei ist diese Differenzierung von Verbundkontexturen durch das Kriterium von Designation und non-Designation nicht statisch, sondern läßt je nach Komplexitätsgrad Partitionen im Deutungsprozess zu.

Die Partitionen geben den Spielraum an als was sich ein System im Selbstthematisierungsprozess deutet. Zwischen Designation und non-Designation besteht eine Asymmetrie zugunsten der Designation.

Die Strukturtypenbildung liefert das logisch-strukturelle Instrumentarium für eine Theorie der Modellierung und Simulation von Systemen unter den Bedingungen der Komplexität, d.h. der Einbeziehung des Subjekts der Modellierung, Thematisierung und Simulation in den Bereich der Abbildung. Durch die Selbstreferenz dieses Abbildungskonzepts verändern sich für die Simulation die Grundbestimmungen von Zeit, Raum und Modalität.

So ist ein post-industrielles Produkt nicht mehr charakterisiert durch das hierarchische Gefälle von Möglichkeit, Wirklichkeit und Notwendigkeit im Rahmen einer linearen Zeitstruktur, sondern ein Komplex von Modalitäten, der selbst inverse Zeitverläufe impliziert und weitgehend bestimmt wird durch den Einsatz von Simulationsprozessen für die sich das Verhältnis der Modalitäten von Möglichkeit und Wirklichkeit umkehrt.

#### **14.1.2.2 Komplexionstypen**

Die Architektur komplexer Systeme wird bestimmt durch den Grad an iterativer und akkretiver Komplexität und Komplikation. Dieser gibt als solcher keine Auskunft über die möglichen Verknüpfungsstrukturen der einzelnen iterativ und akkretiv bestimmten Verbundkontexturen einer jeweiligen Komplexionsstufe.

Die interne Strukturierung bzw. Organisation der Verbundkontexturen wird durch die Arten der Verkettung, Verknüpfung und Verschmelzung der einzelnen Elementarkontexturen untereinander definiert.

Insofern als die Kenogrammatik der Iteration und Akkretion von Kontexturen negations-invariant ist, d.h. nicht nach den Regeln der identitätstheoretischen Gleichheit funktioniert, gelten für die *KOMPLEXIONSTYPEN* die entsprechenden Abstraktionsregeln. Die möglichen Komplexionstypen reduzieren sich damit auf die graphentheoretisch formulierten Figuren der Baumstrukturen, die figurativ zwischen Linie und Stern die Skelettstruktur der Polykontexturalität komplexer Systeme bestimmen.

### 14.1.3 Zur Prozessualität komplexer Systeme

Da komplexe Systeme aus relativ autonomen Teilsystemen bestehen, kann ein Prozeß in einem Teilsystem anfangen und a) in ihm verweilen, *ITERATION* oder b) in ein anderes Teilsystem übergehen *AKKRETION*. Prozesse können relativ frei von einem Teilsystem zu einem anderen und zurück wechseln. Ein Prozeß kann als ein-kontexturaler in einer Kontextur starten und in mehr als einer weiteren Kontextur als polykontexturaler Prozeß sich fortsetzen.

Damit ist die Grundlage für eine irreduzible *POLY-PROZESSUALITÄT* angegeben.

Die komplexen Phänomene der Mehrzeitigkeit, der Gegenzeitigkeit und der Polyrhythmie wie auch die Dynamisierung von Entscheidbarkeit und Unentscheidbarkeit in formalen Systemen lassen sich hierdurch explizieren.

Die allgemeine Konzeption der Prozessualität in komplexen bzw. heterarchischen Systemen transformiert grundlegend Apparat und Konzeption der Operativität und der Entscheidung.

Das heute aktuelle Programm der Parallelisierung von Prozessen (in Hard- und Software), die Entflechtung und Dezentralisierung von Entscheidungsbefugnissen usw. steht trotz aller Dynamisierung unter dem Diktat des unilinearen Konzepts der Operativität. Wenn versucht wird, möglichst viele Prozesse von der Sukzession zur Simultaneität (Parallelität) überzuführen, darf nicht vergessen werden, daß dies auf der Basis der klassischen Kalkül-, Automaten-, usw. und der String-Theorie geschieht, für die gerade das Prinzip der Linearisierbarkeit aller operativer Prozesse charakteristisch ist. Alle operativen, dem Satz der Identität bzw. der Finitheit und Eindeutigkeit unterstellten Prozesse, lassen sich linearisieren. Die Mehrlinigkeit erzeugt keine Erweiterung der Operativität, einzig eine Minderung der Operationszeit (s. Komplexitätstheorie der Algorithmen). Diese Ökonomisierung der Operativität in klassischen Systemen mit parallelen Prozessen, deren Abgrenzung durch die bekannten Limitationstheoreme (Gödel, Church, Markov) markiert ist, läßt sich radikal steigern, wenn die Parallelität und Simultaneität vom intra- zum trans-systemischen logisch-strukturellen Ort verschoben wird. Parallelität nicht bloß innerhalb des einen universellen Systems, sondern „Parallelität“ einer Vielheit von „universellen Systemen“, die intrasystemisch die klassische Konzeption der Parallelität aufbewahren, kennzeichnet den Schritt von der Prozessualität und Operativität hierarchischer zur Poly-Prozessualität heterarchischer Systeme.

Eine Konsequenz aus der algorithmischen Polyprozessualität ist nun, daß der Begriff der Unentscheidbarkeit, der den Rahmen der intrasystemischen Operativität regelt, selbst dynamisiert wird. Was in einem algorithmischen System unentscheidbar ist, kann sich in einem anderen komplexen System durchaus als entscheidbar erweisen. Daraus ergeben sich neue Möglichkeiten der Konzipierung und Realisierung von Systemen mit Selbstorganisation, Selbstreproduktion, Selbstkorrektur usw.

Wegen der prinzipiellen Linearisierbarkeit von algorithmischen Prozessen in hierarchischen Systemen ist der Entscheidungsweg durch ein Labyrinth eindeutig und nicht-zirkulär. Der Weg hin ist gleich dem Weg her, m.a.W., von einem Anfangspunkt zu einem Endpunkt und zurück gibt es prinzipiell einen und nur einen Weg. Für eine Entscheidungstheorie bedeutet das, daß in ihr keine transkontexturalen Übergänge von einer Kontextur zur anderen möglich sind. Der Entscheidungsspielraum ist also eingeschränkt auf die intrakontexturale Alternative, ohne die Möglichkeit ihrer Verwerfung.

Polyprozessuale Systeme lassen Raum für das Zusammenspiel von kognitiven und volitiven Prozessen, ohne daß deren Heterarchie gestört werden muß. Ein Kennzeichen der Heterarchie von Polyprozessen ist, daß deren Intransitivitäten etwa bei Entscheidungsprozessen zwanglos im Rahmen der polykontexturalen Logik mit Hilfe der Operation des transkontexturalen Übergangs dargestellt werden kann.

Kommunikationsprozesse im Zusammenhang mit transkontexturalen Übergängen implizieren die Möglichkeit einer neuen Theorie von Kodifikation und Dekodifikation, insofern als in komplexen Systemen neben dem Binarismus von Affirmation und Negation auch der Rejektionsfunktion, die den transkontexturalen Übergang regelt, mit einer polyadischen Informationstheorie entsprochen werden muß. Es entsteht die Notwendigkeit der Entwicklung einer sogenannten trans-medialen Kodifikationstheorie, die die klassische monokontexturale Informations- und Kommunikationstheorie ablöst.

#### 14.1.4 Zur Objektivität komplexer Systeme

Das Objekt (Element) der klassischen Systemtheorie wird ontologisch durch das Substanz-Attribut-Schema bzw. logisch durch das Individuum-Prädikat-Schema definiert und untersteht dem Identitätsprinzip, das insbesondere für den Substanzbegriff, aber auch für die einzelnen Attribute, auch trotz einiger Dynamisierungen, etwa durch die Fuzzifikation oder die Konzeption einer parakonsistenten Logik und Mengenlehre, seine Gültigkeit realisiert.

Die Gültigkeit des Identitätsprinzips für den Objektbegriff besagt, daß für die klassische Systemtheorie das Objekt prinzipiell kontextunabhängig definiert ist. M.a.W., die Substituierbarkeit des Objekts und dual dazu seine beliebige Verknüpfbarkeit (Konkatenation) mit anderen Objekten ist Ausdruck der Herrschaft des Identitätsprinzips. Das klassische Objekt kennt nur die Differenz von Substanz und Attribut innerhalb einer Kontextur, es ist also monokontextural. In der Logik wird das Individuum eingeführt über eine Reflektion auf die Subjekt/Prädikat-Relation von Sätzen, deren Logik durch die Aussagenlogik bestimmt wird. Die Aussagenlogik mit ihren zwei Wahrheitswerten ist das logische Modell einer Monokontextur. Da der Begriff des logischen Objekts (Individuum) erst in der durch die Aussagenlogik fundierten Prädikatenlogik erscheint, ist es sekundär und im Allgemeinen extensional eingeführt und wird nicht durch die kontexturale Begrifflichkeit definiert.

Im Gegensatz dazu wird der polykontexturale Oberbegriff direkt als eine *SPEZIFIKATION* der Elementarkontexturen einer Verbundkontextur eingeführt. Die Objektivität des polykontexturalen Objekts wird also kategorial durch die Spezifikation der Elementarkontexturen und nicht über eine Reflektion auf intra-kontexturale Bestimmungen und auch nicht in Bezug auf Kontexturverhältnisse bestimmt.

Korrelativ zur Einführung des polykontexturalen Objekts wird eine Elementarkontextur objektiv durch ihre Relation zu den anderen Elementarkontexturen spezifiziert, charakterisiert und konkretisiert. Eine Elementarkontextur als Selbst-Zyklus ist durch ihre objektionale Charakterisierung eingebettet in den Gesamtzusammenhang der Verbundkontexturalität, ist also fundierter Teil des Ganzen, spiegelt die Verbund-Kontexturalität in sich und ist nicht eine isolierte Monokontextur ohne Umgebung.

Ein polykontexturales Objekt gib an, als was die einzelnen Kontexturen im Verbund fungieren. So gibt eine Veränderung des Objekts eine Funktionsveränderung der Verbund-Struktur an.

Die polykontexturale *FUNDIERUNGSRELATION* fundiert nicht Objekte, sondern Relationen und Funktionen zwischen Kontexturen vom Standpunkt einer oder mehrerer anderer Kontexturen des Verbundes, die als Elementarkontexturen fungieren. Die Fundierungsfunktion fundiert den relationalen Zusammenhang der Gesamtstruktur auf der Basis vorgegebener Kontexturen. Der Standpunkt, von dem aus eine Kontextur thematisiert wird, ist zwar funktional als konstante, kontextural als Elementarkontextur, jedoch nicht als Objekt definiert. Eine Konstante läßt sich relational als Reflexivität, Selbstzyklus bestimmen und kann daher als Elementarkontextur interpretiert werden. Ein Objekt ist definitorisch nicht selbst-zyklisch, sondern in Relation zu allen anderen Elementarkontexturen eingeführt, also polyrelational.

Das polykontexturale Objekt nimmt auf Grund seiner internen Komplexität nicht einen, sondern mehrere Orte simultan ein, es ist also polylokal. Das reine polylokale Objekt in Absehung jeder kontextur-logischer Thematisierung, bezogen nur auf seine Architektur bzw. Komplexität seiner Substanz, als reines Dies-da, ist bestimmt allein durch die Struktur seiner Örtlichkeit, und diese wird notiert in der Kenogrammatik als *MORPHOGRAMM*.

Der klassische Objektbegriff mit seiner Dualität von Substitution und Konkatenation fundiert das Prinzip der Modularität.

Für den ganzheitlich bzw. heterarchisch definierten Objektbegriff verändert sich die Dualität von Substitution und Konkatenation dahingehend, daß diese nicht mehr unter dem Diktat der Identität steht. Das heißt, daß bei der Konkatenation von Objekten zu System sich diese in ihrer Bestimmung verändern. Die Identität eines polykontexturalen Objekts vollzieht sich im Gebrauch, in der Funktion des Objekts im Gesamtkontext und verändert sich im Übergang zu einem anderen Kontext. Die Identität des Objekts bewahrt sich nur in intrakontexturalen Prozessen. Vom Standpunkt der Polykontexturalität ist das klassische Identitätsprinzip also ein abgeleitetes, ein Spezialfall der ganzheitlichen kontexturalen Dynamik des heterarchischen Objekts.

Die Gültigkeit des Prinzips der Modularität ist also auf sehr spezielle Systeme eingeschränkt. Wird es nicht in seiner Beschränktheit eingesetzt, ergeben sich Kollisionen, die dadurch entstehen, daß die Überdetermination der Bestimmungen der Objekte nicht zur Harmonie gebracht werden kann.

Andererseits besteht nicht die Notwendigkeit, daß ein heterarchisches Objekt vollständig in einem Konnex eingebettet sein muß, um den Bedingungen einer Gesamtfunktion zu genügen. Die Komplexität des Objekts läßt es auch zu, daß es zugleich in mehreren parallelen oder gegenläufigen, konkurrenten Konnexen oder Prozessen seine Funktion erfüllt. Diese Bestimmungen sind relevant für die sogenannte Schnittstellenproblematik, wie sie in verschiedenen konkreten Systemen auftritt.

## 14.2 Konkretisierungen

Kritik der Verschiebung von heiligen Kühen wie „Komplexität“, „Flexibilität“, „Kontextsensitivität“, usw., und insbesondere „Selbst (Rück)bezüglichkeit“ von der „industriellen“, ökonomischen Syntax und Semiotik in die Semantik, Pragmatik und in sonst eine Kommunikations-theologie.

Der Bedeutungswandel eines Objekts beim Wechsel seines Kontextes bzw. Konnexes, der Funktionswandel eines industriellen Produkts beim Übergang von einer Bearbeitungsweise zur anderen betrifft nicht nur seine Bedeutung oder seine Relevanz für die weitere Verarbeitung, sondern auch seine „syntaktische“ Struktur. Das was das Objekt in seiner Seinsweise bestimmt ist sein Gebrauch. Der Gebrauch bestimmt jedoch nicht bloß die Bedeutung des Objekts, so daß sein materielles Substrat invariant bliebe und bloßer Träger von Bedeutung, Relevanz und anderer Interpretamente zu sein hätte. Die Idee des materiellen Trägers von Bedeutungen bzw. Attributen hat zur Voraussetzung ein homogenes Raum-Zeit-Kontinuum in dem sich der Träger d.h. die Substanz als Identität konstituiert. Ein noch so komplexer Mechanismus von Standpunkt und Relevanzwechsel ändert an der prinzipiellen Monokontexturalität des Substanzbegriffes nichts. M.a.W. die Substanz als Träger von Bedeutungs-differenzen verhindert die Entflechtung der Standpunkte, Relevanzen usw. Die Substanz als letzte Instanz subordiniert die Differenzen der Bedeutungswechsel unter das Prinzip der Identität und der Monokontexturalität.

D.h. also, daß auf der materiellen Ebene der industriellen, oder soll man sagen, der post-in-

dustriellen Produktion alles beim alten bleibt, und sich die Komplexität und die Probleme ihrer Verarbeitung erst auf der Ebene der informationellen Produktion, d.h. der Organisation, Planung, Steuerung und Interpretation aufdrängen.

Im Modell der Tektonik formaler Systeme bedeutet das eben Angedeutete, daß zwar in der Semantik und eventuell in der Pragmatik eine Pluralität und Differenziertheit eingeführt wird, jedoch auf der Basis einer Monoformität der Syntaktik und ihrer zugrundeliegenden Semiotik. Da sich formale Systeme arithmetisieren, d.h. eindeutig auf die Reihe der natürlichen Zahlen abbilden lassen (Gödelisierung), reduziert sich die Polyformität der Semantik auf die durch die Syntaktik diktierte Monoformität. Einfacher läßt sich sagen, daß die Vielheit der semantischen Sorten, Typen usw. auf die Einzigkeit des syntaktischen Alphabets zurück zu binden sind.

Ist man einmal im Bereich der formalen Systeme, der Rekursions- und Algorithmentheorie angelangt, lassen sich leicht die Theoreme der Entscheidbarkeit/Unentscheidbarkeit, Kreativität (von Funktionen), Probleme der Selbst-Bezüglichkeit (-Organisation, -Produktion, -Reparatur, usw.) ins Spiel bringen und zwar einmal von der Grundlagenforschung aber auch vom applikativen Standpunkt (von Neumann, Löfgren, Zuse u.a.).

Nur von diesem monokontexturalen Standpunkt aus ist es richtig von einer „strukturellen Unmöglichkeit der vollautomatischen Produktion elektronischer Objekte“ zu sprechen. Richtig ist, daß für Prozesse mit einer Strukturzahl größer 3 derzeit Menschen die Träger von Kreativität usw. sind. Da in der sog. Natur Lebensprozesse entstehen und vergehen ohne menschliches Dazu-Tun; also Selbstproduktion, Autopoiesen, usw. unabhängig vom Menschen existieren und es gerade das erklärte Ziel der biologischen Kybernetik ist, diese Prozesse im technischen Artefakt zu wiederholen - im Bewußtsein, daß der Mensch auch ein biologisches Wesen ist -, stellt sich die Frage nach der Machbarkeit einer „voll-automatischen Produktion elektronischer Produkte“.

Werden die heiligen Kühe von der Semantik in die Syntax und weiter getrieben, dann muß die Selbstreferentialität auch auf dem Felde der materiellen Produktion, d.h. auf der Ebene der materiellen Bauteile, Baugruppen, Apparate, Automaten usw. zu finden sein.

### **14.2.1 Zum Substanz-Fetisch**

Einmal muß der Mythos der materiellen Gegebenheit von Produkten - der Substanz-Fetisch - gebrochen werden und die Strukturen der Selbstproduktion von Produkten außerhalb monokontexturaler Bedingungen analysiert und als technisch wiederholbar postuliert werden.

Es brauchen keine tiefgehenden ontologischen Untersuchungen angestellt zu werden; obwohl das Ganze hier tatsächlich nur im Rahmen einer fundamentalen Kritik der klassischen Ontologie darstellbar ist, dies sollte im Hintergrund immer mitbedacht werden - mit einfachen Adhoc-Lösungen ist hier nichts getan - um klar zu machen, daß ein Objekt nicht selbstgegeben ist, sondern nur durch seine Thematisierung, durch seinen Gebrauch zu dem wird was es „ist“. So ist etwa ein Kondensator eben nicht einfach ein Kondensator, sondern je nach dem, ob er im Einkauf, in der Fertigung, im Einbau, bei der Messung und Prüfung, vom Techniker, Einkäufer, Arbeiter, Physiker, Chemiker, usw. usf. bestimmt wird. Für sich allein, ohne Gebrauch, ist der Kondensator gar nicht existent. Seine abstrakte Benennung als Kondensator ist für sich auch nur ein Gebrauch. Daraus folgt nicht, daß es eine abstrakte Eigenschaft gibt, die nun zum Träger aller anderen Eigenschaften dienen könnte. Es ist also nichts Mysteriöses im Spiel, wenn gesagt wird, daß ein Produkt seine Identität wechselt, wenn es von einem funktionalen Zusammenhang zu einem anderen übergeht. Dieser Identitätswechsel bezieht sich also nicht nur (sekundär) auf organisationelle und andere funktionelle Aspekte, die sich im Modell semantisch interpretieren lassen, sondern auch auf den ontologischen, d.h. auf den objekttheoretischen Aspekt. Dieser ist jedoch primär nicht semantischer und pragmatischer, sondern wohl eher syntaktischer Natur. Statt von einer syntaktischen müßte

man genauer wohl von einer kategorialen „Natur“ sprechen. Betont werden soll nur der primäre Charakter der Untersuchung und die Abweisung von falschen Verschiebungen.

In der Terminologie der Kontextualitätstheorie läßt sich sagen, daß ein Objekt nicht wesentlich besteht aus einer Substanz und ihren Attributen - dies ist bekanntlich die ontologische Basis der Prädikatenlogik - , sondern aus dem „proemiellen“ Wechselspiel von Substanz und Attribut. Was Substanz ist in einem Zusammenhang kann Attribut sein in einem anderen und umgekehrt. Da es eine Vielheit von Attributen je Substanz gibt, ist bei einem solchen Wechsel automatisch die Einheit der Substanz aufgelöst. Wenn die Substanz in sich eine Vielheit darstellen kann, dann ist damit das Identitätsprinzip, das ja die Basis der Logik hergibt, aufgelöst. Der klassische Substanzbegriff ist monokontextural und zwischen Substanz und Attribut besteht eine strenge Hierarchie. Ein Wechsel des Verhältnisses ist nicht möglich; da dies sich doch aufdrängt, wird der ganze Umtauschmechanismus in den Bereich der Attribute verschoben, wo er eine Stufen- und Typentheorie generiert, die die Grundlage für vielfältige Modellierungsmöglichkeiten liefert. Diese Vielfalt bleibt jedoch hierarchisch fundiert in der Prädikatenlogik. Die polykontexturale Konzeption dessen was ein Objekt ist, besagt also, daß die klassische „Substanz“ von der Einheit und Identität zu einem Verbund von Kontexturen und das strenge hierarchische Verhältnis von Substanz/Attribut in ein komplexes Umtauschverhältnis von Kontext und Kontextur nach Maßgabe der Komplexität der Polykontexturalität und der Kompliziertheit der Kontexte überführt wird. Dieser Übergang ist immer wieder am konkreten Beispiel, Tatbestand zu wiederholen, vorzuführen, sowohl auf der begrifflichen Ebene (Dekonstruktion) wie auf der Ebene der Formalismen.

Die Polykontextur als Auffassung der Objektivität, Wirklichkeit usw. erscheint nun in Kollision zu geraten mit der These, daß etwa zwischen elektromechanischen und mikroelektronischen und gar biotechnischen Objekten eine strukturelle Zäsur besteht und zwar solcher Art, daß nur für die letzteren Kategorien wie Standpunktrelevanz, Kontext, Komplexität, usw. für ein adäquate Beschreibung des Objektbereichs von Nutzen sind, die ersteren jedoch leicht unter das klassische Substanz -Attribut-Schema subsumierbar seien und sich damit der Einsatz einer polykontexturalen Objekttheorie, die keinen Unterschied zwischen den beiden Objekttypen macht, erübrigt.

Hier wird vergessen, daß die polykontexturale Objekttheorie eine rein strukturelle Theorie ist und daß die Frage nach der Komplexität eines Objekts nicht allein durch das Objekt, als wäre es von jedem Gebrauch, Kontext, Relevanzzusammenhang isolierbar, bestimmt wird. Welcher Grad von Komplexität einem Objekt zugeschrieben werden muß, ist abhängig vom Grad der Verknüpftheit mit anderen Objekten, also vom Konnex.

Die ganze Mechanik des Kontextwechsels kann sich bei klassischen Objektzusammenhängen als völlig überflüssig und die klassische Beschreibung als ausreichend erweisen. Erst wenn Widersprüche, paradoxe Situationen usw. auftauchen, stellt sich die Alternative, ob mit der klassischen Konzeption noch zu fahren ist, oder ob eine grundlegende Kursänderung vorzunehmen ist. Mit der Einführung des polykontexturalen Ansatzes wird automatisch einsichtig, daß die klassische Konzeption eine echte Teiltheorie der neuen ist, und daß es daher von der alten Konzeption aus keinen natürlichen, einfachen Übergang zur Polykontexturalität gibt. Daher ist auch schon ein Objekt, das bis dahin mit einer Substanz-Attribut- bzw. Subjekt-Prädikat-Terminologie ausreichend beschrieben wurde, als polykontextural bestimmbar je nach dem in welchem strukturellen Zusammenhang es verwoben ist bzw. in welche Konnexität es gesetzt wird.

#### **14.2.2 Die Dinge und ihre Ränder.**

Der klassische auf dem Identitätsprinzip basierende Dingbegriff hat für die Randzonen der Dinge keinen Sinn. Der Dingbegriff der klassischen Ontologie gipfelt in der extensionalen Auffassung des Dinges. Die Extension bestimmt den Umfang des Begriffes und insofern als die Extension des Begriffes durch seine Merkmale bzw. Prädikate bestimmt wird, ist der

Rand eines Begriffes klar und deutlich bestimmt. Begriffe sind distinkte Einheiten. Einzig in der Anwendung taucht die Frage nach der Unschärfe des Begriffsumfanges auf. Auf der begrifflichen Ebene ist der Umfang eindeutig bestimmt durch seine Merkmale, ein Element wird von einem Begriff abgedeckt oder nicht abgedeckt tertium non datur. Auch die intensionale Auffassung hält am Satz vom ausgeschlossenen Dritten fest.

Da Begriffe durch Abstraktion gewonnen werden, egal wie die Abstraktionsleistung selbst bestimmt wird, ist für sie eine weitere Möglichkeit einen Begriff zu entschärfen wäre die Komplexität eines Begriffs in dem er irgendwo fungiert, dies wird jedoch in der klassischen Theorie dadurch abgewiesen, daß die These von der (prinzipiellen) Erreichbarkeit, Zugänglichkeit postuliert wird. Gerade am Beispiel der Quantenmechanik läßt sich diese Problematik gut studieren, Komplexität ist kein Grund für Unschärfe. Unschärfen lassen sich eher schon durch Standpunktwechsel erzeugen.

Die Frage ist bloß was Standpunktwechsel bedeutet und welchen „Stellenwert“ er innerhalb eines Begriffsystems bzw. eines Begriffserzeugungssystems einnimmt.

Eine Aufnahme von Unschärfe in den Begriff bedeutet ja genau genommen nichts anderes als eine Vermittlung von Quantität und Qualität, d.h. Zahl und Begriff. Man hat nun innerhalb der klassischen Logik zwei Möglichkeiten, einmal kann der Begriff unter die Quantität subsumiert werden, der Begriff wird der Zahl angeglichen, dies ist etwa bei der Fuzzy-Konzeption der Fall, oder die Zahl kann dem Begriff angeglichen werden, hier ist es schon schwieriger Beispiele zu finden. Zu erwähnen wären die Forschungen der Jungschen Tiefenpsychologie und die Synthesen der neo-pythagoreischen Harmonienlehre der „Harmonik“ (Haase, Kayser), aber auch die Forschungen zur vorplatonischen Philosophie (Lohmann) und zur ungeschriebenen Lehre Platons (Gaiser, Krämer). Es zeigt sich, daß die Fuzzy-Konzeption komplementär ist zu den neopythagoreischen Zahlen-spekulationen. Fuzzy-Sets und Zahlenmystik bestimmen die erste Etappe der Ablösung von der klassischen Dichotomie von Begriff und Zahl. Beide Konzeptionen bringen jedoch die Komplementarität von Zahl und Begriff nicht zur Geltung.

### 14.3 Glossar der Polykontextualitätstheorie

Eine *KONTEXTUR* ist ein universaler Leerbereich, in dem das bereichsspezifische tertium non datur unrestringierte Gültigkeit hat, eine basale Qualität, eine Quelle im metaphorischen und kategorientheoretischen Sinne. Kontextur ist dasjenige, das dem abendländischen Denken, der Logik, der Theorie der formalen Systeme (Curry), der Husserlschen Theorie der definierten Mannigfaltigkeiten, der Topoi und Kategorientheorie usw. verborgen bleiben mußte, da sie sich in deren Inhaltlichkeit verloren hat. Eine Kontextur ist in ihrer Einzigkeit absolut universal und zugleich doch nur eine Einzelne unter Vielen. Das Konzept der Kontextur ist nur sinnvoll im Zusammenspiel mit qualitativer Vielheit, also nur als Polykontextualität. Kontextur ist nicht Kontext; die unbegrenzte Vielfalt der Kontexte, Sorten, Schichten, Bereiche, Regionen usw. sind intrakontexturale Konzepte. Logozentrisches Denken erweist sich, trotz der Vielfalt der Kontexte, als monokontextural.

Zur *POLYKONTEXTURALITÄT* gehört:

- 1) der Inbegriff des „formalen Systems“, einer „definiten Mannigfaltigkeit“, also die *Elementar-Kontextur*;
- 2) der Begriff der „Grenze“, des „Obstakels“, des „Abgrunds“ zwischen den Elementarkontexturen, die *Diskontextualität*;
- 3) die Verknüpfung, Verschmelzung, Vermittlung der Elementar-Kontexturen, die *Transkontextualität*;
- 4) die *Kontexturdiremption* der Iteration und Akkretion, die rekursiv und retrograd die Komplexität der Verbundkontexturen evolutiv generieren;

- 5) der *transkontexturale Übergang*, der in Kombination mit mindestens einer Iteration und einer Akkretion den Kontexturwechsel einer Symbolfolge regelt;
- 6) die *emanative Ausdifferenzierung* der evolutiv kreierten Komplexität der Verbundkontexturen in minimale bzw. maximale Differentiation; und
- 7) die *Proemialrelation*, die das Fundierungsverhältnis zwischen den Kontexturen bezüglich Komplexität und Kompliziertheit regelt, sie ist fundierend und kreierend zugleich.

Die Kontexturen der Kontextualitätstheorie, der *GAPHEMATIK*, lassen sich logisch, semiotisch, arithmetisch und auch ontologisch *deuten*, insofern, als sie je Kontextur als *ORT*, Platzhalter, Leerstelle für eine Logik, Semiotik, Arithmetik und Ontologie, d.h. als Bedingung der Möglichkeit, als Ermöglichung derselben fungieren. Werden in der Polykontextualitätstheorie Kontexturen vermittelt, so kommt der Operator dieser Vermittlung in seiner Prozessualität selbst nicht in dieser, sondern erst in der *KENOGRAMMATIK* zur Inskription.

Die *VERMITTLUNGSMODI* für Kontexturen sind, graphentheoretisch formuliert, alle Baumstrukturen, d.h. alle Figuren zwischen Linie und Stern. Diese bilden die Skelettstrukturen der Polykontextualität, d.h. die *Komplexionstypen* im Gegensatz dazu werden die *Strukturtypen* durch die Differenz von *Designation* und non-Designation von Verbund-Kontexturen bestimmt.

Verbundkontexturen werden holistisch in ihre Elementarkontexturen dekomponiert. Diese sind jedoch nicht isolierte, sondern im Ganzen fundierte Teile. Die Fundierung der Elementarkontexturen wird durch die *Fundierungsrelation* gewährleistet. Sie gibt den Ort, Standpunkt bzw. Kontext an, von dem aus die Elementarkontextur aus dem Ganzen der Verbundkontextur isoliert wird. Teile sind also nicht isolierte, sondern im Ganzen fundierte Elemente und werden als solche durch ihren Kontext, d.h. durch ihre Kontextuierung bestimmt.

*Objekte* werden in der Polykontextualitätstheorie durch die Spezifikation der Elementarkontexturen eines Verbundes generiert. Sie fungieren im Schnittpunkt polykontextueraler Systeme, werden dadurch charakterisiert und spezifizieren korrelativ die Kontexturen.

Erkenntnislogisch handelt es sich dabei um eine Einbeziehung des beschreibenden Subjekts in die Beschreibung. Die Kontextuierung impliziert eine Dekonstruktion des externen Designers, Beobachters usw. zu Gunsten einer immanenten Deskription der komplexen Verbundkontextualität.

### **Zur Explikation von GANZHEIT (System-Ganzheiten)**

Eine formale Explikation des Begriffs „Ganzheit“ führt dann automatisch zu zirkulären Begriffsbildungen, die den Rahmen des Logischen sprengen, wenn eingesehen wird, daß eine Charakterisierung der Teile nicht ohne ein Vorwissen des Ganzen, und eine Charakterisierung des Ganzen nicht ohne ein Wissen um die Teile vollzogen werden kann.

Die Teil-Ganzes-Relation ist:

*komplementär, komplex, geschlossen, strukturiert, organisiert, multinegational, superadditiv, fundiert, thematisiert, autorekursiv.*

Die Bestimmungsstücke der Teil-Ganzes-Relation:

*Komplementär*: mindestens zwei sich ausschließende Standpunkte werden zur Deskription benötigt (Kontextlogik). Jeder Standpunkt thematisiert eine Kontextur.

*Komplex*: Vermittlung von logisch-struktureller Komplexität und Kompliziertheit, d.h. Polykontextualität.

*Geschlossen*: (zirkulär, stabil, autonom, antinomisch): Ein Netz von Negationszyklen, Dualisierungssystemen.

*Strukturiert*: Baumstrukturen als Aufbauskelette.

*Organisiert*: System von Akzeptions- und Rejektions-Interaktionen.

*Fundiert*: Die Teile der Ganzheit sind durch den Kontext fundiert.

*Superadditiv*: Asymmetrie zwischen Aufbau und Abbau, Komposition und Dekomposition.

*Auto-rekursiv*: Synthetische retrograde Ausgliederung, „Wirklichkeitsnähe“.

*Thematisiert*: Ganzheiten sind nicht zur vollen Evidenz zu bringen. Es ist für sie wesentlich, daß sie sukzessive beschrieben (konstruiert-restituiert) werden. Der Standpunkt, von dem aus thematisiert wird, bleibt dabei verdeckt (latent). Er ist das jeweilige Hintergrundthema (Strukturtypentheorie).

## 15 LITERATURHINWEISE

- BCL Publications: The Complete Publications of the Biological Computer Laboratory. (K.L.Wilson ed.), Illinois Blueprint Corp. Micrographics Dept., 821 Bond, Peoria, Illinois 61603, USA 1976
- Bense, Max: Zeichen und Design, Agis-Verlag, Baden-Baden, 1971
- Bense, Max: Semiotische Prozesse und Systeme, Agis-Verlag, Baden-Baden, 1975
- Bense, Max: Vermittlung der Realitäten, Agis-Verlag, Baden-Baden, 1976
- Bense, Max: Axiomatik und Semiotik, Agis-Verlag, Baden-Baden, 1981
- Günther, Gotthard: Idee und Grundriß einer nicht-Aristotelischen Logik, Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1978<sup>2</sup>
- Günther, Gotthard: Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik, Bd.1-3, Felix Meiner Verlag, Hamburg 1976, 1979, 1980
- Ditterich, Joseph: Logikwechsel und Theorie selbstreferentieller Systeme, in: "Zukunft als Gegenwart" (D.Hombach ed.), ZETA 01, Rotation Verlag, Berlin, 1982, S.120-155
- Ditterich, J./  
Helletsberger, G./  
Matza, R.: Vorstudie „Organisatorische Vermittlung Verteilter Systeme, im Auftrag der Siemens-AG München, ZT ZTP, 1984
- Ditterich, J./Kaehr, R.: Einübung in eine andere Lektüre. Diagramm einer Rekonstruktion der Güntherschen Theorie der Negativsprachen, Philosophisches Jahrbuch,

86. Jahrgang, 2. Halbband 1979, Verlag Karl Alber, Freiburg, S.385-408

- Kaehr, Rudolf: Einschreiben in Zukunft, in: Zukunft als Gegenwart, in: "Zukunft als Gegenwart" (D.Hombach ed.), ZETA 01, Rotation Verlag, Berlin, 1982, S.191-238
- Kaehr, Rudolf: Materialien zur Formalisierung der dialektischen Logik und der Morphogrammatik, in: Günther, G. "Idee und Grundriß einer nicht-Aristotelischen Logik" Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1978<sup>2</sup>, S.5-117
- Kaehr, Rudolf: Neue Tendenzen in der KI-Forschung. Metakritische Untersuchungen über den Stellenwert der Logik in der neueren Künstlichen-Intelligenz-Forschung, Arbeits- und Diskussionspapier zum Forschungsprojekt: Neue Telekommunikationsformen für Verbraucherinformationsdienste, Stiftung Warentest, Berlin, 1980
- Kaehr, Rudolf: Das Messproblem bei Mensch/Maschine-Kommunikationsprozessen. Das System-Umwelt-Problem, Stiftung Warentest, Berlin, 1980
- Kaehr, Rudolf: Das graphematische Problem einer Formalisierung der transklassischen Logik Gotthard Günthers, in: "Die Logik des Wissens und das Problem der Erziehung", Felix Meiner Verlag, 1981, S.254-274
- Matzka, Rudolf: Struktur und Interpretation der elementaren Nutzen- und Verhandlungstheorie, M+M Wissenschaftsverlag, Berlin, 1982