Gestaltung der Produktionsorganisation mit Modell- und Methodenbausteinen

Von der
Fakultät Maschinenbau
der
Universität Dortmund
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Martin Kühling, Leverkusen

Leverkusen, im November 2000

Referent:	Professor Dr.-Ing. A. Kuhn
Korreferent:	em. Professor Dr.-Ing. H.-H. Gerlach
Tag der mündlichen Prüfung:	14.07.2000

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Arbeit am Lehrstuhl für Fabrikorganisation der Universität Dortmund. Die im Rahmen meiner Forschungstätigkeit gesammelten Erfahrungen und kontroversen Diskussionen gaben den Anstoß für die Entwicklung einer neuen Sichtweise auf die aktuellen Gestaltungsprobleme in der Produktion. Meine praktische Tätigkeit bestärkte mich letztlich in meiner Annahme, daß die Gestaltung komplexer soziotechnischer Systeme nur durch die gleichbedeutende Beachtung einer Vielzahl von Einflußfaktoren gelingen kann. – Nur Komplexität schlägt Komplexität.

So entstand eine umfassende Konzeption, die durch ihren modularen Aufbau für den Praktiker handhabbar bleibt und für den Wissenschaftler zahlreiche Anknüpfungspunkte für die Weiterentwicklung liefert.

Ich möchte in diesem Vorwort den vielen Begleitern auf meinem mehr als fünfjährigen Weg am Lehrstuhl für Fabrikorganisation der Universität Dortmund danken - auch wenn ich an dieser Stelle auf die namentliche Erwähnung aller Beteiligten verzichten muß.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie und meiner engsten Umgebung. Insbesondere danke ich meinem Vater, der mich Durchhaltevermögen und eine systematische Arbeitsweise lehrte und stets eine verläßliche Hilfe war, sowie meiner Mutter, die mir den Mut zur Kreativität und Innovationskraft gab.

Herrn Prof. Dr.-Ing. A. Kuhn danke ich für sein mir entgegengebrachtes Vertrauen, für die Freiheiten bei der Bearbeitung und die ständige Antriebskraft, die zu dieser Arbeit beigetragen haben.

Herrn Prof. Dr.-Ing. H.-H. Gerlach danke ich für die spontane Übernahme des Koreferats und die intensive Beschäftigung mit meiner Arbeit.

Meinen Kollegen, die in der vorliegenden Arbeit vielleicht gemeinsame Gedanken und Gespräche wiederfinden und sich dadurch vielleicht an zahlreiche Stunden des interessanten Wissens-, Meinungs- und Erfahrungsaustausches erinnern, möchte ich ebenfalls herzlich danken. Dieser Dank gilt besonders Herrn Dipl.-Ing. Frank Laakmann, der immer wieder Zeit fand (oft auch zu später Stunde) sich mit meinen Vorstellungen und Ideen kritisch auseinanderzusetzen.

Ich verstehe diese Arbeit nicht als abgeschlossenes Werk, sie soll vielmehr eine Einladung zur Auseinandersetzung und Aufforderung zur Weiterentwicklung zugleich sein, denn trotz des großen Umfangs dieser Arbeit konnten viele Punkte nur oberflächlich und schemenhaft bearbeitet werden. Für mich selbst ist diese Arbeit nur der Anfang meines Weges und ich bin dankbar für alle Anregungen, die diesen Weg positiv beeinflussen.

Leverkusen im Januar 2001 Martin Kühling

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Zahlreiche Faktoren und Komponenten beeinflussen heute den Erfolg eines Unternehmens. Innovative Produkte, technisches und betriebswirtschaftliches Know-how, leistungsfähige Betriebsmittel und motivierte Mitarbeiter gehören für ein Unternehmen ebenso dazu, wie die Fähigkeit seinen eigenen Erfolg festzulegen und die zu seiner Erreichung notwendigen Maßnahmen zu treffen. Fällt den Unternehmen die Benennung und Beschreibung einzelner Komponenten und Faktoren ihres Erfolges noch relativ leicht[1], ergeben sich jedoch bereits bei der Beschreibung von Zusammenhängen (Relationen zwischen einzelnen Einflußfaktoren) oder Kombinationen einzelner Faktoren erste Probleme. Weiterführende Erklärungen für bestimmte Sachverhalte und daraus abgeleitete Entscheidungshilfen sind dagegen nur noch für einzelne Teilaspekte oder Spezial- bzw. Idealfälle bekannt und können nur noch von Spezialisten gehandhabt werden. Doch gerade die Fähigkeit, geeignete Kombinationen von organisatorischen Komponenten und Erfolgsfaktoren schnell und effizient zusammenzustellen und umzusetzen, gewinnt in Zeiten hoher Dynamik und Kundenorientierung zunehmend an Bedeutung.

1.1 Problemstellung

Waren bis in die Anfänge der 90er Jahre in vielen Unternehmen noch personelle Zuwächse in indirekten, organisatorisch tätigen Abteilungen zu verzeichnen[2], haben insbesondere die Maßnahmen, die in zahlreichen Unternehmen im Zuge der Umsetzung des sog. Lean Management oder der Lean Produktion getroffen wurden, zu einem Abbau indirekter, planender Bereiche geführt. Gleichzeitig hat eine zunehmende Verlagerung von der Beschäftigung mit organisatorischen Grundkonzeptionen hin zu einer Beschäftigung mit der Frage: Wie kann man mit der vorhandenen oder einer neuen EDV eine effizientere und standardisiertere Organisation erreichen, stattgefunden. Die Folgen sind heute offensichtlich:

- Es fehlt an Mitarbeitern, welche die Kompetenz, die Kapazität und die Möglichkeit haben, das Unternehmen in dynamischen Zeiten durch geeignete, permanente organisatorische Anpassung im Spannungsfeld zwischen den internen und externen Anforderungen, den Zielen und Randbedingungen und letztendlich den Möglichkeiten und Potentialen der eigenen Organisation ständig optimal auszurichten.
- Diese Aufgabe wird heute meist Beratern überlassen, da Organisationsgestaltung und Konzeptrealisierung bisher nicht zu den Kernkompetenzen eines produzierenden Unternehmens gerechnet wurden.
- Trotz zahlreicher wissenschaftlicher Erkenntnisse, erprobter Organisationsmethoden und erfolgreicher Organisationskonzepte für die Produktion sind insbesondere kleine und mittlere Unternehmen heute nur sehr eingeschränkt in der Lage, die notwendigen Reorganisationsmaßnahmen zu erkennen, anzustoßen und selbständig durchzuführen.
- Dadurch kommt es zur Abhängigkeit des Klienten vom Berater sowie zu einem unternehmensinternen Unverständnis gegenüber der Notwendigkeit und den Potentialen von Reorganisationsmaßnahmen.
- In vielen Betrieben sind Organisations- und EDV-Abteilungen zusammengewachsen, so daß z.T. weder organisatorisch noch inhaltlich zwischen organisatorischen Gestaltungs- und EDV-technischen Realisierungsfragen unterschieden wird – Organisation und EDV werden z.T. sogar synonym verwendet.

---

1 Eine ausreichende Vollständigkeit wird hier jedoch auch nicht erreicht.
2 Diese Zuwächse hingen überwiegend mit dem zunehmenden EDV-Einsatz zusammen (vgl. /SCHM89/).

- Unterstützt wird dieser Trend durch die zunehmende Vernetzung der Computersysteme, durch die Einführung sog. integrierter Systeme (z.B. SAP und BAAN) und die Abbildung zahlreicher Geschäftsprozesse in sog. Workflow-Management-Systemen.
- Dadurch wird nicht nur die gestalterische Freiheit und Kreativität durch die implizite Berücksichtigung der EDV-technischen Machbarkeit reduziert. Vielmehr wird der Fokus der Maßnahmen auf den Teil organisatorischer Aktionsfelder gelenkt, der EDV-technisch beherrschbar ist. Andere organisatorische Elemente bleiben unberücksichtigt oder werden zumindest vernachlässigt. In der Produktion und hier insbesondere in der Fertigung ist der Anteil nicht EDV-technisch beherrschbarer Gestaltungsaufgaben jedoch wesentlich höher als z.B. im Verwaltungsbereich.

Ein weiteres Problemfeld ergibt sich aus der Tatsache, daß die Vielfalt und die Komplexität in den verschiedenen Aktionsfeldern der unternehmensspezifischen Reorganisation sprunghaft angestiegen sind. So sind heute z.B. im Bereich der Produktion Antworten auf die Fragen nach der richtigen Orientierung, nach den optimalen Strukturen, dem angemessenen Fertigungsprinzip oder der effizientesten Lenkungsstrategie von zahlreichen Faktoren abhängig (s. **Bild 1**).

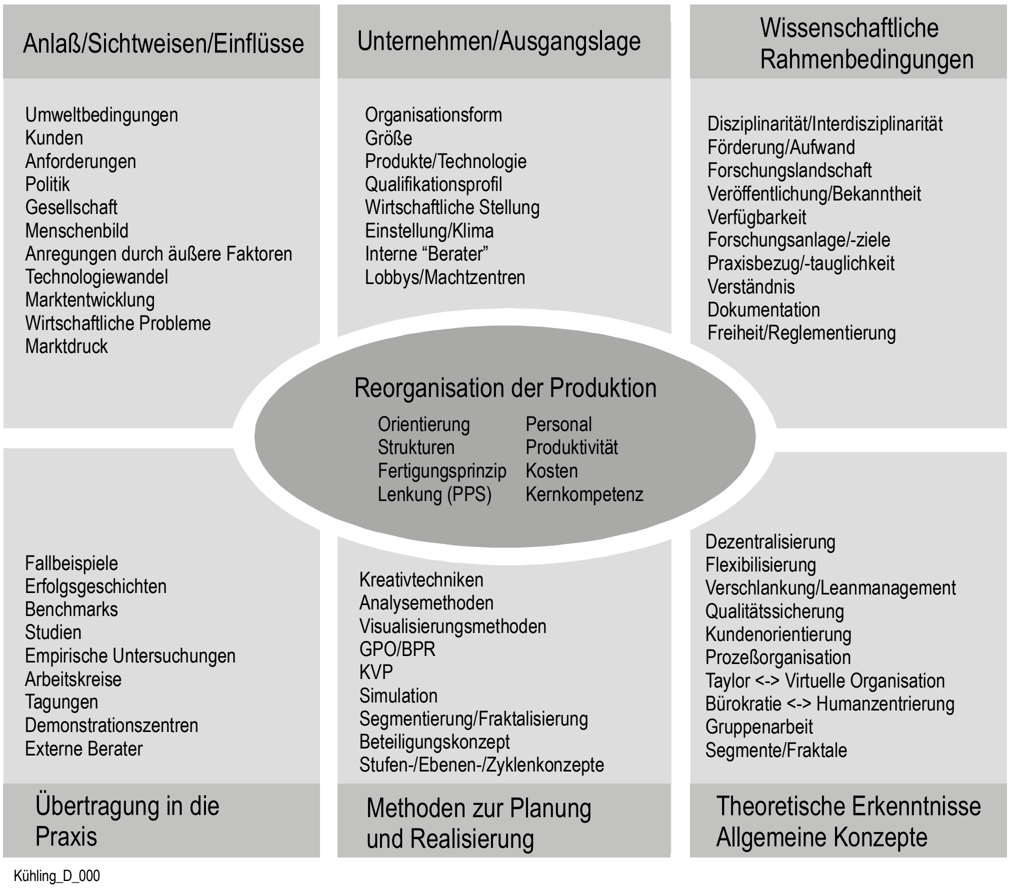


Bild 1: Aktionsfelder und Einflußbereiche der Reorganisation in der Produktion

So stellt schon die Betrachtung der **Anlässe**, aus denen eine Reorganisation stattfindet, ein weites Feld dar, das sowohl in der Forschung als auch in der Praxis noch nicht vollständig durchdrungen bzw. beherrscht wird. Veränderte Umweltbedingungen, gestiegene Kundenanforderungen, gesellschaftliche, technologische und politische Umbrüche oder sich ständig wandelnde Menschenbilder sind hier nur Beispiele. Diese Bespiele zeigen jedoch, wie vielfältig bereits die Auslöser eines Reorganisationsprojektes sein können. Je nachdem, aus welchen Gründen und durch welche Sichtweisen geprägt ein Reorganisationsprojekt stattfindet, ergeben sich unterschiedliche Projektinhalte und –verläufe. Diese unterschiedlichen

Inhalte und Verläufe können durch starre Modelle und eine starre Methode nicht ausreichend voraus gedacht werden, so daß jedes Projekt in seinen auslösenden Faktoren, seinen Inhalten und seinem Verlauf eine spezifische Methode und spezifische Modelle verlangt.

Neben dem Anlaß ist auch die **Ausgangslage**, in der sich das zu reorganisierende Unternehmen befindet, von ausschlaggebender Bedeutung für den Projektinhalt und –verlauf. In diesem Aktionsfeld gilt es z.B. die Organisationsform, die wirtschaftliche Stellung, das Betriebsklima, die Möglichkeiten interner „Berater“ sowie Machtzentren und mögliche Promotoren zu analysieren (s. **Bild 1**).

In der Vergangenheit sind durch unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen zahlreiche theoretische und praktische **Erkenntnisse** erarbeitet worden. Die **Rahmenbedingungen**, die sich in diesem Bereich ergeben, sind z.B. durch eine stark heterogene Forschungslandschaft, durch eine geringe Verbreitung und Zugänglichkeit der Ergebnisse, durch einen unterschiedlich ausgeprägten Praxisbezug sowie durch unterschiedliche Qualitäten der Dokumentation gekennzeichnet. Die daraus erwachsenen Erkenntnisse dienen sowohl Zielen mit eher theoretischem Hintergrund als auch Zielen aus dem Bereich der Anwendung (Praxistauglichkeit). Problematisch ist hier nicht nur die Vielfalt der Ergebnisse, sondern insbesondere die Widersprüchlichkeit und der z.T. starke Bezug der Ergebnisse zu der jeweiligen „Zeit“, in der die Ergebnisse erarbeitet wurden. Dadurch fällt es sowohl dem Praktiker als auch dem Wissenschaftler, der den Stand der Erkenntnisse erweitern will, oft schwer, geeignete Konzeptionen zu identifizieren, zu beurteilen und auszuwählen (s. **Bild 1**).

Genauso heterogen wie die Forschungsergebnisse sind auch die auf ihnen aufbauenden **Modelle und Methoden**. Das Spektrum reicht hier von einzelnen Techniken (z.B. Kreativtechniken und Analysemethoden) über komplette Reorganisationsansätzen (GPO und BPR) bis hin zu eher diffusen Philosophien, die im jeweiligen Anwendungsfall konkretisiert werden müssen (s. **Bild 1**). Darüber hinaus gibt es in den einzelnen Aktionsfeldern trotz verschiedener Bemühungen nur wenig Erfolge, zu einer gemeinsamen Sprache (Modelle) bzw. zu gemeinsamen Methoden oder allgemeingültigen Regeln zwischen den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen, zwischen Wissenschaft und Praxis oder zwischen Gestalter und Anwender zu gelangen. In anderen Disziplinen sind die Bemühungen dagegen bereits viel weiter fortgeschritten. Beispiele sind die Informatik, die Elektrotechnik oder die Konstruktionstechnik, die bereits umfangreiche Standards und allgemein akzeptierte und angewendete Wissensbibliotheken einsetzen. Im organisatorischen Bereich entstehen erst seit kurzer Zeit verschiedene, allgemeingültige Ansätze, die sich jedoch meist nur mit Teilaspekten organisatorischer Fragestellungen beschäftigen. Beispiele sind das Aachener PPS-Modell, Bibliotheken mit verschiedenen Referenzprozessen für unterschiedliche, meist EDV-technische Anwendungsfälle, Logistikelementebibliotheken oder Simulationsmodellspeicher.

In den letzen Jahren setzt sich darüber hinaus zunehmend die Erkenntnis durch, daß bei der **Übertragung in die Praxis** nicht der Gestalter über die Qualität einer organisatorischen Lösung entscheidet, sondern der Anwender. Um die Akzeptanz und die Qualität einer organisatorischen Lösung unter diesem Gesichtspunkt zu verbessern, sind verschiedene Beteiligungskonzepte entwickelt worden, die jedoch alle vor dem Problem stehen, aufgrund des Qualifikationsgefüges der zu beteiligenden Mitarbeiter die Aktionsfelder zu weit einzugrenzen und damit einerseits lediglich eine Scheinbeteiligung darstellen und andererseits den Trend in Richtung suboptimaler Entscheidungen verstärken. Die vorhandenen Organisationsmethoden lassen darüber hinaus aufgrund ihres Aufbaus, aufgrund des erforderlichen Know hows, aufgrund ihrer Anschaulichkeit und ihrer instrumentellen Unterstützung, nicht zuletzt aber auch aufgrund ihrer thematischen Ausrichtung, eine geeignete Mitarbeiterbeteiligung nur sehr begrenzt und fokussiert auf einzelne Teilschritte im Organisationsprozeß zu (vgl. /BISS97/). Es fehlt ein integrierter Ansatz. BISSEL weist in seiner Arbeit „Beitrag zur prozeßorientierten Planung dynamischer Fabriksysteme“ /BISS97/ nach, daß die vorhandenen Methoden dazu geführt haben, daß die Reorganisation der Produktion stets ein aufwendiges Projekt war und als solches von Spezialisten in relativ langen Zeitabständen durchgeführt wurde. Heute kommt es dagegen auf eine permanente Überprüfung und kontinuierliche Verbesserung der bestehenden Strukturen und Abläufe innerhalb der Produktion an (vgl. /BISS97/), die auch den Anwender bzw. die Betroffenen mit in den Gestaltungsprozeß einbezieht.

Die Schnelligkeit und Effizienz mit der die heute erforderlichen Gestaltungs- und Umsetzungsprozesse erfolgen müssen, machen umfangreiche Analysen, langwierige Studien und eine ständige Neuentwicklung grundsätzlicher Lösungen mit den verfügbaren Mitteln nahezu unmöglich. Der Gestalter muß heute in kurzer Zeit auf relevante Informationen, Basiskomponenten und Gesamtkonzepte zurückgreifen können, die in einer Art und Weise dokumentiert sind, die eine situationsgerechte Modifikation und eine stimmige Kombination mit vorhandenen Komponenten ermöglicht. Gleichzeitig sollen sie eine Erklärungs- und Bewertungsgrundlage für eine effiziente Entscheidung bereitstellen. Eine schnelle und effiziente Gestaltungsarbeit muß demnach durch Hilfsmittel unterstützt werden, die:

- von Routine- und Suchtätigkeiten entlasten,
- die Kreativität anregen,
- die Weiterentwicklung erfolgreicher Konzepte und Realisierungen unterstützen und verhindern, daß „das Rad ständig neu erfunden“ wird,
- Ergebnisse transparent und anschaulich darstellen sowie
- eine hohe Vollständigkeit der zu betrachtenden Faktoren präsentieren.

Diese Anforderungen können anerkanntermaßen mit Hilfe von Modellen, als abstrahierte Abbildungen eines Realitätsausschnittes, erfüllt werden. Ziel der Bemühungen bei der Ableitung geeigneter Modelle zur Erfüllung der obigen Anforderungen kann es jedoch nicht sein, allgemeingültige Einheitsmodelle zu entwickeln, die für jedes Unternehmen zutreffend sind. Ein solcher Versuch würde entweder in oberflächlichen Modellen enden, die zwar Gültigkeit besitzen, für ein spezielles Unternehmen jedoch weitgehend nutzlos sind, oder aber er wäre zum Scheitern verurteilt, da die Fülle der spezifischen Eigenschaften aller Unternehmen selbst bei Beschränkung auf bestimmte Branchen nur mit sehr großem Aufwand umfassend und vollständig nachgebildet werden kann. Modelle müssen demnach für jedes Unternehmen spezifisch entwickelt werden. Dazu ist eine Modellierungsumgebung in Verbindung mit einer Modellierungsmethode erforderlich, die einen allgemeinen Teil und einen benutzerspezifischen Teil aufweist. Diese beiden Teile ergänzen sich gegenseitig, indem die konkrete Modellierung durch die vorgedachten Modelle aus dem allgemeinen Teil (Modellbausteine) und Rahmenvorgaben für die Modellierung völlig neuer, spezifischer Modelle des Benutzers im benutzerspezifischen Teil unterstützt wird.

Auch wenn diese Zusammenhänge bereits seit Jahren bekannt sind, sind die in der Praxis bisher verfügbaren Modelle, Methoden und Instrumente noch wenig befriedigend. Die im folgenden näher skizzierte Problemstellung war deshalb Auslöser für die Weiterentwicklung sowohl der theoretischen Grundlagen als auch praktischer Hilfestellungen, die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellt werden sollen. Folgende Sachverhalte hatten dabei einen maßgeblichen Einfluß auf das Entstehen dieser Schrift:

- Zahlreiche Gespräche mit Betroffenen und Experten haben gezeigt, daß eine zunehmende Unzufriedenheit mit bekannten Beschreibungsmethoden (z.B. Stellenbeschreibung, Funktionsdiagramm, Ablaufplan) festzustellen ist.

- Gerade in den letzten Jahren hat eine intensive Beschäftigung mit den Fragen der Beschreibung organisatorischer Tatbestände stattgefunden. Dabei lag ein Schwerpunkt insbesondere auf der Entwicklung EDV-basierter Beschreibungsansätze für Geschäftsprozesse (vgl. dazu z.B. /GAIT83/, /CIMO87/, /DANG91/, /SCHE94/, /PLÖT94/, /KUHN95/, /HESS95/, /BINN96/, /KAES96/). Diese Ansätze betrachteten den Prozeß als Keimzelle organisatorischen Handelns. Es entstand der Begriff der Prozeßorganisation. Die eher statische Betrachtung der Stellenbeschreibung oder des Organigramms traten in den Hintergrund.
- Im Rahmen der Diskussion über das Verhältnis zwischen einer statischen (Stellenbeschreibung) und einer prozeßorientierten Beschreibung organisatorischer Tatbestände kann man unterschiedliche Fragestellungen unterscheiden, die bisher nur unzureichend beantwortet sind:
  - Welches sind die Vor- und Nachteile der beiden Beschreibungsarten?
  - Wer ist Adressat einer bestimmten Beschreibungsmethode (besonders wichtig im Zusammenhang mit einer Mitarbeiterbeteiligung), ist der Einsatz der Instrumente auf den Kreis speziell ausgebildeter Gestalter zu beschränken?
  - Wie können sich die statische und prozeßorientierte Form der Beschreibung sinnvoll ergänzen?
  - Ist eine neue Form der Beschreibung (eventuell als eine Kombination aus bekannten Formen) notwendig? Kann ein solches Instrument die Vorzüge mehrerer Formen kombinieren und gleichzeitig die Nachteile vermeiden?

Die zur Beantwortung der obigen Fragen entstandenen Ideen wurden in zahlreichen Gesprächen mit Wissenschaftlern, Fachleuten, Organisationsexperten und Praktikern diskutiert. Die Gespräche zeigten, welche Art von Lösung angesichts der Vielfältigkeit der Faktoren der Unternehmenspraxis anzustreben war: Kein fertiges Rezept im Sinne eines vorstrukturierten Formblattes mit leicht auszufüllenden Leerstellen, sondern ein Rezept auf der Basis eines flexiblen Ansatzes. Diese Konzeption soll auf der einen Seite mögliche Vorgehensweisen, Modelle und Wissen eindeutig, sicher nachvollziehbar und strukturiert anbieten. Auf der anderen Seite soll sie viel Raum für eine den jeweiligen Verhältnissen anpaßbare Beschreibungsform bieten. Die folgende Aussage eines Praktikers zeigt, wie eine solche Konzeption wirken muß, damit sie in der Praxis eine wertvolle Unterstützung liefert:

Man kann sehr wohl mit einigen großen Pinselstrichen eine Vision entwickeln für neue Prozesse und Strukturen in einem Unternehmen, man kann mit Schlagworten operieren wie „vernetzte Strukturen“ und „gelenkte Eigenständigkeit“, das hört sich immer gut an und ist meist auch gut gemeint. Bis dies dann allerdings sichtbare Formen annimmt und das Verhalten des Einzelnen im täglichen Ablauf bestimmt, ist es ein unendlich langer Weg. Und der wird, da sehe ich derzeit die größten Schwierigkeiten, meist sehr unterschätzt.

Ein Praktiker

Geeignete Modelle und eine geeignete Vorgehensweise müssen demnach bereits die Umsetzbarkeit und die Umsetzung der Gestaltungsergebnisse berücksichtigen. Selbst HAMMER und CHAMPY bestätigen, daß rund 70 Prozent aller Projekte meist in der Implementierungsphase scheitern. Häufig gelingt die Durchsetzung nicht, die vorgeschlagenen Maßnahmen werden nicht befolgt, die Akzeptanzbarrieren können nicht überwunden werden. Damit ist ein enormer Verlust an Zeit und Geld verbunden und viele Verbesserungsmöglichkeiten oder Rationalisierungschancen bleiben ungenutzt. Diese Probleme sind einerseits auf eine mangelnde methodische Unterstützung beim Übergang vom Konzept zur Realisierung zurückzuführen. Andererseits aber auch:

- auf Mängel in der konzeptionellen Vorbereitung,
- auf unzureichende, zu kurz greifende Modelle,
- auf eine mangelnde Dokumentation,
- auf das Fehlen einer evolutionären Weiterentwicklung der Modelle,
- auf das Fehlen einer Abbildung der Relationen und Schnittstellen zwischen Bestandteilen und Aspekten sowie
- darauf, daß Betroffene nicht zu Beteiligten gemacht werden.

Die Gesamtheit dieser Problemfelder im Bereich der organisatorischen Gestaltung der Produktion haben die vorliegende Arbeit motiviert. Aus dieser Motivation heraus wurden Hypothesen aufgestellt, die schließlich zur Formulierung der Zielsetzung dieser Arbeit geführt haben. Im folgenden Kapitel werden die aufgestellten Hypothesen und Ziele dargelegt.

1.2 Hypothesen und Zielsetzungen der Arbeit

Aus der aufgezeigten Problemstellung lassen sich verschiedene Hypothesen ableiten, die in Ziele umgesetzt werden können. In diesem Kapitel sollen einige der Hypothesen und die aus ihnen abgeleiteten Ziele angesprochen werden.

Hypothese 1:

Die Abbildung der Realität in Modellen (Modellierung) ist die Grundlage aller gestalterischen Maßnahmen.

Die eigentliche gestalterische Arbeit erfolgt üblicherweise nicht direkt vor Ort an den realen Systemen, sondern es werden die für die Gestaltung relevanten Daten der Systeme dokumentiert und im Rahmen des Gestaltungsprozesses weiterverarbeitet. Der Prozeß der Erfassung, Strukturierung, Weiterverarbeitung und Dokumentation dieser Daten kann als Modellierung aufgefaßt werden. Wenn die Modellierung tatsächlich die Grundlage gestalterischer Maßnahmen sein soll, reicht es nicht mehr aus, Erkenntnisse über die tatsächlichen Strukturen und Abläufe der zu gestaltenden Systeme abzubilden. Es muß zusätzlich das Wissen über die Möglichkeiten ihrer Veränderung abgebildet werden. Die traditionelle Unternehmensmodellierung wird dadurch um eine Wissensmodellierung ergänzt. Die Modelle enthalten damit nicht nur das Wissen über das „WAS“, sondern auch über das „WIE“ und „WARUM“ /SCHE98/. Die zu entwickelnde Konzeption muß somit einen Schwerpunkt auf die Entwicklung und Strukturierung geeigneter Modelle, ihrer Möglichkeiten und ihrer Zusammenhänge legen. Dabei steht auch die detaillierte Analyse der zu modellierenden Systeme im Vordergrund, denn nur so können Erkenntnisse über organisatorische Zusammenhänge gewonnen und in die Konzeption integriert, das erforderliche organisatorische Wissen erfaßt und einem Gestaltungsprozeß zugänglich gemacht werden.

Hypothese 2:

Wenn Ziele, Erfolgskriterien, Mittel, Strategien, Problemdefinitionen, Wahrnehmungen und Deutungen von Alternativen, Situationen, Umwelt und Gelegenheiten ambivalent, umstritten und Gegenstand wissenschaftlicher und praktischer Auseinandersetzungen sind, wenn gestalterische Entscheidungssituationen zu wirren Knäueln werden, scheint es an der Zeit, eine bessere Methode zur Beschreibung und Gestaltung organisatorischer Sachverhalte mit einem variablen und anpaßbaren Abstraktionsniveau zu entwickeln.

Diese Hypothese läßt sich direkt aus den geschilderten Problemen ableiten. Ausgehend von dieser Hypothese kann der Schluß gezogen werden, daß die vorhandenen Gestaltungsmethoden und -modelle heute oft an ihre Grenzen gestoßen sind. Für die Wissenschaft ergibt sich daraus die Notwendigkeit, neue Modell- und Methodenbausteine zur effizienteren Systemgestaltung zu entwickeln, die durch die Kombination bewährter Methoden und neuer Ansätze einer veränderten, umfassenderen Sichtweise auf das Organisationsproblem in modernen Unternehmen gerecht werden. Die vorliegende Arbeit soll deshalb die systematische Entwicklung dieser neuen Sichtweise aufzeigen und ihre Anwendung auf organisatorische Problemstellungen in der Produktion darstellen. Darauf aufbauend sollen einzelne Modell- und Methodenbausteine entwickelt und an einem Beispiel exemplarisch dargestellt werden.

Hypothese 3:

Wenn Modelle organisatorischer Realitäten so einfach sind, daß ihre Gültigkeit auf einen oder wenige organisatorische Aspekte eingeschränkt werden muß, stellen sie für die Praxis letztlich kein geeignetes Hilfsmittel zur Gestaltung komplexer Problemstellungen dar.

Minimalistische Modelle organisatorischer Realitäten sind umfangreich vorhanden und werden sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis vielfach eingesetzt. Auch wenn in einigen Fällen mit Hilfe dieser Modelle hochwertige Aussagen für einen begrenzten Realitätsausschnitt gewonnen werden können, bleibt der Anwender dieser Modelle bei der Synthese unzähliger Minimalaussagen letztlich sich selbst überlassen. Aufbauend auf einer umfassenden Sichtweise ist deshalb ein fundierter Modellierungsumfang zu erarbeiten, welcher selbst wiederum Grundlage für einzelne Modell- und Methodenbausteine ist.

Hypothese 4:

Die Möglichkeiten der Systemtheorie sind zwar weitgehend bekannt, werden bei der Unternehmens- und Wissensmodellierung bisher jedoch nicht weitreichend genug eingesetzt.

Sowohl die Methoden als auch die Ergebnisse wissenschaftlicher und praktischer Gestaltungsarbeit sind sehr heterogen. Dies führt oft zu einer mangelnden Kompatibilität und zu Mißverständnissen, die insbesondere in der Praxis gravierende Auswirkungen haben können. Die Systemtheorie ist aufgrund ihres Grundverständnisses besonders gut als Integrationsbasis geeignet. Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, systemtheoretische Grundlagen konsequent für die System- und Wissensmodellierung zu nutzen. Dadurch soll nicht nur eine systematische Dokumentation unterstützt werden, sondern eine Integrationsplattform entstehen, die eine fruchtbare Verbindung unterschiedlichster Ergebnisse und Erkenntnisse aus Forschung und Praxis ermöglicht.

Hypothese 5:

In der heutigen Praxis wird die methodische und instrumentelle Transparenz des Gestaltungsprozesses weitgehend über das Wissen speziell qualifizierter Experten eingebracht.

Gestaltungsarbeit in soziotechnischen Systemen muß alle Mitglieder des Systems umfassen. Damit die Beteiligung aller Systemmitglieder tatsächlich auch praktisch vollzogen werden kann, ist eine hohe Transparenz der eingesetzten Methoden und Instrumente erforderlich, die im Rahmen der Beteiligungsstufen eingesetzt werden. Die in dieser Arbeit zu entwickelnde Konzeption muß demnach für die einzelnen Beteiligungsstufen transparente Methodenbausteine, Modellbausteine und Instrumente anbieten, die einen Rahmen vorgeben, der problemadäquat adaptiert werden kann.

Hypothese 6:

Wissenschaft und Praxis sprechen oft nicht die gleiche Sprache. Diese Tatsache hängt sowohl mit den verwendeten Modellen als auch mit einem unterschiedlichen Problemverständnis zusammen.

Die bisher aufgeführten Hypothesen und Ziele machen deutlich, daß sich die vorliegende Arbeit gleichermaßen an Wissenschaftler und Praktiker wendet. Für den Wissenschaftler soll sie Anstöße liefern und Anregung bereithalten, entweder auf dem eingeschlagenen Weg weiter zu gehen, oder neue Sichtweisen aufzugreifen und neue Wege einzuschlagen.

Für den Praktiker soll die Arbeit ein anwendbares Instrumentarium bereitstellen, das er (evtl. auch nur in Ausschnitten) direkt auf seine konkreten Problemstellungen anwenden kann, auf das er sich jedoch einlassen muß. Somit können zwei wesentliche Zielrichtungen festgehalten werden:

- **Von der Theorie zur Praxis:** Konsequente Nutzung theoretischer Grundlagen zur Ableitung praktisch nutzbarer Modell- und Methodenbausteine.
- **Vom Vorhandenen zum Neuen:** Ziel ist die Erfassung und Gestaltung des Konkreten durch detailliertes und spezifisches Modellieren. Durch eine geeignete Kombination der Modell- und Methodenbausteine kann das Vorhandene untersucht und das Neue gestaltet werden.

Die entwickelte Konzeption bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Theorie und Praxis über eine gemeinsame Sprachbasis näher zusammenzubringen.

Hypothese 7:

Im Zuge praktischer Gestaltungsaktivitäten geht oftmals schnell der Zusammenhang zwischen den einzelnen Maßnahmen und Gestaltungsgegenständen verloren, da die angebotenen Modelle und Methoden zugunsten einer trügerischen Einfachheit den Blick auf den systemischen Zusammenhang verschleiern.

Die Arbeit soll sich in den folgenden Punkten gezielt auf Zusammenhänge konzentrieren:

- Es wird ein umfassender Modellrahmen vorgestellt, mit dessen Hilfe der Anwender planmäßig und systematisch auch komplexe gestalterische Vorhaben bearbeiten kann.
- Die erforderlichen Phasen und Schritte, die im Rahmen einer systematischen Gestaltungsarbeit wahrgenommen werden müssen, werden im Zusammenhang erläutert.
- Werkzeuge, mit deren Hilfe der Anwender organisatorische Sachverhalte erfassen, dokumentieren, auswerten, gestalten, entscheiden und verkaufen kann, werden genannt.

Die Arbeit setzt dazu auf der Verständnisebene komplexer, soziotechnischer Systeme an, so daß hier die Gestaltung der Zusammenhänge im Vordergrund steht und nicht das Detailproblem. Dies bedeutet, daß nicht alle heute bekannten Techniken und Einzelverfahren beschrieben werden, die der Gestalter zur Erfüllung seiner Aufgaben einsetzen kann, sondern ihr Zusammenwirken bei der Gestaltung deutlich werden soll. Die einzelnen bekannten und im Detail äußerst hilfreichen Techniken sind an anderer Stelle ausführlich behandelt (vgl. /SCHM89/, /SCHN92/, /SCHU95/, /BÜCH97/).

1.3 Aufgabenstellung und Aufbau der Arbeit

Aus den unterschiedlichen Hypothesen läßt sich folgende Aufgabenstellung ableiten:

- Ausleuchtung der heute bearbeiteten Aktionsfelder im Bereich der Gestaltung soziotechnischer Systeme, Ableitung von Defiziten und Entwicklung einer neuen Sichtweise, welche die wesentlichen Handlungsparameter transparent und strukturiert darstellt.
- Entwicklung geeigneter Modelle, welche die einzelnen Handlungsparameter aufgreifen und handlungsgerecht abbilden. Dazu sind folgende Teilaufgaben zu bearbeiten:
  - Entwicklung eines geeigneten Modellierungsumfangs für soziotechnische Systeme
  - Festlegung der Detaillierungsstufen, der Komplexität der Teilmodelle und des Gesamtmodells
  - Entwicklung einer geeigneten Struktur für die einzelnen Modelle, welche die Handlungsparameter in einzelne Sichten gliedert
  - Strukturierung und Ausarbeitung der Handlungsparameter innerhalb der Sichten
  - Entwicklung geeigneter Darstellungsformen für die einzelnen Modelle, die letztendlich das Handeln des Anwenders ermöglichen

  - Bestimmung der Schnittstellen und Überschneidungen zwischen den einzelnen Modellen und Sichten
  - Ableitung geeigneter Modellbausteine
- Entwicklung eines Phasenmodells für den Einsatz der Modellbausteine und Ableitung geeigneter Methodenbausteine. Dazu sind folgende Teilaufgaben zu bearbeiten:
  - Analyse relevanter (wissenschaftlicher) Philosophien und Vorgehensweisen
  - Festlegung der grundlegenden Philosophien und der methodischen Basiskonzeption
  - Entwicklung des Phasenkonzeptes
  - Strukturierung und Ausarbeitung der einzelnen Schritte und Teilschritte innerhalb der einzelnen Phasenzyklen
  - Bestimmung des Einsatzes der einzelnen Modelle und Modellbausteine, die der Komplexität in der Realität Rechnung tragen
  - Zuordnung von Grundmethoden zur Ableitung geeigneter Methodenbausteine

Der Aufbau der Arbeit orientiert sich an dieser Aufgabenstellung. Die Arbeit gliedert sich deshalb in folgende fünf Blöcke:

1. Wissenschaftliche Grundlagen
   - Begriffsbestimmung
   - Einordnung
   - Wissenschaftliche Grundkonzeption (Bezugsrahmen)

   Der erste Block der Arbeit dient der Darstellung der wissenschaftlichen Basis und des wissenschaftlichen Gerüstes, die dieser Arbeit zugrunde liegen. Er soll dem Leser in stark komprimierter Form die wesentlichen Grundlagen vermitteln, die den Entstehungsprozeß dieser Arbeit maßgeblich beeinflußt und getragen haben.

2. Stand der Wissenschaft im Bereich der organisatorischen Gestaltung der Produktion
   - Ausleuchtung der Aktionsfelder der unternehmensspezifischen Reorganisation
   - Darstellung der Organisations- und Gestaltungsmethoden aus den Disziplinen „Ingenieurwissenschaften“, „Wirtschaftswissenschaften“, „Wirtschaftsinformatik“
   - Zusammenfassende Bewertung des Standes der Wissenschaft

   Im zweiten Block sind die wesentlichen Gestaltungsansätze und –methoden dargestellt, die bisher das Betrachtungsfeld dieser Arbeit bestimmt haben und noch bestimmen. Die einzelnen Ansätze und Methoden werden vor dem Hintergrund und der Zielsetzung dieser Arbeit analysiert und einander gegenübergestellt. Die Bewertung dieser Ansätze mündet schließlich in die Ableitung einer neuen Sichtweise sowie neuer Modell- und Methodenbausteine zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion.

3. Ableitung eines umfassenden Ansatzes zur organisatorischen Gestaltung der Produktion
   - Grundlegende Theorien, Philosophien und Denkweisen
   - Konzept zur Modellierung soziotechnischer Systeme und Darstellung wichtiger Modellierungsprinzipien
   - Ableitung von Anforderungen an Modell- und Methodenbausteine zur organisatorische Gestaltung soziotechnischer Systeme

   Der dritte Block beschäftigt sich mit der Ableitung einer neuen Sichtweise auf das Problem der unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion. Diese Ableitung basiert auf der kombinierten Betrachtung und konsequenten Anwendung bekannter Theorien, Philosophien und Denkweisen. Auf dieser Grundlage werden dann wichtige Modellierungsprinzipien entwickelt, die in der Form bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme bisher nur unzureichend berücksichtigt wurden. Den Abschluß bildet ein detailliertes Anforderungsprofil, welches die Grundlage für die weiteren Entwicklungen darstellt.

4. Modellierung der Produktion mit Hilfe von Modellbausteinen
   - Entwicklung einer Modellierungsumgebung auf der Basis der wissenschaftlichen Grundlagen und praktischer Erfahrungen
   - Grundlagen der Beschreibungs- Erklärungs- und Entscheidungsmodelle
   - Entwicklung eines Konzeptes zur verbindenden Modellierung
   - Entwicklung von Listen, Tabellen und Katalogen als Grundbausteine einer Modellierungsumgebung
   - Ableitung von Modellkomplexen und Modellen im Detail

Die Ableitung einer neuen Sichtweise führt schließlich zu einem neuen Verständnis über den Aufbau soziotechnischer Systeme sowie zu einem neuen Verständnis der gestalterisch zu beachtenden Bestandteile und Aspekte. Aus diesem neuen Verständnis heraus wurde deshalb zunächst der Modellierungsumfang soziotechnischer Systeme abgeleitet. Dieser Modellierungsumfang stellt dann die Basis für die Entwicklung einer umfassenden Modellierungsumgebung dar, die geeignet in Modellkomplexe und Modelle strukturiert ist. Neben dem Modellierungsumfang werden mit der Darstellung der wesentlichen Eigenschaften von Beschreibungs- Erklärungs- und Entscheidungsmodellen und dem in dieser Arbeit entwickelten Konzeptes der sog. Verbundmodellierung weitere Grundlagen der entwickelten Modellierungsumgebung behandelt.

5. Gestaltung der Produktion mit Hilfe von Methodenbausteinen
   - Darstellung allgemeiner Aufgaben der Gestaltung
   - Ableitung des grundsätzlichen Gestaltungsablaufs mit Hilfe von Methodenbausteinen
   - Entwicklung des Phasenkonzeptes sowie der Schritte und Teilschritte im Detail
   - Kompakte Darstellung geeigneter Grundmethoden (Methodenbausteine)
   - Einsatzkonzept für die Methodenbausteine

Der fünfte Block der Arbeit widmet sich der Darstellung der Entwicklung einer umfassenden Vorgehensweise zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion. Neben der detaillierteren Darstellung einzelner Methodenbausteine wird insbesondere gezeigt, welche Phasen und Schritte im Gestaltungsprozeß durchgeführt werden und wie die entwickelten Modell- und Methodenbausteine zum Einsatz kommen. Es wird aufgezeigt, wie der Anwender der Methodenbausteine schrittweise zu aussagekräftigen Konzepten gelangt und durch die Bausteine bei seiner Entscheidung unterstützt wird, so daß ihm letztendlich ein geeignetes Konzept für die Gestaltung seiner Produktion vorliegt (Prototyp). Die Dokumentation dieses Konzepts mit entsprechenden Handlungsanleitungen ist so aufgebaut, daß sie nach einer aufwandsarmen Modifikation und Anpassung an die aktuellen Gegebenheiten die Umsetzung in der Praxis direkt unterstützt. Die Ergebnisse der Entwicklungen werden am Beispiel der industriellen Umsetzung Virtueller Fertigungsinseln[3] dargestellt. Dadurch wird deutlich, wie die Modellbausteine durch den Gestaltungsprozeß letztlich zu einem Gesamtkonzept zusammengefügt und zu einem nutzbringenden und effizienten Hilfsmittel für die anschließende Umsetzung werden.

[3] Das Fertigungsprinzip der Virtuellen Fertigungsinseln wird in dieser Arbeit jedoch nicht grundlegend beschrieben. Dazu wird auf die umfangreiche Literatur verwiesen (/GERL96/, /KÜHL97a/, /KÜHL97b/, /KÜHL97c/, /KÜHL98a/, /KÜHL98b/, /KÜHL98c/, /KÜHL98d/, /KÜHL98e/).

2 Wissenschaftliche Grundlagen

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis eines mehrjährigen Prozesses, an dessen Anfang eine bestimmte Sichtweise auf die zu erschließenden Wissensgebiete und Erkenntnisobjekte stand. Zur Darstellung dieser Sichtweise soll zunächst der Titel der Arbeit anhand zentraler Begriffe näher betrachtet werden. Die Auseinandersetzung mit diesen zentralen Begriffen ermöglicht ein erstes, einleitendes Verständnis dieser Arbeit. Zusätzlich werden einige artverwandte Begriffe dargestellt, um eine Abgrenzung zu ermöglichen. Weitere Begriffe werden jeweils an der entsprechenden Stelle definiert. Das am Ende dieser Arbeit angefügte Sachregister ermöglicht das leichtere Auffinden zentraler Begriffe in der Arbeit.

Im zweiten Teil des Kapitels wird der forschungsmethodische Rahmen dieser Arbeit vorgestellt um aufzuzeigen, nach welchen Grundsätzen bei der Entwicklung der Konzeption vorgegangen wurde, welche Möglichkeiten und Neuerungen über die Arbeit hinaus mit den gewählten Ansätzen möglich und geplant sind und welchen wissenschaftlichen Beitrag diese Arbeit leisten will.

2.1 Begriffsklärung

2.1.1 Modell

Sowohl in der Definition als auch in der praktischen Anwendung des Begriffes „Modell“ werden verschiedene Schwerpunkte gelegt, wie folgende Beispiele verdeutlichen:

- Abbildende **Nachahmung** oder **Kopie** eines real existierenden Objektes;
- vorgedachter oder realisierter **Entwurf**/**Musterstück** für ein zu erzeugendes Objekt;
- mustergültiges **Vorbild** oder **Beispiel** für ein bestimmtes Verhalten oder eine bestimmte Art und Weise etwas zu handhaben bzw. zu gestalten;
- **reine Darstellung**, mit der ein komplizierter Vorgang oder Zusammenhang erklärt werden soll (z.B. Modell des Atomkerns);
- **vollständige Vorstellung** bis hin zu einer **durchdachten Theorie** von etwas.

Im Gegensatz zu diesen allgemeinen Modellbegriffen wird in der vorliegenden Arbeit ein präziserer realwissenschaftlicher Modellbegriff vertreten[4]:

Ein Modell ist eine homomorphe Abbildung eines realen Systems, also eine Transformation in eine vereinfachte Form, im Unterschied zu einer isomorphen Abbildung, welche eine Umsetzung ohne Informationsverlust bedeutet.

Die homomorphe Abbildung eines realen Systems bringt zwar einen Informationsverlust mit sich, erlaubt aber wegen der erzielten Vereinfachung der strukturellen Zusammenhänge eine Reduktion der kognitiven Anforderungen des Erkenntnisobjektes.

Neben der Art der Abbildung werden Modelle auch nach ihrer inhaltlichen Ausrichtung in Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodellen unterschieden:

- **Beschreibungsmodelle** sind Modelle, mit deren Hilfe reale Objekte deskriptiv erfaßt werden. Beispiele sind Prozeßmodelle oder Organigramme, Modelle also, die gewisse organisatorische Vorgänge oder Aspekte selektiv abzubilden erlauben. Der Zweck besteht in der Erfassung bestimmter Größen (wie etwa die Durchlaufzeit eines Auftrages oder die Anzahl Mitarbeiter einer bestimmten Organisationseinheit), so daß auch von speziellen Erfassungsmodellen gesprochen werden kann. Ferner geht es häufig darum, mit Hilfe von Variationen zusätzliche Erkenntnisse

4 Zu verschiedenen Modellbegriffen vergleiche z.B. /HOFF76/ oder /GABL98/.

zu gewinnen (z.B. Experimente mit Modellen oder Simulation). Stehen derartige Zwecke im Vordergrund, wird von sog. Ermittlungsmodellen gesprochen.

- **Erklärungsmodelle** sind Modelle, die als Anwendung von Theorien auf mehr oder weniger typische Tatbestände zu interpretieren sind. Wegen der Strukturidentität von Erklärung und Prognose lassen sich derartige Modelle zudem auch für prognostische Zwecke verwenden (Prognosemodell). Eine spezielle Ausprägung solcher Prognosemodelle sind Simulationsmodelle (Simulation), mit deren Hilfe die Wirkungen alternativer Bedingungskonstellationen „durchgespielt“ werden können (vgl. dazu auch /GABL98/).
- **Entscheidungsmodelle** sind Modelle, in die - ggf. hypothetisch eingeführte - Zielvorstellungen von Modellanwendern eingehen. Zu den Entscheidungsmodellen gehören z.B. verschiedene Verfahren der (mathematischen) Entscheidungsforschung (Operations Research, z.B. lineare Programmierung), die zur Lösung von sog. wohl strukturierten Entscheidungsproblemen herangezogen werden. Es werden aber auch sog. heuristische Verfahren (z.B. Entscheidungsbaumverfahren), die bei der Lösung von schlecht strukturierten Problemen zur Anwendung kommen können, zu den Vertretern der Entscheidungsmodelle gerechnet. Entscheidungsmodelle sollen zu maximaler Zielerreichung verhelfen. Eine enge Beziehung zu Erklärungsmodellen besteht insofern, als diese Ziele nicht einfach als gegeben anzunehmen, sondern als erklärungsbedürftige Tatbestände zu betrachten sind (vgl. dazu auch /GABL98/).

Laut STACHOWIAK werden Modelle in den Wissenschaften aus den unterschiedlichsten Gründen zur Originalrepräsentation herangezogen (vgl. /STAC73/, S. 173, f):

- Demonstrationsmodelle zur Veranschaulichung von Zusammenhängen
- Experimentalmodelle zur Ermittlung und Überprüfung von Hypothesen
- theoretische Modelle zur Gewinnung von Erkenntnissen über Sachverhalte
- operative Modelle zur Hilfe bei Entscheidungen und Planungen

In diesem Zusammenhang unterscheidet STACHOWIAK zwischen einer strukturellen (syntaktischen) und einer inhaltlichen (semantischen) Angleichung zwischen Original und Modell. In dieser Arbeit steht die semantische Angleichung der Modelle im Vordergrund. Nach STACHOWIAK können die semantischen Modelle gemäß der Wahrnehmung eines Menschen beim Modellierungsprozeß in unterschiedliche Stufen eingeteilt werden (s. **Bild 2**). Die in dieser Arbeit entwickelten Modelle unterstützen den Modellierungsprozeß auf unterschiedlichen Stufen, wobei sie sich in ihrer Abfassung auf einer n-ten Stufe (mit $n > 3$) befinden.

Faßt man die einzelnen Definitionen zusammen, so liegt der Schwerpunkt aufgrund der wissenschaftlichen Ausrichtung dieser Arbeit auf der Entwicklung und Verwendung homomorpher, verallgemeinerter sprachlich-semantischer Beschreibungsmodelle der Stufe n (mit $n > 2$).

Bild 2: Stufen semantischer Modelle nach STACHOWIAK

Nullte semantische Stufe	Die als Taxeme bezeichneten, elementaren Ausdruckseinheiten sind hier anzusiedeln. Auf dieser Ebene werden Wahrnehmungen durch Signale der Realität angeregt.
Erste semantische Stufe Perzeptionsmodelle Kogitative Modelle	Von einem Subjekt werden interne Modelle (Perzeptions- und kogitative Modelle) gebildet. Bausteine der internen, operativen Prozesse sind das Abstrahieren, Induzieren und das Deduzieren. Perzeptionsmodelle stellen die Reaktion des Subjekts auf Signale der Realität dar. Das Subjekt bildet Partialmodelle der Außenwelt (Vorstellungen, Gedanken, Begriffen usw.) ab. Kogitative Modelle entstehen durch das Verarbeiten der Perzeptionsmodelle. Die Partialmodelle werden miteinander verbunden, mit der Realität verglichen und ggf. neue Vorstellungs- und Bewußtseinsgehalte aus Wahrnehmungselementen abgeleitet. Es kommt dadurch häufig zu einem hohen Grade der Verfremdung der anschaulichen Realität.
Zweite semantische Stufe	Nun werden die internen Modelle der ersten Stufe in Zeichenmodellen expliziert. Als Zeichen werden vorwiegend auditive (insbesondere die gesprochene Sprache), visuelle und taktile Kommunikationssysteme erster Ordnung verwendet.
Dritte semantische Stufe	Auf der dritten semantischen Stufe befinden sich sog. Zeichen. Mit Hilfe von Zeichen werden die Modelle der zweiten semantischen Stufe gebildet. "Die Zeichen der dritten semantischen Stufe sind Modelle 3. Grades bezüglich der Gebilde der nullten semantischen Stufe" (z.B. das System der Schrift für das System des gesprochenen Wortes).
Verallgemeinerung	Da für Modelle keine Grenzen gesetzt sind, läßt sich die Theorie der semantischen Stufen auf n Stufen verallgemeinern. Daher kann ein Modell eines Originals selbst Original sein, wenn es ebenso ein übergeordnetes Modell besitzt.
Semantische Modelle	Sämtliche aufgebauten Modelle auf allen semantischen Stufen werden als semantische Modelle bezeichnet; auf der ersten Stufe also die internen und auf den folgenden die externen (Zeichen-)Modelle. Auf der nullten Stufe gibt es kein Modell.

Kühling_D_001

2.1.2 Modellbausteine

Modelle unterscheiden sich aufgrund der mit ihnen verfolgten Zwecke in zahlreichen Faktoren voneinander. Beispiele für solche Unterscheidungsfaktoren sind:

- Allgemeingültigkeit
- Detaillierung und Konkretisierung
- Form der Dokumentation
- Umfang der dargestellten Aspekte
- Abstraktionsgrad
- Visualisierung durch Beispiele
- Kompatibilität bzw. Anpaßbarkeit

Die Betrachtung solcher und weiterer Faktoren wurde zum Leitmotiv der Entwicklung der „Modellbausteine zur unternehmensspezifischen Modellierung der Produktion". Das bedeutet, daß in dieser Arbeit keine abgeschlossenen Modelle erarbeitet wurden, sondern ein Rahmen, der den notwendiger Umfang der zu betrachtenden Modelle vorgibt. Ergänzt wird dieser Rahmen durch Hinweise und Beispiele für die Modellierung einzelner Aspekte bzw. Bestandteile soziotechnischer Systeme. Dadurch entstanden Modellbausteine, die vom Anwender in beliebiger Form konfiguriert und adaptiert werden können. Diese Modellbausteine sind folgendermaßen charakterisiert:

- Sie basieren wissenschaftlich auf einem Abstraktionsebenenmodell (s. Kapitel 5.2.1.5) und den allgemeinen Grundsätzen des systemischen Denkens (s. Kapitel 5.1.2).
- Sie bilden in ihrer Gesamtheit und jeweiligen Konfiguration den unternehmensspezifischen Modellierungsumfang.
- Sie bedienen sich jeweils unterschiedlicher Dokumentationsformen.
- Sie sind Bestandteil einer umfassenden Konzeption (Modellkomplexe).
- Sie unterstützen die Entwicklung eines unternehmensspezifischen Prototyps der zu gestaltenden Organisation.
- Sie bilden jeweils einen eng umrissenen organisatorischen Gegenstand/Tatbestand ab.
- Sie sind modular einsetzbar.

2.1.3 Methode

Sowohl in der Definition als auch in der praktischen Anwendung des Begriffes „Methode" werden verschiedene Schwerpunkte gelegt, wie folgende Beispiele verdeutlichen:

- Regelgeleitete **Grundlage** einer bestimmten Vorgehensweise;
- (planmäßige) **Art und Weise** des Handelns oder des Vorgehens bzw. die Art und Weise, in der man etwas tut, um theoretische und praktische Ziele sicher und bestmöglich zu erreichen;
- festgelegtes **Regelsystem** eines Verfahrens, das überprüfbare Ergebnisse liefern soll.

Nach /MEYE93/ wird „Methode" folgendermaßen definiert:

Methode (griechisch methodos, eigentlich „das Nachgehen, der Weg zu etwas hin"), ein nach Mittel und Zweck planmäßiges Vorgehen, das zu (technischen) Fertigkeiten bei der Lösung theoretischer und praktischer Aufgaben führt.

Eine Methode ist demnach eine vorgedachte, planmäßige Vorgehensweise, mit der Aufgabenstellungen einer bestimmten Klasse gelöst werden können. Eine Methode beschreibt ausgehend von einem gegebenen Ausgangszustand eine entsprechende Anzahl von Schritten zur Erreichung eines gewünschten Endzustandes. Für die Strukturierung des Methodenbegriffes wurde ein 3-Ebenen-Modell entwickelt:

- **Ebene-1-Methoden:** Als Ebene-1-Methoden werden hier wissenschaftliche Methoden bezeichnet, die in einem Wissenschaftsbereich eingesetzt werden können und zu wissenschaftlichen Ergebnissen führen. Diese Ebene-1-Methoden sind eher grundsätzlicher Natur und dazu geeignet, neben der Erarbeitung von wissenschaftlichen Ergebnissen auch neue Methoden (Ebene-2-Methoden) zu generieren. Zu den Ebene-1-Methoden zählen hier z.B.:

- Induktion und Deduktion
- Empirie
- Strukturierte Dekomposition

Beispiele für wissenschaftliche Vorgehensweisen sind:

- Durchführung reproduzierbarer Experimente,
- teilnehmende Beobachtung mit strukturierter Dokumentation,
- nicht teilnehmende (geheime) Beobachtung,
- Testverfahren und
- Befragungen (Fragebögen, Interviews)

Voraussetzung für die Gültigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse oder praxisrelevanter Forschungsergebnisse ist eine methodische, d.h. eine logisch begründete und konsequent verfolgte Vorgehensweise beim Beweisen einer Hypothese.

- **Ebene-2-Methoden:** Ebene-2-Methoden sind praktische Methoden, die aus wissenschaftlichen Erkenntnissen entwickelt wurden und der Praxis Hilfestellungen und Vorgehensweisen zur Lösung umfangreicher Problemkomplexe anbieten (z.B. Gestaltungsmethoden). In der Praxis kommt es neben der logischen Nachvollziehbarkeit der Vorgehensweise insbesondere auf Effektivität, Zielführung, Angemessenheit, Akzeptanz und Benutzerfreundlichkeit an. In dieser Arbeit soll unter Verwendung geeigneter Ebene-1-Methoden eine Ebene-2-Methode zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion entwickelt werden.
- **Ebene-3-Methoden:** Ebene-3-Methoden sind Methoden und Techniken zur Bearbeitung spezifischer Probleme (z.B. Analysemethoden). Solche Methoden sind von zahlreichen Autoren entwickelt worden und weisen folgende Eigenschaften auf:
  - Angebot einer Vorgehensweise zur Lösung eines spezifischen Detailproblems;
  - weitgehend in konkreten Anweisungen dokumentiert;
  - z.T. in mathematischen Algorithmen abbildbar;
  - allgemeingültig und interdisziplinär.

2.1.4 Methodenbausteine

Die Akzeptanz einer Methode in der Praxis hängt von zahlreichen Faktoren ab. Beispiele für solche Faktoren sind:

- Anpaßbarkeit
- ausreichende Dokumentation
- Verständlichkeit
- Tauglichkeit für den Anwendungsfall
- Unterstützung durch Werkzeuge
- transparente Beispiele
- Verfügbarkeit und Bekanntheitsgrad
- Kompatibilität
- Erweiterbarkeit

Die Betrachtung solcher und weiterer Faktoren der Praxistauglichkeit ist in dieser Arbeit zum Leitmotiv der Entwicklung der „Methodenbausteine zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion“ geworden. Dies bedeutet, daß keine geschlossene Methode erarbeitet wurde, sondern eine Vorgehensweise, die Anregungen für den methodischen Einsatz sog. Bausteine liefert. Diese Methodenbausteine können vom Anwender in beliebiger Form konfiguriert und adaptiert werden. Methodenbausteine sind folgendermaßen charakterisiert:

- Sie basieren wissenschaftlich auf Ebene-1-Methoden.
- Sie bilden in ihrer jeweiligen Konfiguration eine spezifische Ebene-2-Methode.
- Sie bedienen sich jeweils unterschiedlicher Ebene-3-Methoden.
- Sie sind Bestandteil einer umfassenden Konzeption.
- Sie unterstützen die Entwicklung eines unternehmensspezifischen Prototyps der zu gestaltenden Organisation.
- Sie liefern eine konkrete Vorgehensweise zur Lösung eines eng umrissenen Problems.
- Sie sind modular einsetzbar.

2.1.5 Organisatorische Gestaltung

Der Begriff der Gestaltung wird je nach Fachgebiet oder Zusammenhang z.T. sehr unterschiedlich verstanden. Im folgenden soll der Gestaltungsbegriff, wie er in dieser Arbeit aufgefaßt wird, in verschiedenen Stufen abgeleitet werden.

Der allgemeine Gestaltungs- und Gestaltbegriff (vgl. dazu /ENCA98/):

- **Gestalten:** eine Sache in Form bringen, ihr die gewünschten Merkmale geben.
- **Gestalt:** die äußere Erscheinung, die Form eines Systems (besonders in Bezug auf die äußere Form), eine äußere Eigenschaft, deren Details man (z.B. wegen der Entfernung zum Betrachtungsgegenstand) nicht deutlich erkennen kann.

Systemgestaltung und –gestalt:

- **Systemgestaltung:** gewissermaßen eine Mischung aus den Schulen der Organisationswissenschaften und der Produktionstechnik, die sich hauptsächlich mit den Prozessen der Veränderung organisatorischer Konstrukte innerhalb von Produktionsunternehmen beschäftigt. Die so kombinierte Schule der Systemgestaltung konzentriert sich dabei auf Gesetze, Regeln und Methoden, welche die Abläufe innerhalb der betrachteten Systeme steuern und durch gezielte und bewußte Synthese einzelner Elemente und Relationen zu komplexen, optimierten Systemen führen. Der Ansatz der Systemgestaltung stellt Zusammenhänge in den Vordergrund der Betrachtung und ist deshalb enger mit dem Ganzen als mit den einzelnen Teilen verbunden. Die Systemgestaltung geht dabei davon aus, daß die Wahrnehmung und Handlung eines Gestalters stark vom Kontext oder der „Gestalt" (s.u.) des wahrgenommenen Systems abhängt. Denn das Wesen und der Zweck der einzelnen Teile wird zu einem großen Teil vom Ganzen bestimmt. Teile können daher in ihrer vollen Bedeutung nur in Verbindung mit dem Ganzen verstanden werden: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Demgemäß kann durch das bloße Addieren von einzelnen Elementen noch keine Aussage über das Ganze gemacht werden. Die Prozesse, die bei der Systemgestaltung ablaufen, müssen deshalb vom geschickten Zusammenspiel der Betrachtung der Gesamtheit und der einzelnen Aspekte gesteuert werden (vgl. dazu z.B. /OPTN60/, /HABE65/, /KOSI65/, /JOHN67/, /KAST67/).

  Der Ansatz der Systemgestaltung baut dabei auf der Systemanalyse auf, nutzt die geeignet dokumentierten Elemente und Subsysteme und steuert den Gestaltungsprozeß, indem er die bewußte Wahrnehmung über die einzelnen Elemente und ihren Zusammenhang fördert. Während der einzelnen Phasen des Gestaltungsprozesses wechselt die Betrachtungsperspektive ständig zwischen der Perspektive der einzelnen Elemente und Relationen und der Perspektive des Ganzen.

- **Systemgestalt:** Hier werden Bilder (Modelle) eher als zusammenhängende „Erscheinung" eines Ganzen oder als Ganzes gesehen, statt sie als Summe eigenständiger Einzelkomponenten zu betrachten.

Organisatorische Gestaltung soziotechnischer Systeme:

Bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme interessieren aus organisatorischer Sicht Aussagen über die Art der im jeweiligen Fall in Frage kommenden organisatorischen Festlegungen sowie Hinweise über ihre Wirkung auf das Verhalten des Systems. In Ergänzung zu allgemeinen Systemen stellt ein soziotechnisches System selbst ein System von Regeln auf, die das Verhalten der Mitglieder des Systems auf ein gemeinsames Ziel ausrichten sollen. Ein solches System ist das Ergebnis menschlichen Handelns und somit ein künstliches System, das teilweise an neue oder sich verändernde Umweltbedingungen in einem bewußten, konstruktiven Prozeß angepaßt werden muß, teilweise jedoch auch diese Anpassung aus sich selbst heraus vollzieht. Wird dieser Anpassungsprozeß von der Organisation bewußt wahrgenommen und durchgeführt, spricht man von organisatorischer Gestaltung. Der Anpassungsprozeß beinhaltet dann alle Aktivitäten, welche die Konzeption und Vorbereitung der Einführung organisatorischer Regeln zum Ziel haben (vgl. dazu auch /SCHU95/).

In der Literatur umfaßt der Begriff der **organisatorischen** Gestaltung im wesentlichen zwei spezifische Ausprägungen (vgl. u.a. /GROC78/, S. 82; /HILL92/, S. 468 ff.):

- **Die Ausprägung aus dem Blickwinkel der Organisationsentwicklung (organizational development):** Sie ist als verhaltenstheoretische oder evolutionäre Konzeption auf die emotional geprägten Einstellungen und Verhaltensweisen sowie auf die sozialen Beziehungen der Organisationsmitglieder gerichtet. Sie zielt darauf ab, das Bewußtsein, die Einstellungen, das Problemlösungs- und das Interaktionsverhalten zu beeinflussen und zu verändern, damit sich die Organisation insgesamt besser an veränderte Umweltbedingungen anpassen kann (vgl. /GROC82/, S. 83 f.). Unterschiede zur Personalentwicklung liegen vor allem darin, daß Maßnahmen der Organisationsentwicklung in der Produktion eher auf die Fähigkeiten zur Gruppenarbeit und zur gemeinschaftlichen Problem- und Konfliktlösung gerichtet sind, während die Personalentwicklung mehr auf die Vermittlung von Wissen und Können zielt.
- **Die primär sachlich-logisch orientierte Organisationsgestaltung und –kontrolle:** Sie beinhaltet die systematische Gestaltung einzelner Elemente und Relationen sowie kompletter Systeme durch Vorgabe organisatorischer Regelungen. Die organisatorischen Strukturen werden bewußt und rational gestaltet, laufend überprüft und bei Bedarf wieder geändert (reorganisiert).

Durch die Konzentration auf soziotechnische Systeme erfährt der Gestaltungsbegriff eine weitere Einschränkung. So wird die Gestaltung rein sozialer und rein technischer Systeme, die auch einzeln in soziotechnischen Systemen eine wichtige Rolle spielen, bewußt ausgeklammert. Dies bedeutet jedoch nicht, daß diese Planungs- und Gestaltungsmaßnahmen unnötig werden. Sie stellen vielmehr eine notwendige Ergänzung der hier entwickelten Konzeption dar. So setzt z.B. die Planung von Produktionssystemen schwerpunktmäßig auf der technischen Seite, jedoch auf einem höheren Detaillierungsgrad, z.B. bei der Auslegung und Dimensionierung von Maschinen oder kompletten Arbeitssystemen bzw. Produktionsanlagen, an. Dieser Bereich der Planung und Gestaltung wird von der hier entwickelten Konzeption z.B. nicht bearbeitet.

Die Ausführungen haben gezeigt, daß in dieser Arbeit ein spezielles und weiter ausdifferenziertes Verständnis des Begriffes der Gestaltung entwickelt und vertreten wird. Ein wesentlicher Aspekt dabei ist, daß die Gestaltung einer Organisation von der Umsetzung und Realisierung strikt getrennt wird. Der Gestaltungsprozeß wird allgemein als Teil eines Problemlösungsprozesses betrachtet. Grundlegende Voraussetzung für das sichere Erkennen eines Problems ist, daß der Ist-Zustand bekannt ist und Vorstellungen über den Soll-Zustand vorliegen. Erst diese Vorstellungen lassen den Ist-Zustand als unbefriedigend und damit problembehaftet erscheinen. Somit kommen der unternehmensspezifischen Darstellung des Ist-Zustandes und der Entwicklung einer Vorstellung über den Soll-Zustand eine wesentliche Bedeutung zu. Die Darstellung des Ist-Zustandes und die Entwicklung von Vorstellungen über den Soll-Zustand erfolgt idealerweise anhand von Modellen (s. Kapitel 2.1.1). Sie stellen erst die Voraussetzung für die eigentliche Veränderung (Umsetzung) dar und bilden damit den Kern der Gestaltung soziotechnischer Systeme im hier gemeinten Sinne.

Zusammenfassend weist der Gestaltungsbegriff im Kontext dieser Arbeit folgende Eigenschaften auf:

- Der Begriff der Gestaltung ist konkret und weist Parallelen mit dem Begriff der technischen Entwicklung (von Produkten) auf.
- Gestaltung ist die notwendige Vorstufe einer zielführenden und rationellen Umsetzung organisatorischer Lösungen für alle organisatorischen Frage- und Problemstellungen. Die Umsetzung erfolgt dann im Rahmen von Organisationsprojekten entweder im Anschluß an eine Gestaltungsmaßnahme oder gestaltungsbegleitend.
- Der Begriff der Gestaltung begrenzt das Wirkungsfeld auf tatsächlich gestaltbare organisatorische Sachverhalte, ohne evolutionäre und soziologische Aspekte zu verdrängen, zu ignorieren oder als irrelevant abzulehnen. Es wird die Notwendigkeit einer Koexistenz aller drei Richtungen ausdrücklich anerkannt und folglich lediglich eine Begrenzung des Betrachtungsfeldes dieser Arbeit vorgenommen. Integrationsmöglichkeiten und Anknüpfungspunkte zu anderen Richtungen sind zahlreich vorhanden.

2.1.6 Produktion

Die zentrale Aufgabe von Produktionsunternehmen ist die Erzeugung und Verwertung von Sachleistungen durch die Kombination von Produktionsfaktoren (vgl. /GUTE70/). Dabei spielt der produzierende Unternehmensbereich eine zentrale Rolle. Dieser Bereich wird als Produktion bezeichnet. In Anlehnung an den /VDI83/ wird unter der sog. Produktion derjenige Bereich eines Unternehmens verstanden, der an der Herstellung der Erzeugnisse mittelbar und unmittelbar beteiligt ist. Damit umfaßt der Bereich der Produktion alle produzierenden und alle, die Erzeugung und Verwertung von Sachleistungen betreffenden, organisierenden und koordinierenden Aufgaben. Dies sind im engeren Sinne:

- die Fertigung und Montage,
- die Arbeitsvorbereitung (Arbeitsplanung sowie Produktionsplanung und –steuerung),
- die Konstruktion, Entwicklung und Projektierung sowie
- die Produktionslogistik (innerbetriebliche Transporte sowie deren Planung und Steuerung).

Im weiteren Sinne können auch

- der Werkzeugbau,
- die Beschaffung von Materialien auf dem Markt oder im eigenen Unternehmen,
- Teile des Qualitätswesens sowie
- Teile ausgewählter Querschnittbereiche wie z.B. des Personalwesens, des Datenmanagements und der Anlagenwirtschaft

zu den Aufgaben der Produktion gezählt werden.

Zur Erfüllung der aufgeführten Produktionsfunktionen werden i.d.R. mehrere menschliche und maschinelle Funktionsträger eingesetzt, deren Zusammenwirken (unter Beachtung der auf die Produktion übertragenen Unternehmungsziele) organisiert und koordiniert werden muß. In dieser Arbeit werden die vorgestellten Modell- und Methodenbausteine in ihrer Operationalisierung auf die Produktion fokussiert. Die Produktion soll hier als soziotechnisches System im Sinne des Kapitels 4.1.1.1 und damit als allgemeines Erkenntnisobjekt dieser Arbeit aufgefaßt werden.

2.1.7 Organisatorische Gestaltung der Produktion als soziotechnisches System im Kontext des Organisationsmanagements

Auch wenn viele Erkenntnisse dieser Arbeit auf jedes soziotechnische System übertragbar sind, können durch die in dieser Arbeit vorgenommene Konzentration auf den Bereich der Produktion das erforderliche Aussagensystem sowie die zu entwickelnden Methoden und Modelle zur Unterstützung der gestalterischen Aktivitäten erheblich eingeschränkt werden.

Im Umfeld der zahlreichen Aufgaben des **Organisationsmanagements** (s. **Bild 3**) konzentriert sich die in dieser Arbeit entwickelte Konzeption zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion auf den **geplanten Wandel**, indem allgemeine Erkenntnisse der Systemtheorie mit weiter entwickelten Erkenntnissen aus dem Umfeld der Geschäftsprozeßgestaltung zu einem leistungsfähigen, verständlichen und damit praxistauglichen Gestaltungsinstrumentarium kombiniert werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit dienen demnach schwerpunktmäßig der Entwicklung einer organisatorischen Basis, auf der dann die übrigen Managementaufgaben aufsetzen können.

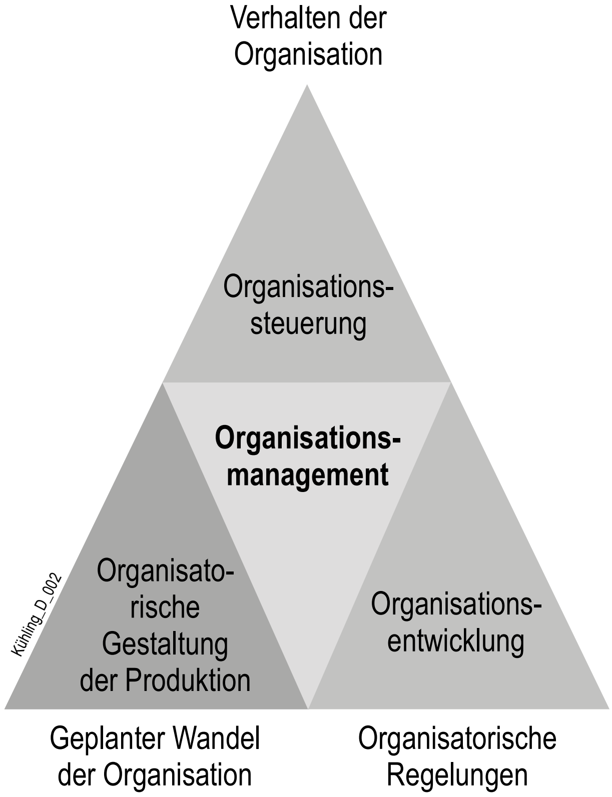


Bild 3: Stellung der organisatorischen Gestaltung

Das Systemdenken geht dabei von einer erfaßbaren Differenz zwischen einem vorhandenen Ist-Zustand und der Vorstellung über einen gewünschten Soll-Zustand aus. Die Anwendung der Mittel und Wege zur Erreichung eines angestrebten Soll-Zustandes werden dann als Gestaltung bezeichnet, die Aktivitäten bis zur Erreichung des Soll-Zustandes bilden den Gestaltungsprozeß (s. **Bild 4**).

Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen nicht nur die Mittel und Wege sowie die Vorgehensweise zur Erreichung des Soll-Zustandes, sondern auch die Möglichkeiten zur Beleuchtung der im **Bild 4** angedeuteten Fragezeichen durch die Abbildung des Ist- und des Soll-Zustandes in aussagekräftigen und aufeinander abgestimmten Modellen. Damit wird eine der Lücken zwischen den Gebieten der allgemeinen Unternehmensplanung, der Fabrikplanung, der Logistikplanung und dem schwerpunktmäßig betriebswirtschaftlich ausgerichteten systemischen Organisationsbegriff geschlossen.

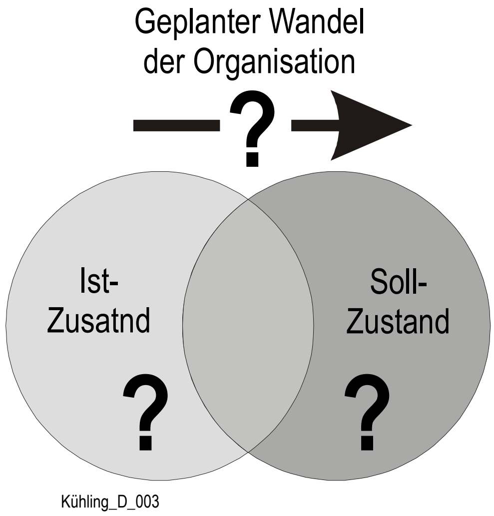


Bild 4: Differenz zwischen Ist und Soll

2.2 Forschungsmethodischer Rahmen

In diesem Kapitel werden der wissenschaftliche Rahmen und die wissenschaftliche Vorgehensweise skizziert, die als Basis dieser Arbeit dienten. Der skizzierte Rahmen geht dabei jedoch weit über das hinaus, was in dieser Arbeit geleistet werden konnte. Dies führt dazu, daß diese Arbeit nicht als alleinstehendes, abgeschlossenes Ergebnis interpretiert werden darf, sondern als Beitrag zu einem weit gefächerten Forschungsgebiet.

In weiteren Arbeiten, die parallel zu dieser Arbeit entstehen und entstanden sind, werden andere Ausschnitte dieses Rahmens behandelt und weiter ausgebaut. **Bild 5** zeigt das angestrebte Ergebnis der Gesamtheit aller Beiträge: Es soll eine breite, theoretische und an der Praxis gespiegelte Wissensbasis über die Gestaltung und den Betrieb von Organisationen und organisatorischen Netzen erstellt werden. Die wissenschaftliche Arbeit beruht dabei auf theoretischem und empirischem Wissen. Dieses Wissen wird durch die Integration praktischer Erfahrungen beteiligter Experten und Unternehmen ergänzt und unter Zuhilfenahme von Methoden der Gestaltung von Organisationen zur angestrebten Wissensplattform ausgearbeitet (vgl. /BECK98/).

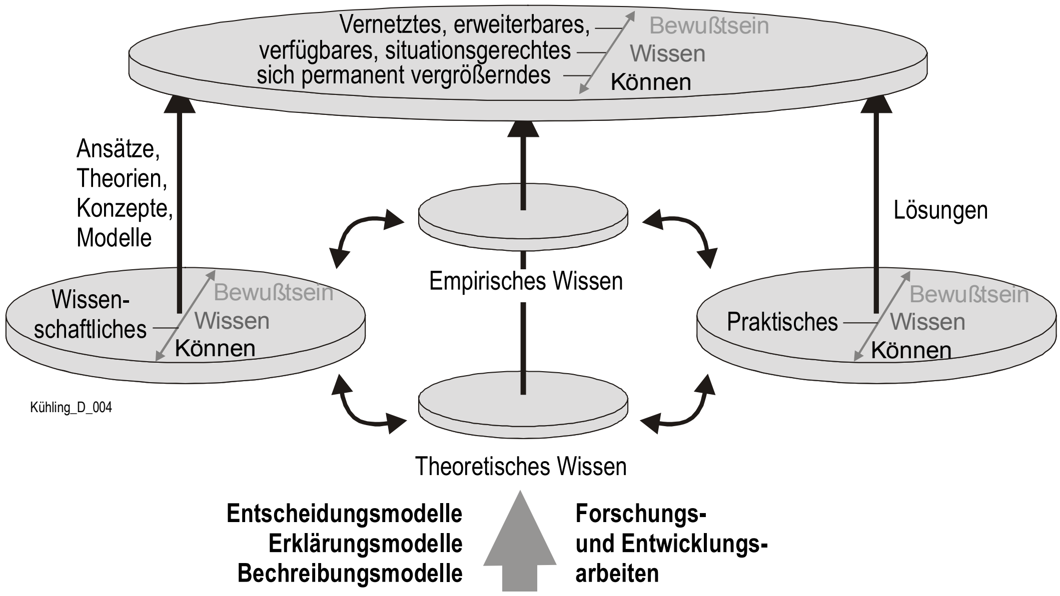


Bild 5: Erarbeitung von Wissensplattformen

2.2.1 Wissenschaftlicher Bezugsrahmen

In diesem Kontext bestand ein Ziel der vorliegenden Arbeit in der Erforschung praktisch anwendbaren Wissens auf einer gesicherten theoretischen Basis. Nach GROCHLA gelangt man zu derartigen Aussagen über die sinnvolle Kombination der drei von ihm folgendermaßen bezeichneten wissenschaftlichen Methodologien: **sachlich-analytische**, **empirische** und **formal-analytische Methode** (s. **Bild 6**). Das Bild zeigt, daß gesicherte Aussagen in allen drei Methodologien wiederum nur über die drei Stufen „**Begriffsdefinition**", „**Beschreibung**"[5] und „**Erklärung**" entwickelt werden können. Die Schwerpunktbildung der Methodenwahl für diese Arbeit ist im linken Bereich des Bildes dargestellt. Die im rechten Bereich dargestellte empirische Forschung im eigentlichen Sinne wurde hier nicht betrieben.

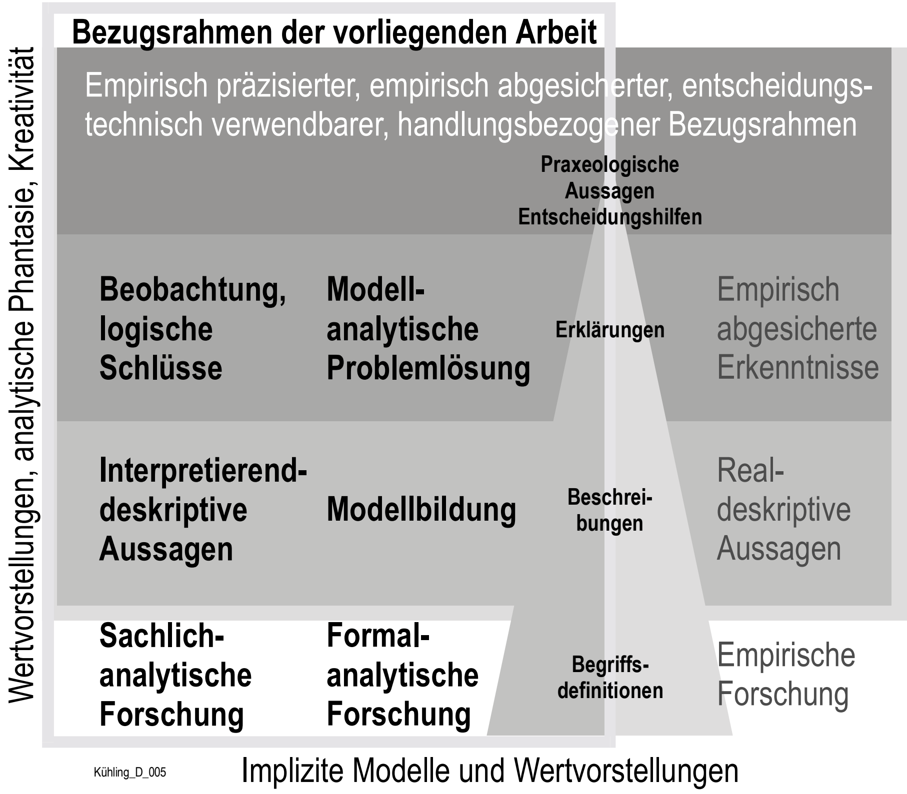


Bild 6: Wissenschaftliche Methodologien zur Gewinnung praxeologisch gesicherter Aussagen

Das zentrale Forschungsinteresse der vorliegenden Arbeit liegt im Bereich der sachlich-analytischen Methodologie und richtet sich auf die Durchleuchtung komplexer Zusammenhänge und die Erarbeitung von Handlungsgrundlagen, die durch Plausibilitätsüberlegungen und empirisch festgestellte Teilzusammenhänge gestützt sind, ohne eine eigene explizit empirische Überprüfung der entwickelten Zusammenhänge vorzunehmen. Bestimmte grundlegend angenommene Zusammenhänge werden als evident oder als, aufgrund von Erfahrungen, existent betrachtet und nicht explizit mit der Realität konfrontiert. Im Vordergrund steht die gedankliche Simulation der Realität

---

5 Die in deskriptiver Sprache formulierten Aussagen beschreiben empirische Sachverhalte, erklären Zusammenhänge, machen Annahmen, formulieren Hypothesen, konstituieren Gesetze und formulieren Regeln und Kriterien. Es handelt sich um sogenannte Indikativsätze, die über empirische Tatbestände Auskunft geben. Die in präskriptiver Sprache formulierten Aussagen sind im wesentlichen imperativer Art, indem sie ein bestimmtes Verhalten vorschreiben, oder normativer Art, indem sie ein bestimmtes Verhalten als gerechtfertigt deklarieren. Es handelt sich um wertende Aussagen, die streng von den Tatsachenaussagen zu trennen sind (i.A.a. /HOFF76/).

mit dem Erkenntnisinteresse, die Relationen zwischen den wesentlichen Bestandteilen soziotechnischer Systeme transparent zu machen und darauf aufbauend Handlungsempfehlungen abzuleiten. Im Rahmen dieser Methodologie wird bereits mit Modellen gearbeitet[6]. Die verwendeten Modelle erfüllten dabei eine überwiegend heuristische Funktion für das Auffinden möglicher Erklärungen. Die Formalisierung dient gleichzeitig der Abbildung komplexer Sachverhalte zum Zweck der besseren Durchschaubarkeit. Es wurde hier die sachlich-analytische Methodologie gewählt, weil die Gesamtheit der zu treffenden Aussagen durch empirische Ergebnisse nur mit sehr hohem Aufwand zu erhärten gewesen wäre (vgl. /GROC75/).

Die formal-analytische Methodologie war ein zweiter Schwerpunkt dieser Arbeit. Sie verwendet vereinfachte bzw. abstrahierte Beschreibungen von Problemstrukturen. Hier war eine bestimmte Problemstellung Ausgangspunkt aller Überlegungen in der Realität. Anschließend erfolgte eine Modellbildung im Hinblick auf die zu betrachtende Problemstellung. Die Modellbildung erfolgte hier vor allem im Hinblick auf die instrumentale Funktion von Modellen bei Problemlösungen (vgl. /GROC75/). Bei der formal-analytischen Forschungsarbeiten stand entsprechend dem jeweiligen Forschungsinteresse die Entwicklung von Experimenten und Labortests im Vordergrund (z.B. mit Hilfe der Simulation).

Das im folgenden beschriebene Wissenschaftsgebiet, das Erkenntnisobjekt, der gewählte Ansatz und die beschriebene wissenschaftliche Vorgehensweise sind einerseits als Bestandteil dieses Rahmens aufzufassen und gleichzeitig auf der Basis dieses Rahmens entwickelt worden.

2.2.2 Grundlagen der wissenschaftlichen Vorgehensweise

Aufgabe einer Wissenschaft ist die Gewinnung von systematisch und sachlich geordneten Aussagen über Zusammenhänge, welche das Wissen auf einem bestimmten Gebiet (**Wissenschaftsgebiet**) um diese Zusammenhänge erweitern sollen. Zusammengehalten werden diese Aussagen durch das **Wissenschaftsziel** und das **Erkenntnisobjekt**, auf das sich alle Urteile, Annahmen und Probleme beziehen, sowie durch bestimmte **Forschungsmethoden**, die durch definierte Verfahrensregeln eine intersubjektive Nachvollziehbarkeit und Prüfbarkeit gewährleisten sollen (i.A.a. /CHMI82/; /WÖHE86/). Diese verschiedenen Aspekte werden in den folgenden Kapiteln in einen Bezug zur vorliegenden Arbeit gebracht.

2.2.2.1 Wissenschaftsgebiet

Die vorliegende Arbeit bewegt sich zwischen dem Wissenschaftsgebiet der Organisationswissenschaften und der Produktionstechnik, die beide für sich genommen interdisziplinäre Wissenschaftsbereiche darstellen und untereinander Überschneidungen aufweisen. Das Gebiet der Organisationswissenschaften wird meist eher den Wirtschaftswissenschaften und die Produktionstechnik den Ingenieurwissenschaften zugerechnet. Die einzelnen Wissenschaftsbereiche bedienen sich jeweils entsprechender Forschungsmethoden, denen wiederum jeweils entsprechende Ansätze (Denkweisen, Sichtweisen oder Arten, beobachtbare Sachverhalte zu hinterfragen) zugrunde liegen.

2.2.2.2 Wissenschaftsziel

Die Wissenschaftstheorie unterscheidet im allgemeinen zwei verschiedene Wissenschaftsziele: ein theoretisches (realanalytisches) und ein pragmatisches (operationsanalytisches). Das **theoretische Wissenschaftsziel** besteht in der Beschreibung, Erklärung und Prognose des Verhaltens der Forschungsobjekte (vgl. /HILL76/). Auf das Forschungsobjekt „Produktion“ übertragen, besteht das Ziel in der Entwicklung geeigneter Modelle, mit deren Hilfe man

[6] Es handelt sich dabei um ein Abstraktionsebenenmodell mit dem die Modellierungsumfänge soziotechnischer Systeme abgeleitet und verifiziert wurden (s. Kapitel 5.1.1).

- den Aufbau und das Verhalten des formal strukturierten Systems der Produktion beschreiben (Beschreibungsmodelle),
- mittels gesetzesähnlicher Aussagen die Funktionsweisen erklären (Erklärungsmodelle)
- und aufgrund der erkannten Zusammenhänge Verhaltensprognosen aufstellen und damit letztlich Entscheidungen unterstützen kann (Entscheidungsmodelle).

Das theoretische Wissenschaftsziel dieser Arbeit besteht im wesentlichen darin, für diese drei Modellierungsbereiche einen gedanklichen Bezugsrahmen zu entwickeln, der den Handlungsspielraum im Rahmen einer praktischen Problemlösung durch die relevanten Aktionsparameter und die zu beobachtenden Restriktionen skizziert. Dieser Bezugsrahmen stellt jedoch nicht nur die für den betrachteten Problemkomplex relevanten Forschungsgegenstände (z.B. Zielgrößen, Randbedingungen, Objekte, Prozesse, Strukturen oder Ressourcen) in unterschiedlichen Detaillierungsgraden dar. Ein weiteres Element des Bezugsrahmens sind darüber hinaus auch Hypothesen über aktionsrelevante Zusammenhänge zwischen den betrachteten Forschungsgegenständen so daß der Bezugsrahmen auch Möglichkeiten zur Gestaltung der zwischen den betrachteten Forschungsgegenständen wirkenden Zusammenhänge aufzeigt.

Das **pragmatische Wissenschaftsziel** besteht dagegen weniger in der Wirklichkeitserkenntnis selbst als in deren Nutzbarmachung für die Wirklichkeitsgestaltung, nämlich in der Ableitung praktisch verwendbarer Modellierungsrichtlinien und Handlungsanweisungen. Das Erkenntnisobjekt der Theorie wird zum Gestaltungsobjekt. Auf der Basis der theoretisch abstrahierten Hypothesen werden in den praktischen Teilen der Arbeit Handlungsweisen gesucht, um bestimmte Gestaltungsziele zu verwirklichen.

Für das pragmatische Wissenschaftsziel übernehmen die theoretischen Erkenntnisse eine Ordnungsfunktion. Sie dienen somit der Selektion relevanter Dimensionen und steuern den Forschungsprozeß. Wesentliches Anliegen dieser Arbeit ist es, mit Hilfe einer systematisch aufeinander abgestimmten Kombination aus problem- und praxisgerecht zusammengestellten theoretischen Erkenntnissen sowie handhabbaren Modell- und Methodenbausteinen neue Grundlagen für die Fähigkeit zur praktischen und unternehmensspezifisch gestalterischen Tätigkeit in Produktionsunternehmen zu schaffen. Diese Formulierung impliziert,

- daß die Konzeption nicht auf einzelne gestalterische Teilaspekte eingeschränkt wird, sondern auf möglichst alle Elemente des organisatorischen Aufbaus und Ablaufes;
- daß die einzelnen Bestandteile der Konzeption durchgängig und auf einer gemeinsamen Basis aufgebaut sind und
- daß der Gestalter nicht wie bisher auf grundlegende Theorien, wenige, starre Grundkonzeptionen und vereinzelt weitgehend ausgearbeitete Organisationslösungen („Patentlösungen“) alleine angewiesen ist, sondern situationsgerechte und unternehmensspezifische Lösungen selbständig erarbeiten kann.

2.2.2.3 Erkenntnisobjekt

Die Organisationswissenschaft teilt sich in Strömungen auf, die sich bereits bei der Definition ihres Erkenntnisobjektes unterscheiden. Zusammenfassend läßt sich aber sagen, daß der Objektbereich der Organisationsgestaltung zunächst allgemein durch Begriffe wie:

- Bestandteile und Merkmale der Organisation,
- Zielsetzung und Zielverfolgung,
- Effektiver Ressourceneinsatz sowie
- Möglichkeiten zur methodischen Erfassung und Gestaltung organisatorischer Lösungen

charakterisiert wird. Für die vorliegende Arbeit ergibt sich daraus allgemein ein Erkenntnisobjekt, das den Bereich der Produktion in Unternehmen und seine Beziehungen zu angrenzenden Unternehmensbereichen vor dem Hintergrund dieser Charakteristika umspannt.

2.2.2.4 Forschungsmethoden

Die Kapitel 2.2.2.1 bis 2.2.2.3 haben bereits deutlich gemacht, daß eine wissenschaftliche Arbeit, die zu praxisrelevanten Aussagen gelangen will, sowohl realanalytische als auch operationsanalytische Aussagensysteme entwickeln muß. Die **Operationsanalyse** (Ableitung von Vorgehensweisen, s. dazu auch rechter Teil von **Bild 7**) trägt dabei mittels ihrer logischen Transformationsregeln zur formalen Bewältigung einer Entscheidung oder Problemlösung bei.

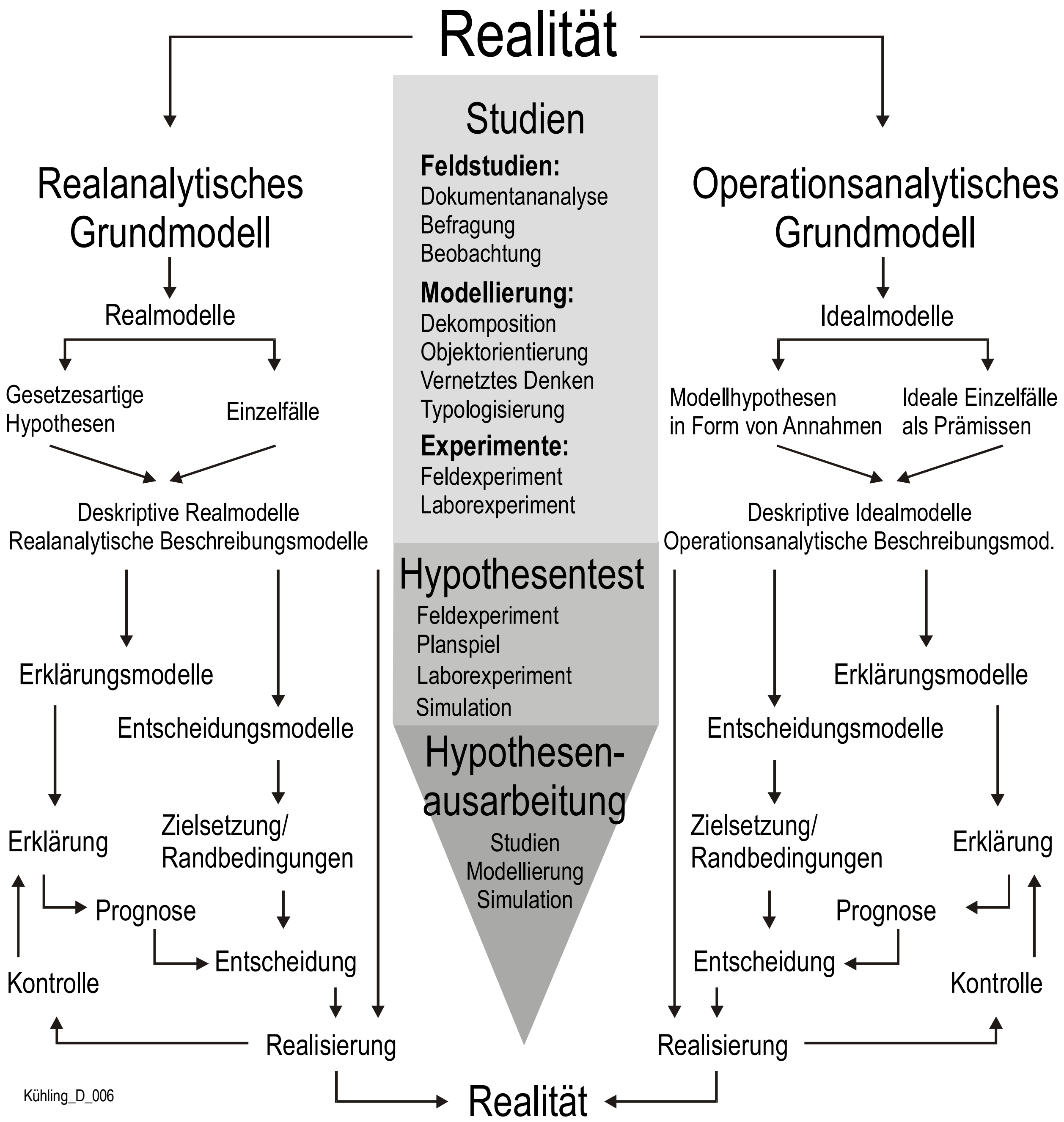


Bild 7: Forschungsmethoden im Kontext der Entwicklung einer Gesamtkonzeption

Handelt es sich um die Lösung von konkreten Entscheidungsproblemen, so sind neben den operationsanalytischen Aussagen auch realanalytische Aussagen erforderlich. Diese Aussagen werden im Rahmen der **Realanalyse** (Ableitung von Modellen, s. dazu auch linker Teil von **Bild 7**) gewonnen. Erst die Kombination beider Aussagensysteme ermöglicht die Ableitung zielgerichteter Handlungen zur Gestaltung der Wirklichkeit. Es entstehen real-praxeologische Entscheidungsmodelle. Derartige Entscheidungsmodelle machen Aussagen über ein zielgerichtetes, gestaltendes Handeln. Die Ableitung solcher Aussagensysteme erfolgt in einem mehrstufigen wissenschaftlichen Prozeß auf drei Ebenen (s. dazu nochmals **Bild 6**), der durch zahlreiche Iterationen und Rekursionen gekennzeichnet ist. Dies bedeutet, daß der in **Bild 7** dargestellte Prozeß lediglich idealisiert als linear aufgefaßt werden kann. Er enthält die Bereiche „Studien“, „Hypothesentest“ und „Hypothesenausarbeitung“, die ihrerseits einen Überblick über die eingesetzten Forschungsmethoden enthalten. Die einzelnen Methoden bilden Segmente in einem Kontinuum.

Die eingesetzten Forschungsmethoden besitzen grundsätzlich sowohl für den realanalytischen als auch für den operationsanalytischen Bereich Gültigkeit. Sie unterscheiden sich hier jeweils nur in ihrer Gewichtung beim Einsatz und in einzelnen Details bei der Durchführung.

Die Basis der entwickelten Gesamtkonzeption war hier die Erarbeitung von deskriptiven Beschreibungsmodellen (**Phase 1:** Übergang von der Ebene 1 auf die Ebene 2 im **Bild 6**). Diese Beschreibungsmodelle basierten jeweils auf einem Grundmodell, das mit Hilfe verschiedener Modellierungsmethoden aus der Realität abgeleitet wurde. Die Grundmodelle konnten dann sowohl zur Beschreibung von Individualmodellen als auch von gesetzesartig, allgemeingültig formulierten Modellhypothesen genutzt werden. Individuelle und allgemeine Modelle bilden zusammen den Vorrat an Beschreibungsmodellen. Sie konnten im Rahmen der ersten Phase erstellt werden und bildeten dann die Grundlage für die Entwicklung der Erklärungs- und Entscheidungsmodelle (**Phasen II + III:** Ebenen 3 und 4 im **Bild 6**) mit denen letztlich die Aufgaben der Erklärung und Prognose sowie unter Hinzufügung praktischer Zielsetzungen die Aufgaben der Entscheidung erfüllt werden konnten.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag in der ersten Phase. Hier wurden Forschungsmethoden zur Durchführung und Unterstützung grundlegender Studien eingesetzt. Diese Phase geht auf einen vom Autor erkannten Problemgegenstand zurück. Der Problemgegenstand wurde dann zunächst terminologischen (Begriffsbildung) und deskriptiven (Modellbildung) Studien unterzogen, um hieraus Anhaltspunkte zur Hypothesenformulierung zu gewinnen und die Abgrenzung des Objektes zur Formulierung exakter Aussagen sicherzustellen. Die Studien umschlossen Feldstudien und Experimente mit hohem realen Aussagegehalt, die von verschiedenen Schritten der Modellierung begleitet wurden. Bestandteil der Studien waren z.B. Untersuchungen (Befragungen und Beobachtungen), die vom Autor selbst durchgeführt wurden, sowie die Analyse dokumentierter Untersuchungen anderer Autoren. Die Methode der Dokumentenanalyse besaß dabei nicht nur für die Phase I sondern in sämtlichen Phasen des Forschungsprozesses eine hohe Relevanz. Die Methoden der Beobachtung und der Befragung ergänzten sich gegenseitig.

Im Rahmen der Feldexperimente wurden überwiegend solche Experimente durchgeführt, bei denen sowohl die Erstellung realanalytischer Modelle als auch die Wirkungsweise operationsanalytischer Vorgehensweisen in der betrieblichen Praxis überprüft und verbessert wurden. Solche Experimente erlaubten eine weitgehende Kontrolle und Gestaltung der Situationsbedingungen bei gleichzeitiger Möglichkeit des Hypothesentests unter realen Bedingungen. Die Durchführung von Feldexperimenten war jedoch begrenzt, da erhebliche Störungen des Leistungsprozesses im betroffenen Unternehmen zu erwarten waren. Dies ist jedoch nicht nur im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Problem gewesen, sondern ein allgemeines Problem der Organisationsforschung insgesamt. Aus diesem Grunde wird meist (wie auch in dieser Arbeit) auf Laborexperimente, Planspiele und Simulationen zurückgegriffen.

Die Phasen II und III konnten aufgrund der Ausrichtung der Arbeit nur ansatzweise bearbeitet werden. Hier wurden jedoch bereits wichtige Grundlagen für weitere Arbeiten gelegt. In der **Phase II** steht die Ableitung von Erklärungs- und Entscheidungsmodellen im Vordergrund. Forschungsmethodisch sind hier insbesondere die Strukturen und die Bestandteile von Systemen unter bestimmten Bedingungen zu untersuchen. Die **Phase III** diente der Ausarbeitung von Regeln sowie konkreten Modell- und Methodenbausteinen die in Form von Katalogen strukturiert und dokumentiert werden, so daß sie in der betrieblichen Praxis als einzelne Komponenten einer Gestaltungsmaßnahme identifiziert und eingesetzt werden können. Erste Schritte in diese Richtung werden hier bereits aufgezeigt. In dieser Phase wurden ähnliche Methoden wie in den Phasen I und II eingesetzt (Studien, Modellierung und Simulation). Dabei standen jedoch die Nutzung, Weiterentwicklung und Dokumentation der entwickelten Konzeption im Vordergrund.

2.2.3 Wissenschaftliche Vorgehensweise – Modelle als Basis der wissenschaftlichen Arbeit

Bei der folgenden Aktivitätenliste handelt es sich um eine schematische Darstellung des Forschungsprogramms, das bei dieser Arbeit zugrundegelegt wurde:

- **Definition von Begriffen:** Das erste Bemühen dieses Forschungsprogramms zielte auf die Schaffung eines Begriffssystems, das die sprachliche Erfassung der relevanten Aspekte - zunächst in abstrakter Form – erlaubt.
- **Isolierung relevanter Dimensionen:** Die Durchführung deskriptiver Studien erlaubte dann die Isolierung relevanter Dimensionen. Mit „Dimensionen“ sind hier die zu erfassenden Aspekte der Wirklichkeit gemeint. Dem Dimensionsbegriff wird darüber hinaus eine zusätzliche Bedeutung gegeben. Analog zur dreidimensionalen Erfassung des geometrischen Raumes sollen die organisatorischen Dimensionen sozusagen ein „Koordinatensystem“ darstellen, in dem eine Organisation bestimmt und modelliert werden kann.
- **Hypothesenformulierung:** Nach HILL (vgl. /HILL76/) wird unter einer Hypothese eine empirisch noch nicht hinreichend bestätigte Aussage über eine Beziehung zwischen einer unabhängigen und einer abhängigen Variablen verstanden, welche
  - allgemeinen Charakter hat, also nicht nur eine Einzelsituation betrifft,
  - widerspruchsfrei und empirisch überprüfbar ist, also keine tautologische oder historische Relativierung beinhaltet und
  - einen neuen Erklärungsaspekt realer Zusammenhänge beinhaltet.

  Im Rahmen dieser Arbeit wurden Hypothesen formuliert. Die wesentlichen, letztlich bestätigten Hypothesen sind im Kapitel 1.2 dokumentiert.
- **Modellkonstruktion:** Hypothesen, welche den genannten Anforderungen genügen, werden als Basissätze für die Konstruktion von Modellen benötigt[7]. Die Hypothesen werden dann anhand der Modelle überprüft (s.u.).
- **Transformation in situationsspezifische Handlungsanleitungen:** Handlungsanleitungen bestimmen den Einsatz der entwickelten Modelle, Methoden und Instrumente, um in einer spezifischen Situation vorgegebene Zielwirkungen zu realisieren. Die Handlungsanleitungen wurden z.T. an einem theoretischen und z.T. an verschiedenen praktischen Beispielen überprüft.

---

[7] Zum Modellbegriff vgl. auch /HILL76/.

- **Erarbeitung von Anwendungsbeispielen:** Die Ableitung von Anwendungsbeispielen erlaubt durch die praktische Realisierung der situationsspezifischen Modelle und Handlungsanleitungen die zunächst beispielhafte und später evtl. empirische Überprüfung der entwickelten Konzeption. Bei dem gewählten Beispiel handelt es sich um das Fertigungsprinzip der Virtuellen Fertigungsinseln, welches eine breite Palette organisatorischer Faktoren der Produktion beinhaltet und damit als Beispiel ideal geeignet ist (s. z.B. /KÜHL98c).

Für die verschiedenen Phasen und Aktivitäten im oben skizzierten Forschungsprozeß spielt vor allem die **Modellkonstruktion** eine wichtige Rolle. Während im Bereich der Organisationsforschung früher viele Denkmodelle mehr oder weniger unbewußt von einem Gegenstand der unmittelbaren Erfahrung, der dem jeweiligen technologischen und sozialen Stand entsprach, abgeleitet und für recht simple Analogien verwendet wurden, steht heute eine Modelltheorie zur Verfügung, welche die bewußte und kritische Arbeit mit Modellen erlaubt. Bei der Modellbildung werden folgende Techniken angewandt (i.A.a. /HILL76/):

- Um die Komplexität zu verringern:
  - Isolierende Abstraktion: Um die Komplexität zu verringern werden nur die für das jeweils zu untersuchende System wesentlichsten Variablen isoliert und in das Modell in abstrakter, möglichst einfacher Form übernommen.
  - Konzentration auf jeweils einen Variablenbereich: Um den Einfluß einer Variablen zu bestimmen wird jeweils nur diese Variable variiert und die übrigen werden konstant gehalten.
  - Korrelationaler Ansatz: Hier werden lediglich Korrelationen, anstatt Kausalbeziehungen aufgestellt. Die entstehenden Aussagen beschreiben dann statistische Zusammenhänge, ohne die komplexen Ursachen, die ihnen zugrunde liegen, zu erklären. Auch die Methode der Black-Box-Analyse kann hierzu gerechnet werden.
- Um die Dynamik zu bewältigen:
  - Statische Abbildung: Bei der statischen Systemabbildung erfolgt eine Momentaufnahme von relevanten Variablen, beispielsweise wird das organisatorische Zielsystem als konstant betrachtet.
  - Statistische Darstellung: Die Arbeitsgrundlage sind hier statistische Durchschnitte, um Schwankungen von Variablen zu eliminieren.
- Um die Anzahl möglicher Konstellationen zu bewältigen:
  - Bildung von Idealtypen: Es werden einige wenige, mehr oder weniger idealtypische Konstellationen definiert, auf welche die Untersuchung dann beschränkt wird.
  - Eingrenzung des Gültigkeitsbereiches von Aussagen: Die dargestellten Zusammenhänge zwischen jeweils zwei Variablen werden auf solche Bereiche beschränkt, die eindeutige Aussagen erlauben.

Mit solchen Methoden gelingt es, die gestalterischen Fragestellungen derart zu vereinfachen, daß sie den gegebenen kognitiven Möglichkeiten der Ersteller und Anwender angepaßt sind. Modelle können deshalb in der Organisationsforschung und in der späteren praktischen Anwendung sehr effektiv eingesetzt werden.

3 Stand der Wissenschaft bei der modell- und methodengestützten Gestaltung der Produktion als soziotechnisches System

Heute liegen zahlreiche Ansätze zur modell- und methodengestützten Gestaltung vor, die sich mit einer Fülle unterschiedlicher organisatorischer und sozialer Größen in Produktionsunternehmen beschäftigen. Teilweise beziehen sich diese Ansätze speziell auf den Bereich der Produktion, teilweise sind sie eher bereichsunspezifisch. In den meisten Fällen können die vorgestellten Modelle und Methoden jedoch nur wenige unmittelbare Hinweise für die konkrete und praxisorientierte **organisatorische Gestaltung** der Produktion unter Beachtung der Gesichtspunkte **soziotechnischer Systeme** liefern, da sie sich weder bei der Beschreibung der Betrachtungsgegenstände noch bei der Erklärung von Problemen auf die Grundlagen soziotechnischer Systeme beziehen. Die angebotenen „Lösungen“ insbesondere aus dem Bereich der Organisationswissenschaften basieren i.d.R. auf **einfachsten** Modellen, die der Komplexität realer Systeme nicht entgegen kommen.

Im Rahmen der dieser Arbeit zugrundeliegenden wissenschaftlichen Analyse wurden zahlreiche Modelle und Methoden aus unterschiedlichen Disziplinen ausführlich auf ihren Gehalt für die modell- und methodengestützte Gestaltung der Produktion als soziotechnisches System untersucht. Die folgende Kompaktdarstellung der erarbeiteten Forschungsergebnisse soll die Notwendigkeit zur Entwicklung umfassenderer, gestaltungsbezogener Modelle aufzeigen, die dann als Basis für die Ableitung einer geeigneten Vorgehensweise zur Lösung gestalterischer Probleme in der Produktion unter Gesichtspunkten soziotechnischer Systeme genutzt wurden (s. Kapitel 4). Die Darstellung der Analyseergebnisse kann sich in dieser Arbeit aufgrund der Fülle organisatorischer Abhandlungen nur oberflächlich auf die praktische und literarische Behandlung besonders bekannter und viel diskutierter Ansätze beziehen. Eine detailliertere Darstellung der untersuchten Ansätze bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

Die in diesem Kapitel dokumentierte „Bestandsaufnahme“ beschränkt sich auf eine globale Klassifikation. Dabei werden die verschiedenen Ansätze der Organisationslehre aus sozialwissenschaftlicher und wirtschaftswissenschaftlicher Sicht und die Ansätze der „Fabrikplanung“ aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht betrachtet. Den Abschluß bilden die Ansätze der „Fabrik- und Geschäftsprozeßmodellierung“ als moderne Integrationsansätze. Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme bildeten auch die Basis für die im Kapitel 1.2 dokumentierten Hypothesen dieser Arbeit.

3.1 Zusammenfassung konstruktivistischer und evolutorischer Ansätze

Faßt man die Aussagen konstruktivistischer und evolutorischer Ansätze zusammen, so wird hier die Auffassung vertreten, daß nur eine Kombination beider Ansätze zu einer effizienten Modellierungsmethode führen kann. Dabei liegt der Schwerpunkt der konstruktivistischen Teilaussagen im objektiv gestalterischen Bereich, also bei der Verbindung mit Hilfe der evolutorisch, in einem Versuch-Irrtum-Prozeß gefundenen Teilaspekte und Modelle zu einer Gesamtlösung (Modellkonstruktivismus). Auch wenn die Informationen über die realen Systeme unzureichend sind, können modellhafte Vorstellungen über sie entwickelt werden. Diese Modelle beschränken den **notwendigen** Informationsraum und ermöglichen dadurch eine konstruktivistische Vorgehensweise bei der Modellierung. Die schrittweise Nutzung zuvor definierter Methodenbausteine erhöht die Transparenz des bei der Gestaltung nutzbaren Spielraums, vereinfacht die intersubjektive Nachvollziehbarkeit, die durch eine angemessene Dokumentation in Modellen noch verbessert wird und unterstützt die Entwicklung gültiger und konsistenter Systeme. Der evolutorische Ansatz dient dabei eher der methodischen Suche nach geeigneten Teillösungen unter Informationsmangel und der Analyse, Beurteilung und Weiterentwicklung der konstruktivistisch zusammengestellten Gesamtlösung in einem permanenten Prozeß. Die kombinierte Nutzung beider Ansätze wird in den Kapiteln 4 bis 6 noch deutlich werden (weiterführende Literaturstellen finden sich im Anhang I).

3.2 Zusammenfassung des Systems Engineering und des Prinzips des lebensfähigen Systems

Auch hier gilt, daß die Ableitung einer neuen Sichtweise auf die Gestaltung soziotechnischer Systeme sowohl die Vorgehensweise des Systems Engineering als auch die Prinzipien des lebensfähigen Systems berücksichtigen muß. Bisher sind jedoch bzgl. dieser beiden Ansätze verschiedene Aspekte noch nicht vollständig untersucht worden. Zu diesen Aspekten gehören u.a.:

- Eine Weiterführung der gestalterischen Merkmale **soziotechnischer** Systeme über die Verteilung der Lenkungsfunktionen, die Benennung der Systemteile und deren Informationsverbindungen in **lebensfähigen** Systemen hinaus.
- Eine Konkretisierung des Gestaltungsgegenstandes und die Ableitung spezifizierter Systemkomponenten bis auf Parameterebene.
- Das Aufdecken von Zusammenhängen z.B. zwischen den organisatorischen Zielkategorien und der Abgrenzung der unterschiedlichen Lenkungsebenen sowie deren Einbindung in ein konsistentes Zielsystem zur Ableitung gestalterischer Zielsetzungen (Gestaltungsziele, Wirkzusammenhänge und Erklärungsmodelle)
- Die Erweiterung der methodischen Unterstützung bei der Gestaltung lebensfähiger Systeme unter Einbeziehung der Erkenntnisse des Systems Engineering.

Werden diese und weitere Aspekte näher ausgearbeitet, bietet eine Kombination zwischen dem Ansatz des Systems Engineering und dem Ansatz des lebensfähigen Systems eine weitere Grundlage für die Ableitung einer neuen Sichtweise auf dem Gebiet der Gestaltung soziotechnischer Systeme (s. Kapitel 4). Die kombinierte Nutzung beider Ansätze wird in den Kapiteln 4 bis 6 noch deutlich werden (s. auch Literaturstellen im Anhang I).

3.3 Bedeutung der Fabrikplanung für diese Arbeit

Die Gestaltung der Produktion war und ist Aufgabe der Fabrikplanung. In den letzten Jahren waren jedoch die Anforderungen an die moderne Produktion und die Aspekte, die im Rahmen der Gestaltung der Produktion berücksichtigt werden müssen, einem starken Wandel unterzogen. Dies hat dazu geführt, daß sich auch die Fabrikplanungsmethoden verändert haben (s. **Bild 8**, **Großdarstellungen der verkleinerten Methodenschaubilder sind im Anhang I enthalten**). Darüber hinaus sind zahlreiche neue Hilfsmittel und Techniken wie z.B. GPO-Tools, Simulationsprogramme oder Software zur 3D-Layoutplanung entwickelt worden, die den Fabrikplaner bei seiner Arbeit unterstützten. Die Fabrikplanung hat sich stark diversifiziert, Spezialgebiete sind entstanden, die jedoch nur in ihrer Gesamtheit den Erfolg einer Planung sicherstellen. Erste Ansätze zur Integration der einzelnen Spezialgebiete zeigen bereits die enormen Potentiale auf, die in Zukunft erschlossen werden können.

Waren in der Vergangenheit die Ergebnisse der Fabrikplanung auf wenige Fertigungsformen und die methodische Ausrichtung auf die Investitions- und Layoutplanung begrenzt, so führten neuere Randbedingungen zu einer weitgefächerten Entwicklung neuer Fertigungsprinzipien, die aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften an die jeweiligen Bedingungen angepaßt waren. Diese Entwicklung wirkte sich auf die eingesetzten Methoden und den Wirkungsbereich der Fabrikplanung aus, die sich nunmehr einerseits verstärkt auf den Menschen bezogen und andererseits neben den reinen Fertigungs- und Montagearbeiten zahlreiche indirekte Aufgaben wie Qualitätssicherung, Transport, Instandhaltung oder Produktionsplanung und –steuerung in ihrer gegenseitigen Verknüpfung in die Planung mit einbezogen. Die in diesem Zusammenhang entwickelten Gestaltungsmethoden sind unter Begriffen wie „Fertigungs- und Produktionsstrukturierung“ bekannt geworden. Mit der Entwicklung der neuen Fertigungsprinzipien ging auch die Erweiterung der Gestaltungsmethoden einher (vgl. dazu auch /BISS97/). Neben der Betrachtung des Produktionsprogramms und der technischen und technologischen Aspekte der Fertigung gewannen zunehmend Faktoren wie Durchgängigkeit oder Komplettbearbeitungsgrad an Bedeutung. Die klassischen Methoden der Fabrikplanung haben deshalb für diese Arbeit nur noch einen allgemeingültigen Nutzen. Die entwickelten Vorgehensweisen und Techniken haben zwar weiterhin Gültigkeit, müssen jedoch anders gewichtet und in einem übergeordneten Zusammenhang gesehen werden. Dabei spielen insbesondere Überlegungen aus dem Bereich der Strukturierung und Integration aber auch der Dezentralisierung und Flexibilisierung vor dem Hintergrund einer systemischen Sichtweise eine besondere Rolle.

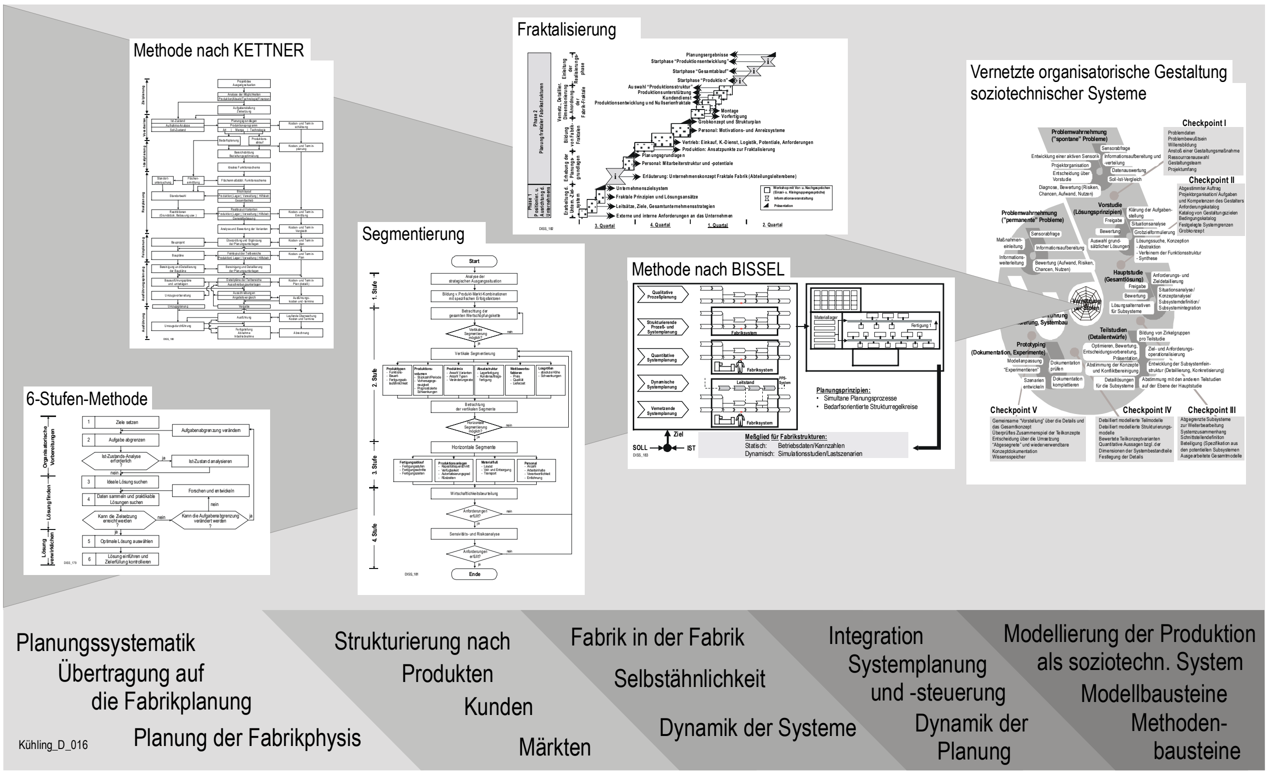


Bild 8: Entwicklung der Fabrikplanung

Die verschiedenen Methoden haben unterschiedliche Schwerpunkte. Während die einen für das klassische Aufgabengebiet der Fabrikplanung (Generalbebauungsplanung, Layoutplanung etc.) prädestiniert sind, stellen andere Methoden die Strukturierung der Fabrik in den Vordergrund, ohne die Umsetzung der Strukturen in Gebäuden, Maschinen, Flächen usw. zu vertiefen. Es fehlen klar definierte Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Planungsmethoden. Die Schwächen der vorhandenen Konzeptionen können aus Sicht dieser Arbeit folgendermaßen zusammengefaßt werden:

- Es fehlen durchgängige Modell- und Methodenbausteine zur Unterstützung der Planung und zur Visualisierung der Ergebnisse und Zwischenschritte, die über den Bereich der reinen Layout- und Prozeßdarstellung hinaus gehen.
- Die unzureichende Berücksichtigung indirekter Funktionen verhindert eine ganzheitliche Optimierung des soziotechnischen Systems „Produktion“.
- Die Notwendigkeit einer permanenten Planung wird zwar erkannt, jedoch nicht methodisch vollwertig unterstützt.

Einen Teil dieser Schwächen hat BISSEL /BISS97/ versucht in seiner Methode der „prozeßorientierten Planung dynamischer Fabriksysteme“ zu beseitigen, indem er auf den o.g. Methoden aufbaut, diese zu einer geschlossenen Methode integriert und mit Bezug auf die Prozeßorientierung zu einem Regelkreis ergänzt. Damit hat BISSEL einen neuen Weg im Rahmen der Fabrikplanung beschritten, der als weitere Basis dieser Arbeit gelten kann. Die von BISSEL vorgestellte Methode geht in vielen Punkten über die Möglichkeiten der klassischen Methoden der Fabrikplanung hinaus. Die wesentlichen Vorteile gegenüber den übrigen Ansätzen sind:

- Integration von Strukturierung und quantitativ-technologischer Fabrikplanung,
- eine konsequente Berücksichtigung der Prozeßorientierung und
- eine planerische Verbindung zwischen Systemplanung und Systemsteuerung.

Mit der Arbeit von BISSEL sind die Grundlagen für eine Kombination der klassischen Fabrikplanungsmethoden mit den Ansätzen der Organisationsgestaltung gelegt, wie sie in dieser Arbeit verfolgt wird. Um diese jedoch vollziehen zu können, müssen insbesondere im Hinblick auf eine praktische Anwendung verschiedene Fragen beantwortet werden:

- Welche Bestandteile sind kennzeichnend für leistungsfähige Fabriksysteme?
- Welche Kombinationen von Bestandteilen sind sinnvoll?
- Welche Relationen zwischen einzelnen Teilsystemen sind strukturbestimmend?
- Anhand welcher Parameter können Strukturdefekte erkannt werden?

Die Beantwortung dieser Fragen kann nur mit Hilfe geeigneter Modelle erfolgen. Im Rahmen der Logistik- bzw. Geschäftsprozeßanalyse und –optimierung ist die Anwendung von Modellen bereits wesentlich weiter fortgeschritten als in der klassischen Fabrikplanung. Die in diesen Disziplinen entwickelten Modelle und Referenzen wurden bisher nur sehr unzureichend auf wichtige Aspekte der Fabrikplanung übertragen. Die weiteren Ausführungen im Kapitel 4 werden an dieser Stelle ansetzen.

Betrachtet man die Fabrikplanung als umfassende Disziplin, deren Aufgabe u.a. die Planung der Produktion ist, so zielt die in dieser Arbeit entwickelte Konzeption auf eine Erweiterung des Methoden- und Beschreibungsraumes dieser Disziplin durch die Entwicklung geeigneter Modell- und Methodenbausteine. Gleichzeitig wird der bereits angedeutete Weg der Integration konsequent weiterverfolgt, indem Erkenntnisse aus anderen Disziplinen für die Gestaltung der Produktion nutzbar gemacht werden (s. dazu Kapitel 4.1). Damit wird der Schwerpunkt der Fabrikplanung weiter von der reinen Layoutbetrachtung in Richtung einer ganzheitlicheren Gestaltung der Produktion als komplexes, soziotechnisches System verschoben.

Detailliertere Anmerkungen zu den untersuchten Ansätzen der Fabrikplanung bleiben aufgrund des hier einzuhaltenden Rahmens einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

3.4 Ausgewählte Ansätze der Fabrik- und Geschäftsprozeßmodellierung

In diesem Kapitel wird die Modellierung als Spezialgebiet zur Integration von Ansätzen der Organisationslehre und Ansätzen der Fabrikplanung aufgefaßt. Die Fabrik- und Geschäftsprozeßmodellierung wird bereits seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt, sie hat jedoch insbesondere in den letzten Jahren durch die stärkere Prozeßorientierung, die informationstechnische Unterstützung der Geschäftsprozesse z.B. durch Workflowmanagementsysteme oder integrierte Systeme (z.B. SAP oder BAAN) sowie durch neue Möglichkeiten in der Simulation stark an Bedeutung gewonnen. Folgende Aspekte stehen bei der Aufstellung organisatorischer Modelle im Vordergrund:

- Umfassende Optimierung organisatorischer Veränderungen,
- Speicherung von Organisationswissen, z.B. in Form von Referenzprozessen,
- Nutzung der Prozeßdokumentationen zur ISO- 9000 ff-Zertifizierung,
- Berechnung der Zeiten und Kosten von Geschäftsprozessen und

- Nutzung der Prozeßinformationen zur Einführung und Anpassung (Customizing) von integrierten Softwaresystemen oder Workflowmanagementsystemen.

Im Rahmen der dieser Arbeit zugrundeliegenden Forschungsaktivitäten wurden insbesondere CIMOSA, ARIS und das Prozeßketteninstrumentarium als ausgewählte Ansätze aus verschiedenen Bereichen mit unterschiedlichen Stärken und Schwächen auf ihre Eignung für die Gestaltung soziotechnischer Systeme untersucht. Eine ausführliche Beschreibung der Untersuchungsergebnisse bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten

3.4.1 Gesamtbewertung CIMOSA

Der Ansatz von CIMOSA besteht darin, eine Architektur für die Beschreibung von **Informationssystemen** zu entwickeln, um Inhalte in Form von standardisierten Referenzmodellen bis zur Softwaregenerierung systematisch abbilden zu können. Auf dieser Konzeption aufbauend sind in CIMOSA Modellierungsmethoden eingeordnet und durch Meta-Modelle beschrieben worden. Dabei wird eine ereignisgesteuerte, geschäftsprozeßorientierte Sicht verfolgt. Weiter wird ein Unternehmen als eine Menge von miteinander kommunizierenden Agenten betrachtet. Die starke Ausrichtung an der Beschreibung von Informationssystemen vernachlässigt jedoch wesentliche Aspekte soziotechnischer Systeme. Eine Nutzung dieser Architektur für die Gestaltung soziotechnischer Systeme wird deshalb hier schon aus diesem Grund nicht angestrebt, da umfangreiche Ergänzungen vorgenommen werden müßten.

Das CIMOSA-Konzept ist auch in den wenigen Spezialanwendungen bisher eher informationstheoretisch ausgerichtet. Im Zusammenhang mit allgemein organisatorischen Fragen ist lediglich die obere Ebene (Requirements Definition Modelling Level) des CIMOSA-Würfels von Bedeutung. Diese Ebene bietet zwar grundsätzlich die Möglichkeit, organisatorische Fragestellungen abzubilden, ist im CIMOSA-Konzept jedoch eher als Beschreibungsebene für organisatorische Aspekte auf einfachem Niveau ausgeprägt und dient primär dazu, anschließend CIM-Aspekte abzuleiten. Eine eingehende Beschäftigung mit organisatorischen oder gestalterischen Fragen findet nicht statt.

Die dritte Dimension „Stepwise Generation" bietet mit den vier Bereichen „Funktion", „Information", „Ressource" und „Organisation" eine für organisatorische Fragestellungen zu undifferenzierte Plattform. Organisatorisch relevante Aspekte werden hier zu stark vermischt und bieten dem Gestalter nur wenig Hilfestellung bei der systematischen Modellierung soziotechnischer Systeme.

Zusammenfassend bietet CIMOSA zwar einige gute Ansätze, die Modellierungsmöglichkeiten sind jedoch letztlich für die in dieser Arbeit zu lösende Aufgabenstellung unzureichend. Die zu enge fachliche Ausrichtung an CIM-Fragen und das Fehlen verschiedener, organisatorisch relevanter Aspekte erschweren damit trotz des Anspruchs, ein Instrumentarium zur allgemeinen Unternehmensmodellierung sein zu wollen, die Nutzung zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion als soziotechnisches System. Die ungünstige Strukturierung der Gesamtarchitektur und die signifikanten Lücken in der Abbildung organisatorischer Fragestellungen ließen eine Anpassung auf Fragestellungen wie sie in dieser Arbeit behandelt werden sollten letztlich nicht sinnvoll erscheinen.

3.4.2 Gesamtbewertung ARIS

Im ARIS-Konzept ist implizit die in der Systemtheorie übliche Unterscheidung zwischen der Struktur und dem Verhalten eines Systems abbildbar, auch wenn hierauf nicht ausführlich eingegangen wird. Die Struktur umfaßt die statische Sicht auf das System, während das Verhalten die Dynamik beschreibt. In einem ARIS-Geschäftsprozeßmodell wird die Dynamik durch die Ereignissteuerung und den Nachrichtenfluß ausgedrückt. Die Funktions-, Organisations-, Daten- und Leistungssicht beschreiben dagegen ausgewählte Bereiche einer Systemstruktur. Eine vollständige Ableitung der Architektur aus theoretischen Erkenntnissen aus dem Bereich der Organisationslehre erfolgt jedoch genauso wenig, wie die für diese Arbeit ausschlaggebende explizite Bezugnahme auf systemtheoretische Grundlagen.

Das ARIS-Toolset hilft grundsätzlich, die vielfältigen Beschreibungsaspekte von **Geschäftsprozessen** zu erfassen, ihnen Methoden zuzuordnen, die Methoden auf Überschneidungen zu analysieren und offene Beschreibungsfelder zu identifizieren. Die Unterstützung bei der gestalterischen Behandlung allgemeiner, organisatorischer Fragen durch das ARIS-Konzept ist zwar grundsätzlich vorhanden, aufgrund des Schwerpunktes der Gestaltung computergestützter Informationssysteme jedoch sehr gering ausgeprägt.

Die Parameterauswahl ist stark auf die Ausrichtung des Instrumentariums als Geschäftsprozeßmodellierungs- und EDV-Entwicklungsinstrument abgestimmt. Trotz der Vielzahl der Sichten, Phasen und Parameterlisten fehlen zahlreiche Parameter, die aus organisatorischer Sicht sinnvoll und wünschenswert sind. Eine übergeordnete Methode zur Modellierung und anschließenden Realisierung organisatorischer Aspekte wird nicht angeboten. Damit ist ARIS trotz seiner zahlreichen Möglichkeiten als Modellierungsplattform im Rahmen dieser Arbeit ungeeignet.

3.4.3 Gesamtbewertung Prozeßketteninstrumentarium

Die Modellierung soziotechnischer Systeme erfordert die Abbildung statischer und dynamischer Aspekte. Durch die im Prozeßketteninstrumentarium angelegte Ausrichtung an systemtheoretischen und kybernetischen Grundlagen ist es grundsätzlich zur Modellierung soziotechnischer Systeme geeignet. Die im Kapitel 5.1.1 aufgeführten Anmerkungen zu den Modellierungsmöglichkeiten zeigen, daß die wesentlichen Elemente logistischer Systeme bereits **aus prozeßorientierter Sicht** modelliert werden können. Hier stellen sich Gestaltungsaufgaben immer dann, wenn es z.B. um Fragen der Zentralisierung oder Dezentralisierung, um Outsourcingstrategien, um Alternativen bei der Fabrikstrukturierung oder um die Veränderung der Transportketten geht. Diese Fragen können mit Hilfe des Prozeßketteninstrumentariums aus prozeßorientierter Sicht beantwortet werden. Die statische Sicht, die ebenfalls mit dem Prozeßketteninstrumentarium abgebildet werden könnte, ist bisher jedoch unterrepräsentiert. Um den Modellierungsumfang in Bezug auf die Gestaltung der Produktion als **soziotechnisches** System auszubauen, sind deshalb verschiedene Ergänzungen und Umstrukturierungen des Aufbaus der Beschreibungssprache notwendig, die in dieser Arbeit vorgenommen werden sollen. Bei den vorgenommenen Modifikationen handelt es sich im wesentlichen um eine Ergänzung und Umstrukturierung der statisch-strukturellen Sichten, um eine systematische Fundierung der systemtheoretischen und kybernetischen Grundlagen und um eine umfassende Darstellung und Strukturierung der unterschiedlichen Modelle, Sichten und Parameter. Im Kapitel 5 wird gezeigt, wie durch entsprechende Änderungen und Ergänzungen aus dem bewährten Prozeßketteninstrumentarium eine umfassende und beliebig erweiterbare **Modellierungsumgebung** für soziotechnische Systeme entwickelt werden kann. Eine solche Modellierungsumgebung stellt eine wichtige Grundlage für die **unternehmensspezifische** Gestaltung der Produktion dar. Das Prozeßketteninstrumentarium dient damit als Basis für die Entwicklung eines neuen Gestaltungsansatzes, der im Kapitel 4 ausführlich behandelt wird.

3.5 Ansätze der Simulationstechnik zur Modellierung und Untersuchung dynamischer Organisationsaspekte

Die Simulation hat sich als klassische Verfahrensweise bei der Modellierung technischer und logistischer Systeme und betriebswirtschaftlicher Wirkungszusammenhänge in den letzten Jahrzehnten vielfach bewährt. Aufgrund der Anzahl und Unterschiedlichkeit der Einsatzgebiete konnte sich jedoch bisher kaum eine einheitliche Vorstellung oder gar eine Definition des Gebietes der Simulation durchsetzen (vgl. /CHAM97/). Im technischen und wirtschaftlichen Bereich wurden bisher vorrangig Produktions- und Logistiksysteme mit den Mitteln der Simulation untersucht, wobei man jeweils die technischen, logischen und zeitlichen Wirkungszusammenhänge abbildete und nach Ablauf der Simulationsexperimente eine geringe Auswahl an Zielgrößen wie z.B. Kapazitätsauslastung, Kostenverläufe und Durchlaufzeit auswertete. Diese Auswertungen bildeten, meist in Kombination mit der grafischen Darstellung der Abläufe, die Grundlage für die Optimierung der Prozesse, der Kostengrößen oder ähnlicher organisatorischer Aspekte. Die Modellierung neuer Prozeßkonzepte erfolgt heute oftmals ergänzend mit den bereits oben erwähnten GPO-Tools. Die erzeugten Modelle können nach einer Validierung und Simulation sogar in integrierte Anwendungssysteme (z.B. SAP R/3) oder Workflowmanagementsysteme implementiert werden (z.B. ARIS) oder in umgekehrter Richtung aus diesen Systemen „automatisch“ Daten beziehen. In der jüngsten Vergangenheit rückten im Zusammenhang mit humanzentrierten Organisationsformen aber auch im Zusammenhang mit ergonomischen Untersuchungen Bestrebungen zur effektiveren Nutzung personeller Ressourcen in das Blickfeld der Simulation (vgl. z.B. /ZÜLC97/, /ZÜLC95/). Neben der Möglichkeit zur Planung optimaler Personalstrukturen bieten personalorientierte Simulationsverfahren auch die Möglichkeit, ergonomisch relevante Aspekte simulativ zu ermitteln und zu bewerten. Diese Faktoren spielen bei der Untersuchung soziotechnischer Systeme zunehmend eine wichtige Rolle.

Die Simulation wird hier als Ergänzung zur statischen Fabrikplanung oder zur statischen Fabrik- und Geschäftsprozeßmodellierung verstanden. Dabei kann selbst bei einer solchen Eingrenzung weder auf die zahlreichen EDV-gestützten Simulatoren in diesem Bereich, noch auf die unterschiedlichen Philosophien der einzelnen Simulationsschulen eingegangen werden. Vielmehr sollte im Rahmen dieser Arbeit der Sinn des Einsatzes der Simulation als Ergänzung zur statischen Modellierung betrachtet werden. Im Rahmen der Forschungsaktivitäten zu dieser Arbeit wurde die Simulation immer dann eingesetzt, wenn Experimente und empirische Untersuchungen am realen Beispiel zu aufwendig oder unmöglich waren, gleichzeitig aber dynamische Effekte gestalterischer Maßnahmen ermittelt oder aufgezeigt werden sollten. Es sei jedoch deutlich darauf hingewiesen, daß die heute noch nicht zu überwindenden Defizite der Simulation im Bereich soziotechnischer Systeme zu der Notwendigkeit führen müssen, nach besseren Möglichkeiten statischer Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodelle zu suchen, um auf diesem Weg evtl. auch Erkenntnisse für die Entwicklung neuer Simulatoren zu erlangen.

Aus gestalterischer Sicht sollte Simulation aus folgenden Gründen eingesetzt werden:

- **Abbildung dynamischer Verhältnisse:** Ein soziotechnisches System stellt nicht nur ein kompliziertes System, sondern ein komplexes System dar, da es im Zeitverlauf eine nahezu unbegrenzte Anzahl von Zuständen annehmen kann. Die Simulation setzt ein Modell in Bewegung, Ereignisse während des Simulationslaufes haben einen Einfluß auf den weiteren Verlauf und das Ineinandergreifen der einzelnen Modellkomponenten kann veranschaulicht werden. Dadurch wird es nicht nur möglich, das dynamische Verhalten im Hinblick auf die modellierten Aspekte zu visualisieren, sondern der Gestalter erhält ein tieferes Verständnis vom gesamten System und kann daraus neue Schlüsse über gestalterische Maßnahmen ziehen. Durch die Unterstützung der Simulation kann nicht nur ein Vielzahl möglicher Zustände im Zeitverlauf ermittelt, dargestellt und einer Bewertung zugänglich gemacht werden, sondern komplizierte und zeitaufwendige Berechnungen (sofern diese überhaupt möglich sind) werden überflüssig.
- **Unterstützung bei der Auslegung und Dimensionierung:** Strukturalternativen können mit Hilfe herkömmlicher statischer Modelle wie z.B. Betriebsmitteltabellen, Layoutpläne, Informationsflußplan oder Organigramm zwar visualisiert und bewertet werden, ein Nachweis der Leistungsfähigkeit unter dynamischen und sich in ihrer Struktur ändernden Belastungen ist nur mit Hilfe dynamischer Modelle möglich, wie sie die Simulationstechnik oder spezielle Berech-

nungsverfahren bereitstellen. Dies stellt eine wertvolle Hilfe bei der Auslegung und Dimensionierung dar.

- **Vermeidung von Eingriffen in die Realität:** Mit Hilfe der Simulation können beliebige Strukturalternativen unter dynamischen Verhältnissen untersucht werden, ohne in die Realität eingreifen zu müssen. Dadurch werden nicht nur die Planungskosten reduziert, sondern es kommt auch nicht zu unerwünschten Beeinträchtigungen der Produktion, bevor die ermittelten Strukturalternativen nicht ausgiebig getestet wurden.
- **Systemdiagnose:** Liegt ein reales System als Simulationsmodell vor, so kann die Simulation bei der Suche nach Schwachstellen und ihren Ursachen helfen, indem das modellierte System mit verschiedenen Systemlasten beaufschlagt und im Simulator auf bestimmte Reaktionen hin untersucht wird.
- **Kooperation in einem heterogenen, interdisziplinären Gestaltungsteam:** Die Gestaltung soziotechnischer Systeme ist eine komplexe Aufgabe, an der nicht nur Fachleute aus unterschiedlichen Disziplinen, sondern auch Mitarbeiter aus den betroffenen Bereichen beteiligt sind. Hier kann die Simulation mit ihren Visualisierungsmöglichkeiten aber auch mit ihrer Nachweis- und Erklärungskraft die verschiedenen Aspekte integrieren und so die Kooperation der Teammitglieder fördern.
- **Schulung:** Die Simulation kann ebenfalls bei der Vorbereitung der Mitarbeiter auf neue Organisationskonzepte, bei der Ausbildung an neuen Maschinen oder bei der Schulung neuer Planungs- und Steuerungstechniken eingesetzt werden. Dadurch kann die Akzeptanz neuer Konzepte und Instrumente bereits im Vorfeld der Einführung verbessert werden.

Die Simulation stellt somit im Zusammenhang mit der Gestaltung soziotechnischer Systeme ein geeignetes Mittel zur Ergänzung statischer Modelle durch dynamische Untersuchungen einzelner organisatorischer Aspekte dar. Um jedoch die wesentlichen Aspekte soziotechnischer Systeme simulativ zu untersuchen, sind heute noch mehrere Simulationsinstrumente erforderlich, die i.d.R. weder in ihrer hard- und softwaremäßigen noch in ihren theoretischen Grundlagen aufeinander abgestimmt sind. Zahlreiche Aspekte soziotechnischer Systeme wie z.B. menschliches Verhandlungsverhalten können heute simulativ nur sehr unzureichend erfaßt werden. Eine ganzheitliche Simulation verschiedener Aspekte im Verbund ist bis heute aufgrund der fehlenden Integration der Simulatoren und aufgrund der fehlenden theoretischen Basis nicht möglich. Die Simulationssoftware wird jedoch ständig weiterentwickelt, so daß hier eine berechtigte Hoffnung besteht, daß in Zukunft auch eine bessere Integration bei den Simulatoren erfolgt. Grundsätzlich werden jedoch nur für diejenigen organisatorischen Aspekte Simulationsinstrumente entwickelt, für die einerseits aus der Anwendung heraus ein Bedarf besteht und andererseits auf der Entwicklerseite gesicherte theoretische und methodische Kenntnisse vorliegen. Eine einheitliche Modellvorstellung über soziotechnische Systeme, auf die sich die Simulationsentwickler beziehen können, fehlt zur Zeit. Hier will die vorliegende Arbeit einen Beitrag leisten, um zu einer solchen Modellvorstellung zu kommen.

3.6 Zusammenfassende Bewertung des Standes der Wissenschaft bei der modell- und methodengestützten Gestaltung der Produktion

In den vorangegangenen Kapiteln wurde versucht, einen Überblick über den Stand der Wissenschaft bei der modell- und methodengestützten Gestaltung der Produktion zu geben. Dabei ist klar geworden, daß die organisatorische Gestaltung der Produktion in der Vergangenheit von verschiedenen Wissenschaften aufgegriffen wurde. Die einzelnen Wissenschaften basieren dabei nicht nur auf unterschiedlichen Modellvorstellungen, sondern verfolgen auch unterschiedliche methodische Konzeptionen. Vergleicht man die dargestellten Konzeptionen mit der Zielsetzung dieser Arbeit (s. Kapitel 1.2), so ergibt sich daraus folgende zusammenfassende Bewertung:

Es existieren unterschiedliche Modellvorstellungen über ein gemeinsames Erkenntnisobjekt, die für sich betrachtet zwar sinnvoll und ergiebig sein können, vor dem Hintergrund einer umfassenden Gestaltung jedoch unzureichend und unvollständig integriert sind.

Folgerung für diese Arbeit:

⇒ Die vorhandenen Modelle sind zu einem soziotechnischen Gesamtmodell der Produktion zu integrieren

Es existieren ansatzspezifische Methodenkonzepte, die primär auf fachspezifische Teilprobleme wie z.B. die Reorganisation der Produktionsstruktur, die Umgestaltung von Leitungssystemen oder die Beeinflussung individuellen Verhaltens und sozialer Interaktion ausgerichtet sind.

Folgerung für diese Arbeit:

⇒ Die vorhandenen Methodenkonzeptionen sind vor dem Hintergrund des Gesamtmodells zu einer umfassenden Gestaltungsmethode für die Produktion zu integrieren.

In einzelnen Konzeptionen existieren Referenzmodelle oder Modellbausteine, die aus gestalterischer Sicht bisher noch unzureichend ausgebaut und durchleuchtet sind.

Folgerung für diese Arbeit:

⇒ Die vorhandenen Modellbausteine sind vor dem Hintergrund des Gesamtmodells zu gestalterisch verwertbaren Modellbausteinen auszubauen, fehlende Bausteine sind zu ergänzen und alle Bausteine sind in einem „Gestaltungsbaukasten“ zu strukturieren.

Es existieren Einzeltechniken z.B. zur Aufnahme von Arbeitsabläufen oder zur Layoutoptimierung. Diese Einzeltechniken sind aus gestalterischer Sicht bisher unzureichend mit den zugrundeliegenden Modellvorstellungen verknüpft.

Folgerung für diese Arbeit:

⇒ Die vorhandenen Einzeltechniken sind vor dem Hintergrund des Gesamtmodells zu gestalterisch verwertbaren Methodenbausteinen auszubauen, fehlende Bausteine sind zu ergänzen und alle Bausteine sind in einem „Methodenbaukasten“ zu strukturieren.

Es existieren vereinzelte Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodelle. Diese basieren jedoch auf unterschiedlichen Vorstellungen und bauen i.d.R. nicht aufeinander auf.

Folgerung für diese Arbeit:

⇒ Die zu entwickelnde Konzeption muß die Basis für eine spätere Integration aus Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodellen legen.

Die Analyse der bekannten Modellierungsansätze und –instrumentarien hat gezeigt, daß hier zwar vielfach eine Betrachtung statischer und dynamischer Systemeigenschaften möglich ist, daß aber weder eine gedanklich klare Beschäftigung mit Fragen der Statik und Dynamik von Systemen in der jeweils zugrundeliegenden Basisliteratur erfolgt, noch eine gleichberechtigte Differenzierung der beiden Eigenschaftsbereiche möglich ist.

Folgerung für diese Arbeit:

⇒ Die Erfassung statischer und dynamischer Eigenschaften eines Systems ist dringend erforderlich, um das System einerseits in seiner Identität als organisatorische Einheit und andererseits als Bestandteil einer Kette aus Funktionen (Prozeßkette) begreifen zu können. Dabei müssen die statischen und die dynamischen Eigenschaften eines Systems jedoch als zwei gleichberechtigte, essentielle Systemeigenschaftsbereiche verstanden werden, die einzeln jeweils nur unter Beachtung der jeweils anderen betrachtet und realisiert werden können. Sie bedingen sich gegenseitig und sind damit untrennbar in einem System vereinigt, können jedoch einer gedanklich abstrakten Trennung unterzogen werden, um sie für die Gestaltung jeweils unterschiedlicher Aspekte nutzbar zu machen.

Diese Zusammenfassung kann zur Hauptthese dieser Arbeit umformuliert werden:

Es ist möglich, auf der Basis der vorhandenen Ansätze und Konzeptionen eine umfassende Struktur zur Sammlung von Modell- und Methodenbausteinen für die Gestaltung der Produktion zu entwickeln, die auf einer umfassenden Modellvorstellung soziotechnischer Systeme beruht. Diese Bausteine können dem Anwender (ob Fachmann oder nicht) aus einem strukturierten „Baukasten" angeboten werden. Der Anwender kann diese Bausteine im Rahmen seiner unternehmensspezifischen Gestaltungsaktivitäten einfach und effizient anwenden. Gemäß dieser These versucht die vorliegende Arbeit durch die Entwicklung dieser Bausteine die o.g. Defizite bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme zu mindern.

4 Ableitung eines grundlegenden Ansatzes zur Modellierung und Gestaltung soziotechnischer Systeme

Die Ausführungen im Kapitel 3 haben gezeigt, daß zur Zeit zwar vielversprechende Einzelansätze, jedoch keine umfassenden Gestaltungsgrundlagen für soziotechnische Systeme vorhanden sind. In diesem Kapitel soll deshalb der Ansatz beschrieben werden, welcher der in dieser Arbeit entwickelten Konzeption zugrundeliegt. Im ersten Teil dieses Kapitels werden dazu zunächst die grundlegenden Theorien, Philosophien und Denkweisen vorgestellt. Ein Verständnis dieser Grundlagen ist hilfreich um den Gesamtansatz dieser Arbeit besser verstehen zu können. Ähnlich wie die grundlegenden Theorien sind auch die grundlegenden Prinzipien zur Modellierung soziotechnischer Systeme als Schlüssel zum besseren Verständnis hilfreich. Im Rahmen der dieser Arbeit zugrundeliegenden Forschungsaktivitäten wurde eine umfassende Sammlung wesentlicher Modellierungsprinzipien erarbeitet (s. Anhang II). Dort werden die einzelnen Prinzipien auch kurz beschrieben. Die Modellierungsprinzipien werden hier im Kapitel 4.2 erwähnt, da sie gleichzeitig den Übergang zur Ableitung von Anforderungen an einen neuen Ansatz zur Modellierung soziotechnischer Systeme liefern, die im dritten Teil dieses Kapitels beschrieben werden.

4.1 Grundlegende Theorien, Philosophien und Denkweisen dieser Arbeit

Zunächst sollen in diesem Kapitel die grundlegenden Denkweisen behandelt werden, die diese Arbeit maßgeblich beeinflußt haben. Die einzelnen Denkweisen überschneiden sich in Teilbereichen. Da sie gewissermaßen als Ganzheit Bestandteil dieser Arbeit geworden sind und in der entwickelten Konzeption nicht mehr sauber voneinander getrennt werden können, sollen sie hier als Einzelansätze deutlich herausgearbeitet werden.

4.1.1 Bedeutung des systemischen Denkens für die organisatorische Gestaltung

Die Systemtheorie wird heute in zahlreichen Wissenschaftsbereichen sehr erfolgreich genutzt. Systemtheoretische Ansätze spielen bereits seit vielen Jahren auch in der Organisationstheorie eine große Rolle. Einen guten Überblick über die Rolle der Systemtheorie in der Organisationsforschung liefern /GROC75/, /HOFF76/, /DIEN72/. Die Analyse der Organisation als soziotechnisches System liefert im Rahmen dieser Arbeit die Grundlagen für die Untersuchung der Produktion als Subsystem eines Unternehmens. In diesem Kapitel geht es dabei um die Bedeutung, die das systemische Denken für die unternehmensspezifische Gestaltung der Produktion haben kann.

Unter einem System wird in der Literatur ganz allgemein eine Menge von Elementen verstanden, die miteinander in wechselseitigen Beziehungen stehen. Es ist ein in sich geordnetes Ganzes, an das nach VESTER /VEST83/ folgende Axiome gestellt werden:

- *Ein System besteht aus mehreren Elementen, die sich durch bestimmte Eigenschaften voneinander unterscheiden.*
- *Beziehungen vernetzen die Elemente zu einem bestimmten Aufbau. Auch die Beziehungen unterscheiden sich durch bestimmte Eigenschaften.*
- *Ein System als Ganzes besitzt Eigenschaften, die nicht auf einzelne Elemente zurückgeführt werden können, sondern sich aus dem Aufbau des gesamten Systems ergeben.*

In Bezug auf die Gestaltung von Organisationen besteht das Hauptproblem in ihrer großen Komplexität. Diese Komplexität ergibt sich dabei nicht nur aus der großen Anzahl zu betrachtender Elemente und Beziehungen sowie der großen Anzahl möglicher und existierender Kombinationen dieser Bestandteile, sondern insbesondere auch durch den Facettenreichtum relevanter Aspekte, unter denen organisatorische Systeme und die in ihnen auftretenden Problemstellungen zu betrachten sind. Dadurch entstehen zwei Komplexitätsbereiche, denen mit Hilfe der Systemtheorie zwar Rechnung getragen wird, gleichzeitig besteht aber auch die Gefahr aufgrund der enormen Modellierungsmöglichkeiten, zu komplexe Modelle der Realität zu erstellen und dadurch den Blick für das Wesentliche zu verlieren bzw. einen zu großen Aufwand in die Problemlösung zu investieren.

Um dieser Gefahr zu begegnen, bietet die Systemtheorie z.B. das Vorgehensprinzip „vom Groben zum Detail“ an. Darüber hinaus wird eine gezielte Aufteilung des Gesamtsystems in Problem-, Eingriffs- und Lösungsbereich durch das systemische Denken gefördert (vgl. dazu /DIEN72/):

- Unter dem **Problembereich** (auch Problemfeld oder Untersuchungsbereich) ist jener Bereich zu verstehen, innerhalb dessen die untersuchten Probleme auftreten. Die primären Problemursachen werden zwar hier vermutet, können aber auch in anderen Bereichen liegen.
- Der **Eingriffsbereich** ergibt sich aus dem Teil des Problemfeldes, in dem Möglichkeiten zur Problemlösung vermutet oder festgestellt werden. Der Eingriffsbereich umfaßt alle Teile eines Systems, in denen sinnvolle und realisierbare Lösungen liegen können.
- Der **Lösungsbereich** (auch Gestaltungsbereich) umfaßt ausschließlich den Bereich, in dem die tatsächlich entwickelten und realisierten Problemlösungen stattfinden.

Zu Beginn der organisatorischen Gestaltung ist deshalb zunächst der Problembereich abzugrenzen, bevor eine Eingrenzung des Bereiches erfolgt, innerhalb dessen Veränderungen vorgenommen werden können und dürfen. Erst wenn Problem- und Eingriffsbereich klar strukturiert und abgegrenzt sind, wird der Bereich festgelegt, in dem die eigentlichen organisatorischen Veränderungen vorgenommen werden sollen (Lösungsbereich).

Zur weiteren Eingrenzung des Lösungsraumes bietet die Systemtheorie die Einteilung und Beschreibung des Problemfeldes in strategische und operative Organisationsprobleme an (vgl. /SCHU95/):

- Die Felder der **strategischen Organisationsprobleme** erstrecken sich auf die gesamte Organisation wie z.B. auf die Unternehmensform oder das Ausmaß der externen Kunde-Lieferant-Beziehungen. Sie sind stark durch die Unternehmenspolitik und Unternehmensphilosophie geprägt, so daß sehr viele Interessenlagen ins Spiel kommen. Der Prozeß der organisatorischen Gestaltung zielt in starkem Maße auf langfristige und weitreichende Veränderungen ab. Der Beschreibungsgegenstand und der Detaillierungsgrad sind entsprechend grob zu wählen.
- **Operative Organisationsprobleme** beziehen sich auf einen oder mehrere Geschäftsprozesse oder organisatorische Bereiche. Der Prozeß der organisatorischen Gestaltung ist hier in stärkerem Maße durch Sachfragen geprägt. Die Beschreibungsebenen sind entsprechend detaillierter. Die Konzeption, die in dieser Arbeit entwickelt wird, bezieht sich schwerpunktmäßig auf diese operativen Organisations- bzw. Gestaltungsprobleme im Bereich der Produktion, obwohl durch eine entsprechend grobe Detaillierung der entwickelten Modell- und Methodenbausteine auch strategische Gestaltungsprobleme modelliert und bearbeitet werden können.

Die folgenden Kapitel bauen auf diesen grundlegenden Anmerkungen auf. Das breite Themenfeld der Gewinnung und Anwendung systemtheoretischer Erkenntnisse im Bereich gestalterischer Fragestellungen wird in diesen Kapiteln anhand folgender Systematik aufgespannt:

- Bedeutung des Modellbegriffs des soziotechnischen Systems
- Ableitung gestaltungsrelevanter Aspekte im systemischen Denken
- Unterscheidung möglicher Betrachtungsebenen im systemischen Denken
- Einteilung unterschiedlicher Hierarchieebenen im systemischen Denken
- Bedeutung der Partialinklusion im systemischen Denken
- Ableitung verschiedener Betrachtungskonzepte im systemischen Denken
- Darstellung der Bestandteile, Komponenten und Teilsysteme von Systemen

4.1.1.1 Bedeutung des Modellbegriffs des soziotechnischen Systems

Das Konzept der soziotechnischen Systeme wurde Anfang der 50er Jahre durch TRIST begründet. Sein Anliegen war es, die demotivierende Arbeitsteilung zu reduzieren. Die Abkehr vom Primat der Technik (der Mensch hatte sich als Verlängerung der Maschinen den technologischen Vorgaben anzupassen) sollte dabei die Chance bieten, die Arbeit menschlicher zu gestalten und gleichzeitig die Leistung zu steigern. Die Wissenschaftler des Tavistock Institute stellten damals die These auf, daß sich das technische und das soziale Teilsystem im Einklang befinden müssen, damit die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems gewährleistet bleibt /COME85/. Es wurde dennoch von der Annahme ausgegangen, daß die sozialen und technischen Subsysteme trotz ihrer Zusammengehörigkeit getrennt voneinander betrachtet werden können. Die allgemeine Anwendbarkeit dieses Ansatzes wurde unter anderem von /RICE58/, /RIEC82a/ und /EMER82/ nachgewiesen.

Der allgemeine Systembegriff stellt dazu zunächst nur eine von vielen Möglichkeiten dar, Modelle der Wirklichkeit abzubilden und Erkenntnisse über diese abgebildete Wirklichkeit abzuleiten (vgl. /HENN90/). Der soziotechnische Ansatz betrachtet jedoch - in der Sprache der Systemtheorie ausgedrückt - Organisationen als offene, dynamische Systeme, deren Primäraufgabe die Transformation von Input (Material, Energie, Information) in Output (Produkte, Dienstleistungen, Know-how) darstellt. Mensch und Arbeit, Organisation und Technik werden dabei grundsätzlich als gleichgewichtig angesehen (vgl. /TRIS90/, S. 12 ff.). In Anlehnung an RIECKMANN /RIEC82a/ können das technische und das soziale Teilsystem wie folgt definiert werden:

- *Unter dem technischen Subsystem werden bei /TRIS75/ die Maschinenanlagen, deren Anordnung (Layout), die Gebäude etc. verstanden, d.h. alle physisch-materiellen und räumlichen Gegebenheiten.*
- *Das soziale Subsystem besteht aus den Organisationsmitgliedern und deren Rollen, Erwartungen und Bedürfnissen materieller wie psychischer Art. Darin eingeschlossen ist ferner das Geflecht der gefühls- und wertbedingten sozioemotionalen Beziehungen und Interaktionsbedingungen („Klima“).*

Eine Optimierung des technischen Bereiches unter Vernachlässigung der Anforderungen und Möglichkeiten des sozialen Bereiches (tayloristischer Ansatz) führt zu suboptimalen Ergebnissen des gesamten soziotechnischen Systems, beispielsweise hinsichtlich der Produktivität. Ebenso führt eine Optimierung des sozialen Bereiches ohne Berücksichtigung der Anforderungen und Möglichkeiten des technischen Bereiches (wie z.B. beim Human-Relations-Ansatz) zu suboptimalen Ergebnissen des soziotechnischen Systems.

Eine der wichtigsten Eigenschaften soziotechnischer Systeme ist nach WIENER /WIEN52/ das Prinzip der Rückkopplung. Der Kerngedanke dieses Prinzips besagt, daß das Verhalten eines Elementes oder eines Systems, auf sein Ergebnis geprüft wird und daß der Erfolg oder Mißerfolg dieses Ergebnisses das zukünftige Verhalten des Elementes oder des Systems beeinflußt. Kennzeichnend für das Prinzip der Rückkopplung ist, daß das abhängige oder beeinflußte Element (oder System) wieder auf das beeinflussende Element (oder System) zurückwirkt. In Anlehnung an HENNING /HENN90/ müssen Rückkopplungen in bewußt gestaltete und zwangsläufige Rückkopplungen unterschieden werden:

- Bewußt gestaltete Rückkopplungen liefern Informationen, die für die gezielte Regelung und Steuerung eines soziotechnischen Systems notwendig sind.
- Zwangsläufige Rückkopplungen ergeben sich aufgrund der Struktur der Wirkungsbeziehungen und üben nicht zwangsläufig einen vorteilhaften Einfluß im Sinne einer guten Regelung und Steuerung auf das Systemverhalten aus.

MARKS /MARK91/ hat das Prinzip des Regelkreises auf soziotechnische Systeme übertragen (s. **Bild 9**). Regelgrößen eines soziotechnischen Systems sind die Systemergebnisse z.B. in Form von Produkten, Informationen oder Dienstleistungen. Sie werden auch als System-Output bezeichnet. Die Informationen über die Systemergebnisse werden nach MARKS gemeinsam mit den Anforderungen (z.B. Kundenbedürfnisse oder Aufträge) und den Störgrößen an den Eingang des Systems zurückgeführt (Informationsinput). Erfüllen z.B. die Systemergebnisse nicht die Kundenbedürfnisse, so muß eine Veränderung oder Erneuerung des soziotechnischen Systems bewirkt werden. Aus den Systemergebnissen, wird im Regler abgeleitet, welche Kundenbedürfnisse damit erfüllt werden können und diese mit den tatsächlichen Kundenbedürfnissen verglichen. Erhöhen sich beispielsweise die Wünsche der Kunden hinsichtlich der Qualität eines Produktes, so führt dies zu einer Erhöhung der Qualitätsziele und über die Regelstrecke (z.B. die Produktion) zu qualitativ besseren Produkten, bis die Kundenbedürfnisse hinsichtlich der Qualität erfüllt sind.

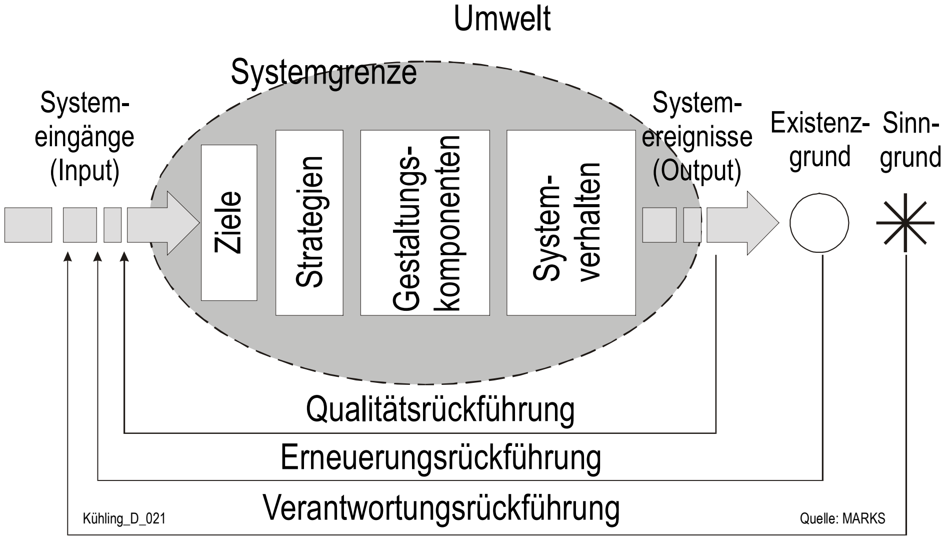


Bild 9: Das OSTO-Modell eines soziotechnischen Systems (i.A.a. /MARK91/)

An diesem Beispiel kann auch verdeutlicht werden, warum ein quantitatives Instrumentarium bisher mit geringem Erfolg auf wirtschafts- und sozial-kybernetische Problemstellungen übertragen wurde. Der Grund hierfür ist, daß die Gestaltung beispielsweise einer Wirkungsbeziehung oder einer Rückkopplung eines Regelkreises in der Regelungstechnik ein logisch-rationales Problem ist, das auch logisch-rational gelöst werden kann. Im Gegensatz dazu ist dies bei soziotechnischen Systemen aber nicht nur ein kognitiv-logisches Problem, sondern auch ein psycho-sozialer Prozeß /ANSO76/.

Betrachtet man die Produktion als soziotechnisches System, dann muß berücksichtigt werden, daß nicht nur die Elemente **innerhalb** eines soziotechnischen Systems durch Relationen miteinander verbunden sind, sondern daß sowohl die Elemente als auch das soziotechnische System insgesamt durch komplexe, d.h. veränderliche und nicht berechenbare, Relationen mit der Umwelt des Systems verbunden sind. Ein solches System kann sich mittels dieser Relationen mit seiner Umwelt selbst erhalten. Es tauscht mit seiner Umwelt allgemein Materie, Energie und Information aus (vgl. /FUCH73/). Die Relationen eines soziotechnischen Systems mit seiner Umwelt dürfen deshalb nicht als unvermeidlich angesehen werden, sondern als notwendig und wünschenswert. Unternehmen sind bewußt und mit der Absicht gestaltet worden, mit ihrer Umwelt, z.B. den Kunden oder den Zulieferern, Relationen aufzubauen und zu pflegen. Sie stellen Produkte und Dienstleistungen her und befriedigen damit Bedürfnisse ihrer Kunden /MARK91/. Diese Relationen eines soziotechnischen Systems zu seiner Umwelt werden insbesondere in den zahlreichen unterschiedlichen Funktionen soziotechnischer Systeme deutlich (vgl. /THOM78/).

Um die Bedeutung der Betrachtungsweise einer Organisation als soziotechnisches System in der Praxis nutzbringend anwenden zu können, muß sie weiter konkretisiert werden, d.h. die grundsätzliche Betrachtungsweise von Organisationseinheiten als soziotechnische Systeme muß durch eine konkrete Modellbildung anwendbar gemacht werden. Hierzu wurde von RIECKMANN u.a. (vgl. /RIEC80/, /RIEC82a/, /RIEC82b/, /RIEC87/) ein Modell vorgestellt, das auf der Grundlage der allgemeinen Systemtheorie nach BERTALANFFY aufbaut. Dieses Modell (OSTO-Modell[8]) wird in **Bild 9** gezeigt.

Ein soziotechnisches System kann mit Hilfe des OSTO-Modells durch folgende Beschreibungselemente modellhaft abgebildet werden (/RIEC90/, /HANN88/, /MARK91/):

- **Systemgrenze:** Alle soziotechnischen Systeme haben eine Grenze, durch die festgelegt ist, welche Elemente dazugehören und was die Umwelt des soziotechnischen Systems ist. Die Art der Grenze kann z.B. physischer (z.B. ein Gebäude), zeitlicher (z.B. eine Acht-Stundenschicht), sozialer (z.B. eine Arbeitsgruppe) oder psychologischer (z.B. ein gemeinsames Vorurteil) Natur sein /HANN88/. Die Grenze ist durchlässig, so daß mit der Umwelt Materie, Energie und Informationen ausgetauscht werden können.
- **Existenzgrund:** Soziotechnische Systeme haben einen Existenzgrund. Teilweise wird der Existenzgrund in ähnlichen Modellen auch als Zweck bezeichnet /STAE89/. Er gibt wieder, welche Wünsche und Bedürfnisse des soziotechnischen Systems, bzw. dessen Mitglieder haben und welche externen Bedürfnisse der Kunden durch die Leistungen erfüllt und befriedigt werden /WEIS87/. Diese beiden Aspekte des Existenzgrundes sind untrennbar miteinander verbunden. Würde er nur eine Seite berücksichtigen, dann wäre der Existenzgrund unvollständig und das Überleben des Unternehmens langfristig gefährdet. Unter diesen Voraussetzungen ist die Bestimmung des Existenzgrundes eine schwierige Aufgabe /SCHM86/. Aus kybernetischer Sicht ist der Existenzgrund eine Führungsgröße soziotechnischer Systeme.
- **Sinngrund:** Um die gesellschaftliche Akzeptanz einerseits und die interne Motivation andererseits zu gewinnen und zu erhalten, kommt der Sinn- und Wertfrage eine zunehmende Bedeutung zu (vgl. /GREF90/). Sinn entsteht niemals als Selbstzweck, sondern nur bzgl. eines äußeren Bezugspunktes. Für die Praxis bedeutet dies z.B. /ANTO87/:

  1. Sinn auf das Produkt bezogen (z.B. Steigerung der Produktqualität).
  2. Sinn auf die Produktion bezogen (z.B. ethisch wertvolle Verbesserungen der Produktionsweise, Umwelt, Energie, Material, Kosten).
  3. Sinn auf die Belegschaft bezogen (z.B. als Arbeitgeber, Humanisierung).
  4. Sinn auf die Kunden bezogen (z.B. optimale Bedürfnisbefriedigung, Preissenkung).

  Diese Gesichtspunkte werden im Sinngrund eines soziotechnischen Systems berücksichtigt. Für die langfristige Existenz ist ein tragfähiger und in die Zukunft gerichteter Sinngrund überlebensnotwendig. Der Sinngrund ist aus kybernetischer Sicht eine zweite, langfristig wirksame Führungsgröße soziotechnischer Systeme.
- **Ziele:** Die Ziele sind eine systeminterne, operationalisierte Darstellung des Existenzgrundes und beschreiben, was durch das soziotechnische System konkret erreicht bzw. erstellt werden soll

[8] Die Bezeichnung „OSTO-Modell“ ist von RIECKMANN u.a. übernommen, die ihr Modell als einen Ansatz für **o**ffene **s**ozio-**t**echno-**o**economische Systeme bezeichnen. MARKS hat das Originalmodell in einigen Punkten weiter entwickelt und die Bezeichnung beibehalten.

(z.B. Umsatzziele, Qualitätsziele, Verringerung des Einsatzes von gefährlichen Stoffen in Produkten und Produktion usw.) (vgl. /BECK87/).

- **Strategien:** Durch die Strategien ist beschrieben, wie die Ziele verwirklicht und der Existenzgrund erreicht werden soll. Sie geben den Rahmen vor, in dem die Ziele in operative Tätigkeiten umgesetzt werden und der Transformationsprozeß stattfindet.
- **Transformationsprozeß:** Die systeminterne Umwandlung der Systemeingänge (Input) in die Systemergebnisse (Output) heißt Transformationsprozeß. Die Prozesse geschehen durch die zielgerichtete Zusammenarbeit der Mitglieder und Sachmittel des Systems. Die Gestaltung des Transformationsprozesses ist von großer Bedeutung, um die in dem Existenzgrund festgehaltenen Bedürfnisse zu erfüllen (vgl. /RIEC90/).
- **Systemergebnisse (Output):** Um die im Existenzgrund beschriebenen Kundenbedürfnisse zu erfüllen, liefert das soziotechnische System Systemergebnisse bzw. einen Output an die Kunden in seiner Umwelt. Hervorzuheben ist, daß zu den Ergebnissen auch unerwünschte Nebenprodukte gehören, wie z.B. Umweltverschmutzung oder Fehler.
- **Systemeingänge (Input):** Um die Bedürfnisse der Umwelt und die Bedürfnisse des soziotechnischen Systems sowie dessen Mitglieder durch Herstellen von Produkten und Dienstleistungen (Systemergebnisse) erfüllen zu können, werden Systemeingänge (Material, Energie und Information in Form von z.B. Rohwaren, Strom und Preisentwicklung der Rohwaren) benötigt, die durch den Transformationsprozeß im soziotechnischen System zu Systemergebnissen umgewandelt werden.
- **Rückführungen:** Um sicherzustellen, daß die Ergebnisse des Systems die im Existenzgrund formulierten Bedürfnisse erfüllen, werden im System Informationen darüber benötigt, ob die Bedürfnisse erfüllt werden oder nicht. Hierzu sind nach den Erkenntnissen der Kybernetik Rückführungen notwendig. Die Rückführung, die Informationen über die Qualität der Systemergebnisse bereitstellt, heißt Qualitätsrückführung. Ebenso sind für das Überleben des soziotechnischen Systems Informationen über die Entwicklungen in der Umwelt hinsichtlich der Kundenbedürfnisse und der Sinnfragen notwendig.
- **Umwelt:** Soziotechnische Systeme sind aufgrund ihrer Offenheit von ihrer Umwelt abhängig und werden von ihrer Umwelt beeinflußt. Ebenso ist die Umwelt eines soziotechnischen Systems von diesem System abhängig und wird von ihm beeinflußt (z.B. /LAWR67/, /BECK87/). Aufgrund dieser engen Verbindung ist die Umwelt eines soziotechnischen Systems auch ein Beschreibungsgegenstand. Alles außerhalb der Grenzen eines soziotechnischen Systems ist die Umwelt des soziotechnischen Systems, die systemtheoretisch gesehen wiederum aus Systemen besteht.

4.1.1.2 Systemisches Denken und Gestaltung

Auch wenn in der Vergangenheit einzelne, disziplinspezifische, gestalterische Aspekte betrachtet wurden, sind erst durch das systemische Denken die Gesamtheit und die Wechselwirkungen zwischen den sog. Gestaltungskomponenten eines Systems in das Blickfeld organisatorischer Fragestellungen gerückt worden. **Die aufgeführten** Beispiele machen einerseits deutlich, daß eine Entwicklung und Differenzierung der betrachteten Hauptgestaltungskomponenten stattgefunden hat. Andererseits zeigt sie aber auch, daß unter Beachtung des systemischen Denkens bereits eine geringe Anzahl von Komponenten ausreicht, um ein soziotechnisches System beschreiben zu können und damit einer Gestaltung zugänglich zu machen. Diese Komponenten werden ausführlich im Kapitel 5.1 beschrieben.

Tabelle 1 zeigt einige Beispiele für die Entwicklung betrachteter Aspekte unter Beachtung des systemischen Denkens.

Die aufgeführten Beispiele machen einerseits deutlich, daß eine Entwicklung und Differenzierung der betrachteten Hauptgestaltungskomponenten stattgefunden hat. Andererseits zeigt sie aber auch, daß unter Beachtung des systemischen Denkens bereits eine geringe Anzahl von Komponenten ausreicht, um ein soziotechnisches System beschreiben zu können und damit einer Gestaltung zugänglich zu machen. Diese Komponenten werden ausführlich im Kapitel 5.1 beschrieben.

Tabelle 1: Entwicklung der systemischen Gestaltungskomponenten (i.A.a. /MARK91/

	Galbraith (1977)	Hanna (1988)	Rieckmann u. Weis. (1990)	Marks (1991)	Kuhn (1993)
Hauptgestaltungskomponenten	Mensch	Mensch	Mensch	Soziales Teilsystem	Personelle Ressourcen
			Technik	Technisches Teilsystem	Technische Ressourcen
	Struktur	Struktur	Organisationssystem	Organisationsstruktur	Strukturen
	Aufgaben	Aufgaben	Aufgaben	Aufgaben	Prozesse
		Entscheidungsfindung	Entscheidungssystem	Entscheidungssystem	Lenkungssystem
		Informationen	Informationssystem	Informationssystem	Informations-Quelle/Senke
					Material-Quelle/Senke
	Belohnungssystem	Belohnungen	Kontroll- und Sanktionssystem	Belohnungs- und Kontrollsystem	Lenkungssystem
			Entwicklungs- und Erneuerungssystem	Entwicklungs- und Erneuerungssystem	Potentialklassen

4.1.1.3 Betrachtungsebenen im systemischen Denken

Ein wesentliches Prinzip des systemischen Denkens besteht darin, durch modellhafte Abbildungen komplette Systeme oder einzelne Elemente und deren Zusammenhänge zu veranschaulichen. Dabei kann ein System jedoch auf sehr unterschiedliche Art und Weise betrachtet werden (Betrachtungsebene). Mit dem Begriff „Betrachtungsebene“ soll zum Ausdruck gebracht werden, was jeweils unter einem System verstanden wird und welcher „Teil“ bzw. welcher Aspekt eines Systems genauer **betrachtet** werden soll. Hierbei kommen sechs verschiedene Betrachtungsebenen in Frage (s. **Bild 10**).[9]

- **Umgebungsorientierte Systembetrachtung:** Die umgebungsorientierte Betrachtungsebene konzentriert sich zunächst auf die Zusammenhänge zwischen dem System und seiner Umwelt. Dazu wird die Umwelt des Systems in verschiedene Anspruchsgruppen aufgeteilt, die Einfluß auf die Strukturen und die Abläufe im System haben. Diese Anspruchsgruppen werden einer genaueren Betrachtung unterzogen. Das System selbst wird als Black-Box betrachtet. Grundsätzlich ist die umgebungsorientierte Betrachtungsebene auf jeder beliebigen Detaillierungsstufe möglich. Die im Rahmen der Betrachtungsebene zu untersuchenden Einflüsse auf die Struktur und die Abläufe im System sind für das jeweilige System weitgehend strategischer Natur. Die

9 DAENZER und HUBER unterscheiden in /DAEN92/, S. 9ff im Gegensatz dazu nur drei Betrachtungsweisen

Relationen zwischen den betrachteten Systemen sind im wesentlichen durch die Spezifikation von Anforderungen und Zielen sowie deren Erfüllungsgrad charakterisiert.

- **Wirkungsorientierte Systembetrachtung:** Auf der wirkungsorientierten Betrachtungsebene (s **Bild 10**) wird die Schnittstelle zwischen dem System und seiner Umwelt untersucht. Der vom System erzeugte Output sowie der in das System einfließende Input werden genauer bestimmt. Vom System selber werden lediglich die Gesamtfunktion der im System ablaufenden Prozesse, das Verhalten des Systems in Abhängigkeit der Schnittstellenkonfiguration sowie die Schnittstellenzustände beschrieben. Da auch hier die eigentlichen strukturellen Zusammenhänge innerhalb des Systems nicht betrachtet werden, stellt das System wieder eine Black-Box dar. Die Aufnahme des Inputs bzw. die Abgabe des Outputs erfolgt über die Systemgrenze hinweg durch die sogenannten Rand- oder Grenzelemente. Dies sind Elemente, die im Gegensatz zu den inneren Elementen interne und externe Beziehungen aufweisen. Dies bedeutet, daß Input-Elemente mit Elementen außerhalb der Systemgrenzen Input-Beziehungen und mit Elementen innerhalb des Systems Output-Beziehungen eingehen können. Die Menge der Randelemente eines Systems wird als Oberfläche des Systems bezeichnet (vgl. /DIEN72/).

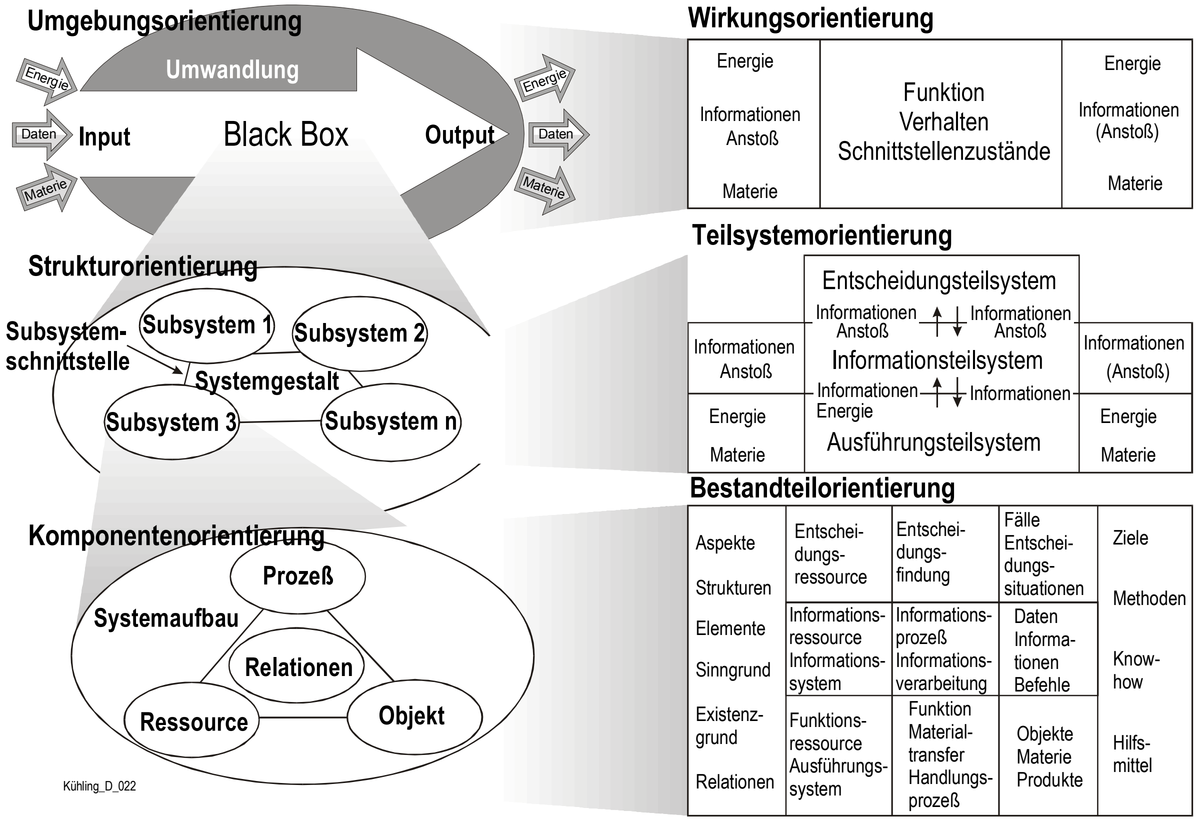


Bild 10: Verschiedene Betrachtungsebenen eines Systems

- **Strukturorientierte Systembetrachtung:** Im Rahmen der strukturbezogenen Betrachtung wird das System selbst einer genaueren Untersuchung unterzogen. Auf dieser Betrachtungsebene kann beschrieben werden, durch welche Bestandteile der Input in den Output gewandelt wird. Es wird hierbei nach den Subsystemen und deren Schnittstellen gefragt. Der strukturelle Aufbau und die ablaufbedingten Zusammenhänge des Systems stehen im Vordergrund. Mögliche Betrachtungsaspekte sind Informations-, Materialfluß- oder Weisungsbeziehungen zwischen den Subsystemen und zu Subsystemen anderer Systeme aus der Umwelt. Diese Betrachtungsebene dient dabei in erster Linie dazu, komplexe Sachverhalte auf grober Ebene übersichtlich beschreiben zu können.

- **Teilsystemorientierte Systembetrachtung:** Soll ein System weiter präzisiert werden, so läßt es sich als Kombination von drei **Teilsystemen** darstellen. Durch die Zerlegung in Teilsysteme wird es möglich, die Struktur und das Verhalten eines Systems hinsichtlich der Kompetenzallokation näher zu untersuchen. Es wird hier in Anlehnung an ROPOHL /ROPO79/, der ergänzend zum klassischen Black-Box-Modell erstmals den Menschen in die Modellwelt eingebettet hat, zwischen dem Ausführungsteilsystem, dem Informationsteilsystem und dem Entscheidungsteilsystem unterschieden. ROPOHL leitet seine Einteilung aus den Untersuchungen von LUHMANN ab, der soziale Systeme als „prozessierte Kommunikation“ auffaßt, die dazu Handlungen und Entscheidungen durchführen müssen. Soziotechnische Systeme sind hinsichtlich ihrer handlungsbestimmenden Entscheidungen selbstreferent und autonom. Das heißt, daß sie die Gesetzmäßigkeiten ihres Agierens weitgehend selbst festlegen, so daß diese von außen, z.B. von einer Planungs- und Steuerungsinstanz, nur z.T. beeinflußt werden können. Im Modell des Handlungssystems (s. **Bild 10**, mitte-rechts) wird dies dadurch deutlich, daß das Entscheidungssystem keine direkte Verbindung zur Außenwelt hat. Damit kommuniziert es lediglich über das Informations- und Ausführungssystem, und diese beiden Teilsysteme wirken dabei als Filter, lassen Informationen also nur unter bestimmten Bedingungen und mit bestimmten Interpretationen in das System hinein und wieder heraus. Die Teilfunktionen des Entscheidungs-, Informations- und Ausführungsteilsystems können auf verschiedene Funktionsträger verteilt werden. Eine soziotechnische Arbeitsteilung kommt dadurch zustande, daß bestimmte Teilfunktionen auf technische Funktionsträger übertragen werden, andere Funktionen dagegen von Menschen getragen werden /ROPO79/.
- **Komponentenorientierte Systembetrachtung:** Eine Betrachtungsebene von Systemen, die im Hinblick auf die Gestaltung eine besonders wichtige Rolle spielt, ist die Ebene der komponentenorientierten Systembetrachtung. Hier ist eine Unterscheidung der vier Komponenten „Prozeß“, „Ressource“, „Objekt“ und „Relationen“ ausreichend. Diese Betrachtungsebene ermöglicht die Identifikation von Ansatzpunkten für die Gestaltung eines Systems. Dabei können die einzelnen Komponenten zunächst unabhängig voneinander untersucht und anschließend über die Komponente „Relationen“ zu einem Gesamtsystem miteinander verknüpft werden.
- **Bestandteilorientierte Systembetrachtung:** Die detaillierteste Möglichkeit der Systembetrachtung, die hier vorgestellt werden soll, ist die bestandteilorientierte Systembetrachtung. Sie ist eine Kombination aus teilsystem- und komponentenorientierter Systembetrachtung. Durch diese Kombination ergibt sich eine 3x3-Matrix aus Systembestandteilen, die auf dieser Ebene einzeln und in unterschiedlichen Kombinationen untersucht werden können. So erhält man nicht nur eine präzisere Aussage über die Bestandteile, sondern auch hinsichtlich der Relationen zwischen den Bestandteilen innerhalb eines Systems sowie zwischen den Umwelt- und den Systembestandteilen.

4.1.1.4 Hierarchieebenen im systemischen Denken

Neben der Möglichkeit der Unterscheidung unterschiedlicher Betrachtungsebenen von Systemen bietet die Systemtheorie noch eine weitere Möglichkeit, den Gestaltungsprozeß zu strukturieren und damit systematischer und übersichtlicher zu machen. Diese Möglichkeit wird hier als Systemdekomposition bezeichnet. Von einer Systemdekomposition spricht man, wenn ein System im Hinblick auf ein **zuvor festgesetztes Kriterium** in Teile unterteilt wird. Systemdekompositionen sind für jede der o.g. Betrachtungsebenen und über beliebig viele Stufen unter Betrachtung beliebiger Fragestellungen (Dekompositionskriterien) möglich. Im Gegensatz zur einfachen Zerlegung oder Gliederung ermöglicht der Ansatz der Systemdekomposition die Anwendung mehrerer Kriterien in einer Betrachtung, ohne dabei stets das Ganze vollständig vorliegen zu haben und überblicken zu müssen. Die Dekompositionstiefe, d.h. die Anzahl der Auflösungsstufen, ist ebenso wie die Wahl des Dekompositionskriteriums allein unter dem Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit festzulegen. Durch die Systemdekomposition ergibt sich eine hierarchische Struktur (s. **Bild 11**). Durch dieses Konzept der Systemhierarchie wird es möglich, je nach aktueller Fragestellung einmal das Gesamtsystem und ein anderes Mal ein Untersystem zu betrachten, ohne daß dabei der Gesamtzusammenhang verloren geht.

Bild 11 verdeutlicht die Wirkungsweise der Dekomposition nach dem Kriterium „Verrichtung“. Das Ergebnis dieser Dekomposition kann z.B. eine „Aufbauorganisation“ nach dem „klassischen“ Muster, wie sie in jedem Lehrbuch abgebildet ist, sein. Die Leistungsfähigkeit der Dekomposition im systemischen Denken liegt aber gerade in der völligen Freiheit der Kriterienwahl und der Kombination unterschiedlicher Kriterien, so daß in einem konkreten Fall eine Systemhierarchie entworfen werden kann, die den spezifischen Bedürfnissen des Systems entspricht und nicht irgendeinem Lehr-Muster. Gleichzeitig behält der Gestalter aber auf jeder Dekompositionsebene die „Struktur“ des entwickelten Entwurfes im Blick. Die hierarchische Struktur ist eng mit der strukturorientierten Betrachtung verwandt.

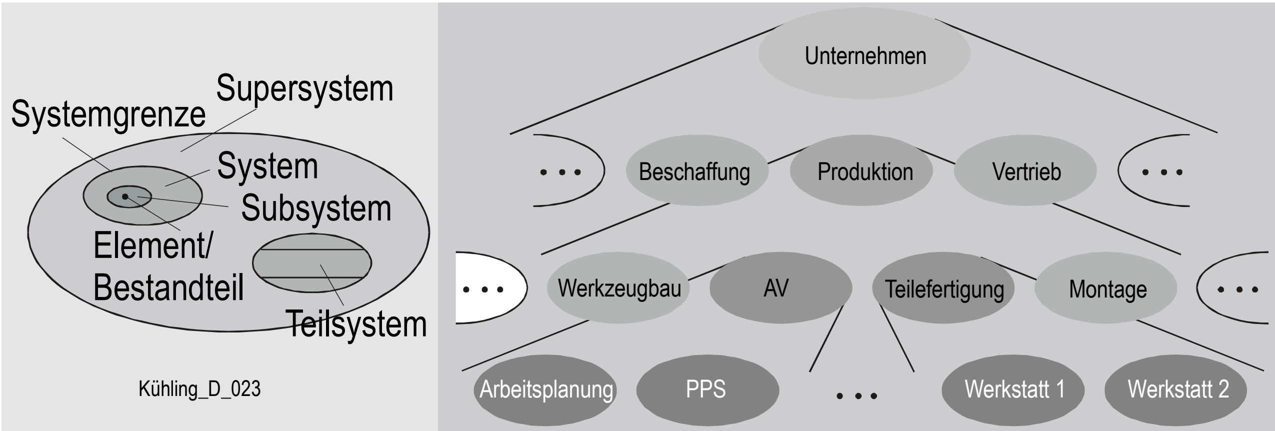


Bild 11: Beispiel einer Systemdekomposition

4.1.1.5 Unterscheidung der Betrachtungskonzepte im systemischen Denken

In der Systemtheorie werden verschiedene Konzepte unterschieden, die als Betrachtungskonzepte bezeichnet werden können. In Anlehnung an ROPOHL /ROPO75/ sind dies das strukturelle, das prozessorale und das hierarchische Konzept (s. **Bild 12**).

Das **strukturelle Konzept** stellt Elemente und die sie verknüpfenden Relationen in den Vordergrund. Ergänzend wird das System gegenüber der Umgebung abgegrenzt. Ein System wird dabei als statische Einheit aufgefaßt.
Beim **prozessoralen Konzept** steht die Wandlung von Eingabeoperanden in Ausgabeoperanden, durch die die Prozesse des Systems beschrieben werden, im Betrachtungsmittelpunkt. Es werden das Verhalten des Systems und seiner Elemente sowie die Abläufe im System beschrieben. Hier spielen in erhöhtem Maße dynamische Eigenschaften von Systemen eine Rolle.
Entsprechend dem **hierarchischen Konzept** besteht ein System aus mehreren Subsystemen und gehört einem Supersystem an. Dieses Konzept ist sowohl auf die statische als auch auf die dynamische Konzeption anwendbar. Hier spielen Fragen der Selbstähnlichkeit und der Bestimmung der Detaillierungsstufe eine Rolle.

Betrachtungskonzepte sind im Gegensatz zu Betrachtungsebenen (s. Kapitel 4.1.1.3) umfassender. Im Bezug zur Gestaltung soziotechnischer Systeme legt das Betrachtungskonzept fest, ob die Aufbau- oder Ablauforganisation betrachtet werden soll und auf welcher Detailstufe. Eine vollständige Beschreibung von soziotechnischen Systemen umfaßt jedoch alle drei Betrachtungskonzepte.

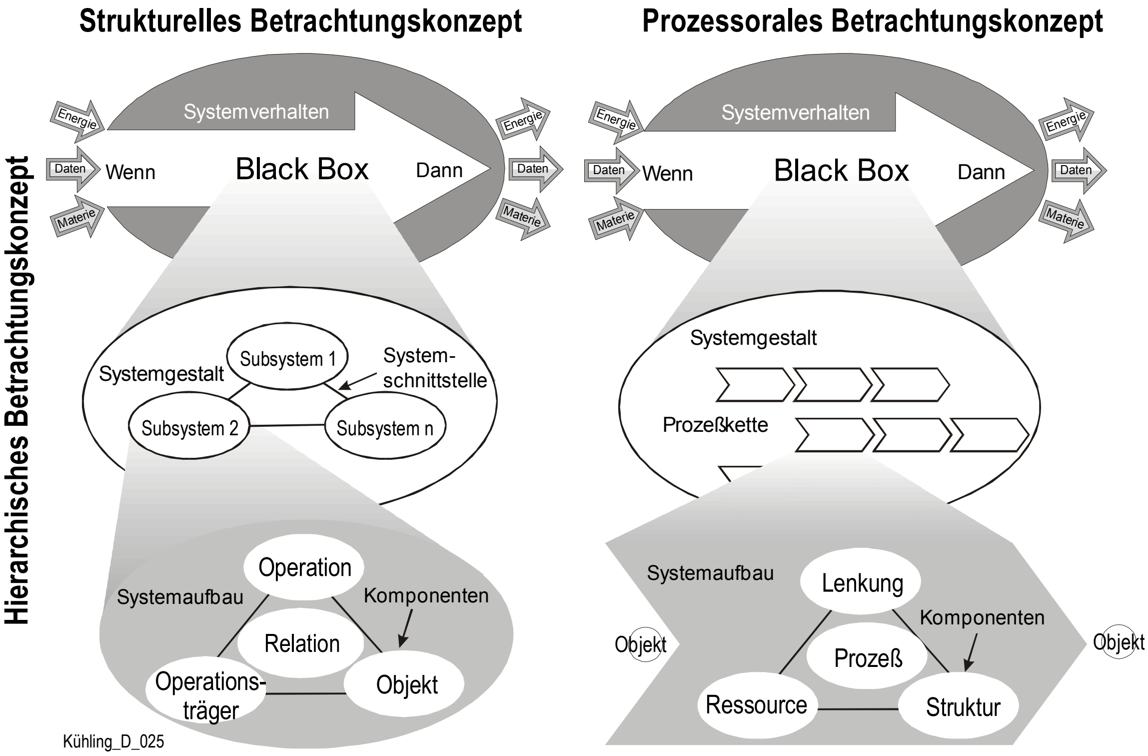


Bild 12: Betrachtungskonzepte der Systemtheorie

4.1.1.6 Prinzip der Partialinklusion im systemischen Denken

Die Unterscheidung von Betrachtungsebenen und Hierarchieebenen ist im Hinblick auf die Bildung organisatorischer Subsysteme noch nicht ausreichend. Bereits die Trennung technischer und sozialer Aspekte in soziotechnischen Systemen läßt sich damit nicht eindeutig erfassen. Es bedarf einer weiteren Möglichkeit der Differenzierung. Diese Möglichkeit bietet das Konzept der Partialinklusion. Dieses Konzept geht auf ALLPORT /ALLP33/ zurück und untersucht die Zugehörigkeit von Individuen zu sozialen Systemen. Die Grundaussage besteht darin, daß ein Individuum niemals ganz in ein soziales System einbezogen ist, sondern immer nur mit einem „Teil“. Die Teilnahme eines Individuums an unterschiedlichen Organisationen erklärt sich daraus, daß eine einzelne Organisation i.d.R. nicht alle persönlichen Bedürfnisse und Lebensinteressen zu erfüllen vermag /DUBI65/.

Der Aussagegehalt des Konzepts der Partialinklusion für die Organisationstheorie beschränkt sich nicht auf die Erklärung der nur teilweisen Einbeziehung eines Individuums in eine Organisation. Ebenso wie ein Individuum mehreren Organisationen angehören kann, ist es i.d.R. in der Lage, in einer einzelnen Organisation unterschiedliche Funktionen wahrzunehmen und damit Teil mehrerer Subsysteme zu sein (i.A.a. /DIEN72/). Verallgemeinert man diese Erkenntnisse, so besagt das Prinzip der Partialinklusion, daß jedes der neun oben eingeführten Elemente der 3x3-Matrix eines Systems grundsätzlich sowohl als allgemein bezeichnetes Element als auch als instanziiertes Individuum Bestandteil mehrerer Teilsysteme, Subsysteme und Systeme sein kann.

Das Konzept der Partialinklusion läßt damit das Problem der Grenzziehung eines Systems in einem besonderen Licht erscheinen. So wird z.B. selbst bei konstanter Zahl und Zusammensetzung des Bestandes an Mitgliedern einer Organisation der Verlauf der Systemgrenzen keine Konstanz aufweisen. Die Ursache dafür ist darin zu sehen, daß die für die Grenzziehung entscheidenden Bedingungen auf Grund der Partialinklusion weitgehend psychologischen Charakter annehmen /KATZ66/.

Die Berücksichtigung des Konzeptes der Partialinklusion eröffnet in Bezug auf die Gestaltung weitreichende Möglichkeiten, indem der Blick auf bisher häufig vernachlässigte organisatorisch relevante Aspekte gelenkt wird. Zu diesen Aspekten zählen (vgl. /DIEN72/):

- **Konflikte:** Ist ein Element „Mitglied“ mehrerer soziotechnischer Systeme, so wird an dieses Element von all diesen Systemen und deren jeweiligen Umwelten eine Vielzahl von Anforderungen gestellt, die oftmals nicht miteinander vereinbar sind. Konfliktsituationen sind unvermeidlich. Bei der Lösung solcher Konflikte kommt der Stärke der Bindung des Elementes an die verschiedenen Systeme eine entscheidende Bedeutung zu. Sie ist ausschlaggebend dafür, welchen Anforderungen jeweils die Priorität eingeräumt wird. Diese Erkenntnis eröffnet bei der Gestaltung neue Möglichkeiten des frühzeitigen Erkennens potentieller Konflikte und deren gestalterische Behandlung.
- **Mitgliedschaft vs. Teilnahme:** Die Unschärfe der Grenzziehung ermöglicht einen ausgedehnteren Systembegriff, der bei der Gestaltung die Einbeziehung weiterer Elemente ermöglicht. Zu diesem Zwecke ist es erforderlich, zwischen „Mitgliedern“ und „Teilnehmern“ zu unterscheiden. LUHMANN versteht unter Mitgliedern solche Elemente, die eine formale Mitgliedsrolle in einem System erfüllen /LUHM64/. Die Einheit der Mitgliedsrolle ist dadurch gegeben, daß sie als Prämisse für Eintritts- und Austrittsentscheidungen dient. In ihr sind die Bedingungen für den Zugang zu den anderen Rollen des Systems definiert. Diese können somit nur in Kombination mit der Mitgliedsrolle übernommen werden. Im Gegensatz zu einem Mitglied hat ein Teilnehmer keine formale Mitgliedsrolle zu erfüllen. Dies erklärt sich daraus, daß die Einbeziehung in ein funktionales System nicht an die Mitgliedschaft gebunden ist. Funktionale Subsysteme können also Mitglieder und Nichtmitglieder umfassen. Unabhängig von der Mitgliedschaft ist jedes Element Teilnehmer, das auf Grund der Gewährung von Anreizen durch das System Beiträge zu ihm leistet (i.A.a. /DIEN72/). Die Unterscheidung von Mitgliedern und Teilnehmern erweitert in erheblichem Maße den Horizont gestalterischer Möglichkeiten, da so auch diejenigen Elemente eines Systems systematisch erfaßt werden können, die zwar eine bestimmte Funktion im System erfüllen, jedoch nicht Mitglied des Systems sind.
- **Zwischensysteme:** Ist ein System stark differenziert, so werden die Beziehungen mit Außenstehenden nicht in gleicher Weise von allen Teilnehmern wahrgenommen, sondern von speziellen Elementen. Diese Elemente können i.A.a. LUHMANN als Grenzelemente bezeichnet werden. Treten die Grenzelemente zweier verschiedener Systeme miteinander in Verbindung, so entsteht ein System besonderer Art, das LUHMANN als Zwischensystem bezeichnet. **Bild 13** soll diesen Zusammenhang verdeutlichen.

  Ein Repräsentant des Systems I (Beziehungspunkt 1) tritt mit einem Repräsentanten des Systems II (Beziehungspunkt 2) in Interaktion, um z.B. Informationen über eine Lieferung zu übermitteln. Es entsteht ein aufgabenorientiertes, strukturelles Zwischensystem. Aufgabenorientiert ist dieses System deshalb, weil die Interaktionen zwischen den Mitgliedern keine Folge privater Kontakte sind, sondern sich aus den Funktionen der Systeme sowie ihrer Relationen ergeben. Diese Form von Systemen wird als strukturelles Zwischensystem bezeichnet, weil diese Systeme im Gegensatz zu funktionalen Systemen nicht als Organisationseinheiten interpretiert werden können, sondern lediglich als Träger bestimmter Operationen. Strukturelle Zwischensysteme verfügen deshalb auch nicht zwangsläufig über alle neun der oben eingeführten Elemente der 3x3-Matrix. Für die Gestaltung spielen diese Systeme aber eine wichtige Rolle, da mit ihrer Hilfe z.B. Kunde-Lieferant-Systeme systematisch behandelt werden können (vgl. /DIEN72/).

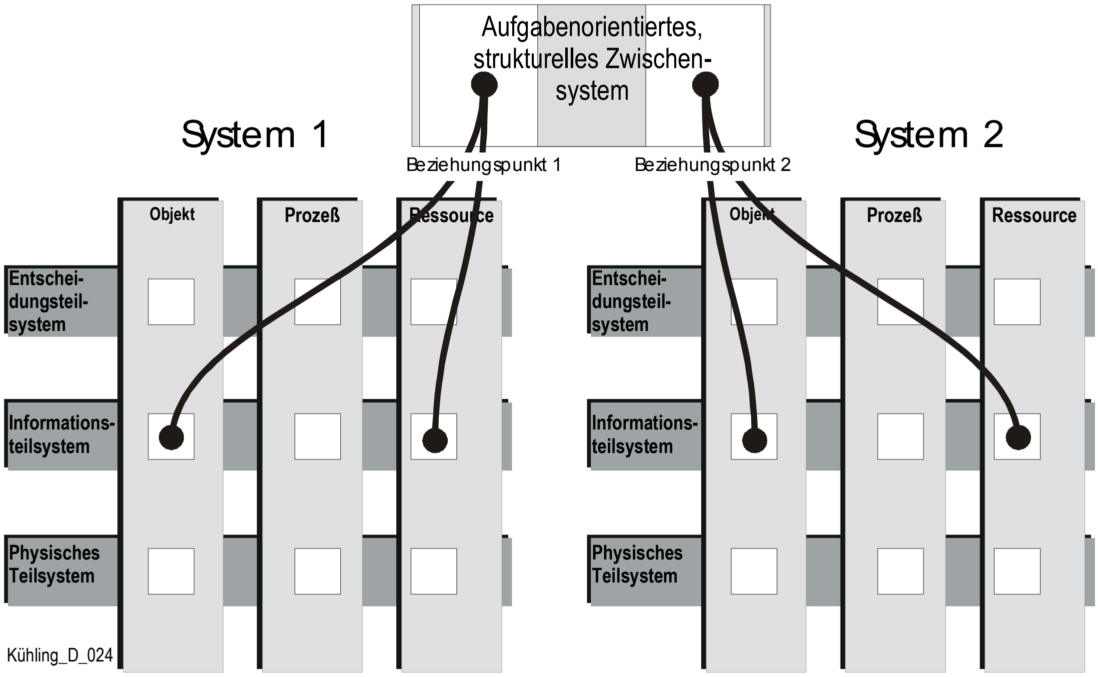


Bild 13: Bildung eines aufgabenorientierten strukturellen Zwischensystems

4.1.1.7 Unterscheidung verschiedener Dekompositionselemente im systemischen Denken

In Abhängigkeit von der gewählten Betrachtungsebene und dem gewählten Betrachtungskonzept besteht ein System für den Betrachter aus verschiedenen Elementen z.T. sehr unterschiedlicher Klassen (z.B. System, Subsystem, Teilsystem, Objekt oder Prozeß). Die Systemtheorie bietet durch die Unterscheidung verschiedener Dekompositionselemente eine Möglichkeit, zumindest abstrakt gesehen unterschiedliche Klassen von Betrachtungselementen zu definieren und diese modellierungstechnisch und gestalterisch getrennt voneinander zu behandeln (vgl. dazu auch Kapitel 4.1.1.4). Mit Hilfe der Betrachtung von ebenfalls abstrakt abgeleiteten Relationen zwischen diesen Elementen kann darüber hinaus der Systemzusammenhang der einzelnen Elemente hergestellt werden.

Die Definition verschiedener Dekompositionselemente soziotechnischer Systeme steht noch am Anfang und ist dementsprechend in der Literatur bisher sehr unzureichend dokumentiert. Da bisher keine gesicherten Erkenntnisse über die notwendigen und konstituierenden Elemente soziotechnischer Systeme dokumentiert sind, wurde in dieser Arbeit ein eigenes Konzept entwickelt. Dieses Konzept führte zu dem Modellierungsumfang, der in Kapitel 5.1 näher behandelt wird. An dieser Stelle soll beispielhaft anhand eines Dekompositionselementes (Prozesse) die Bedeutung dieses Konzeptes verdeutlicht werden:

Prozesse als Repräsentanten der Dekompositionsebene „Komponenten": Bei vielen Reorganisationsmaßnahmen wird heute der Betrachtung der betrieblichen Prozesse eine große Bedeutung beigemessen. Um diese Prozesse untersuchen zu können, müssen in einem soziotechnischen System mit Energie-, Stoff- und Informationsumsatz sowohl die eindeutigen und reproduzierbaren Zusammenhänge zwischen den Eingangs- und Ausgangsgrößen des Gesamtsystems und der Subsysteme als auch die Zusammenhänge zwischen den Subsystemen selbst erfaßt werden (Ablaufbeziehungen). Sie sind im Sinne der Aufgabenerfüllung stets gewollt und weisen sowohl einen **Ressourcen-** als auch einen **Zeitverzehr** auf. Solche Zusammenhänge, die zwischen **Eingang und Ausgang** eines Systems zur Erfüllung einer Aufgabe bestehen, nennt man Prozesse. Ein Prozeß ist eine dynamische Formulierung der Funktion eines Systems auf einer abstrakten und lösungsneutralen Ebene.

Bezieht er sich auf die Gesamtfunktion, so spricht man von einem Gesamtprozeß. Ein solcher Gesamtprozeß läßt sich oft in erkennbare Teilprozesse gliedern, die den Teilfunktionen entsprechen (s. **Bild 14**). Die Art und Weise, in der die Teilprozesse zu einem Gesamtprozeß verknüpft sind, stellt eine Repräsentation der **Prozeßstruktur** da. Häufig läßt sich schon durch die Variation der An- und Zuordnung der einzelnen Teilprozesse ein Ansatz für unterschiedliche gestalterische Lösungen finden. Dabei muß die Verknüpfung von Teilprozessen zu Gesamtprozessen sinnvoll und verträglich geschehen, um den Ressourceneinsatz zu optimieren. Transformationsprozesse sind immer auch in **Lenkungsprozesse** eingebunden (vgl. /BECK96/). **Bild 14** zeigt die Modellierung von Prozessen in einem soziotechnischen System. Dieses Prozeßmodell wurde in Anlehnung an das sog. Prozeßketteninstrumentarium abgebildet (s. Kapitel 3.4.3).

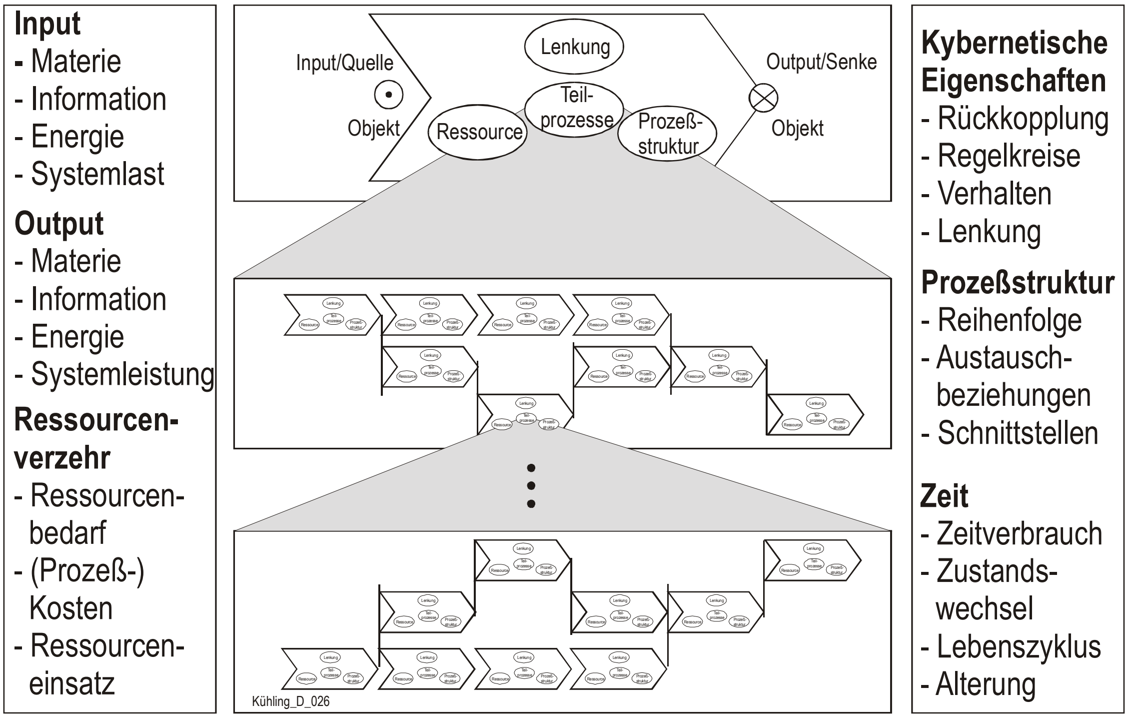


Bild 14: Komponente „Prozeß“ im Teilmodell der Dynamik eines soziotechnischen Systems

In **Bild 14** wird deutlich, daß mit Hilfe von Prozeßmodellen bereits eine Vielzahl gestalterischer Fragen untersucht werden kann (Ablaufbeziehungen sowie Struktur und Einbindung der Prozesse in die Ablauforganisation). Es bleiben jedoch noch Fragen unberücksichtigt, die sich z.B. auf die statischen Eigenschaften der den Prozessen zugrundeliegenden Funktionen beziehen. Im Falle der Betrachtung statischer Fragestellungen, wechselt der Gestalter lediglich zu den statischen Modellierungsmöglichkeiten der betrachtete Komponente (s. **Bild 15**), ohne jedoch die bisherigen Ergebnisse verwerfen zu müssen, sie bleiben zur Lösung gestalterischer Probleme erhalten.

Die Aufteilung des Gestaltungsproblems in die Betrachtung verschiedener Dekomposi-tionsebenen hat letztlich eine komplexitätsreduzierende Wirkung. Die Vorteile der System-theorie bestehen dabei im Gegensatz zu herkömmlichen Betrachtungsweisen der Aufbau- und Ablauforganisation darin, daß einerseits für die einzelnen Betrachtungen einer Organi-sation die gleiche Modellvorstellung genutzt werden kann und andererseits darin, daß für jeden „Blickwinkel“ gleichzeitig spezifische Modelle verwendet werden können, ohne den Bezug zum Ganzen zu verlieren. Es ist demnach bei Verwendung systemtheoretischer Denkansätze nicht notwendig, sich auf einen einzigen „Blickwinkel“ zu beschränken.

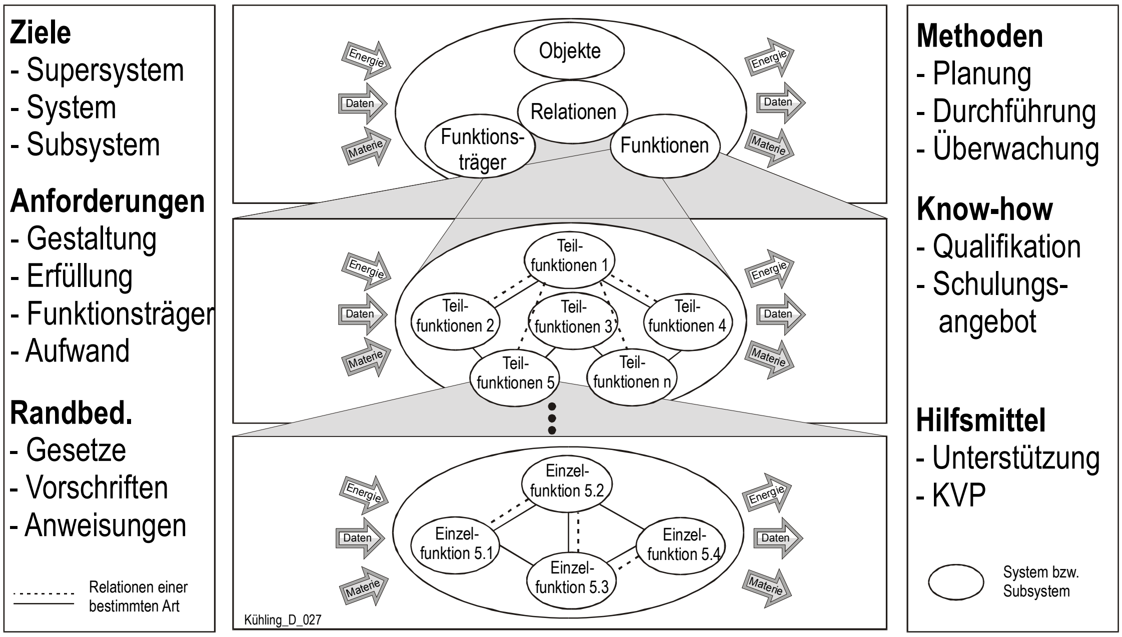


Bild 15: Funktionsdekomposition in einem soziotechnischen System

4.1.1.8 Zusammenfassende Betrachtung unterschiedlicher Aspekte des systemischen Denkens

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich dem Gestalter mit Hilfe des systemischen Denkens zahlreiche Möglichkeiten erschließen, seine Arbeit systematisch, umfassend und nahezu beliebig an die jeweiligen Gegebenheiten anpaßbar zu unterstützen. Das systemische Denken ist deshalb nicht zuletzt wegen der weitreichenden Möglichkeiten zur Erfassung organisatorischer Sachverhalte wie z.B.:

- die Abbildung der Anforderungen, Ziele, Randbedingungen und Restriktionen einer Organisation auf allen Ebenen und in allen Bereichen;
- die Möglichkeit zur Abbildung anforderungsgerechter und unternehmensspezifischer Lösungen auf beliebiger Detaillierungsstufe;
- die Abbildung der unterschiedlichen Strukturen einer Organisation, wie z.B.:
  - die Rollenstruktur,
  - die Materialflußstruktur,
  - die Kommunikationsstruktur,
  - die Macht- und Autoritätsstruktur,
  - die Objektstruktur,
  - die Prozeßstruktur (Entscheidungsprozesse, Bearbeitungsprozesse, Planungsprozesse, Anpassungsprozesse (organisatorischer Wandel) etc.) und
  - die Ressourcenstruktur
- die Einbeziehung von Umweltvariablen und
- die Berücksichtigung der Leistungswirksamkeit einer Organisation (Zielwirkungen)

von entscheidender Bedeutung für diese Arbeit.

4.1.2 Bedeutung des kybernetischen Denkens für die organisatorische Gestaltung

Während die Systemtheorie Systeme aus statischer und dynamischer Sicht betrachtet, bezieht sich die Kybernetik mit den Bereichen „Regelungs- und Informationstheorie" überwiegend auf die Dynamik von Systemen. FLECHTNER definiert sie als die allgemeine, formale Wissenschaft von der Struktur, den Relationen und dem Verhalten dynamischer Systeme /FLEC67/. Dabei werden der dynamische Charakter der Kybernetik und die inhaltlichen Bestandteile eines Systems hervorgehoben. HAIDEKKER stellt die Steuerung und Regelung als Hauptmerkmale der Kybernetik heraus

/HAID70/. Mehrere verbundene Systeme lassen sich demnach hinsichtlich der Wirkungsweise durch zwei Prinzipien unterscheiden: die *Regelung* und die *Steuerung*. Als Steuerung definiert der Deutsche Normenausschuß einen Vorgang, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangsgrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen. Kennzeichen für das Steuern ist der offene Wirkungsablauf über das einzelne Übertragungsglied oder die Steuerkette /DIN68/. Nach derselben Norm ist die Regelung ein Vorgang, bei dem eine zu regelnde Größe fortlaufend erfaßt, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflußt wird. Der sich dabei ergebende Wirkungsablauf findet in einem geschlossenen Kreis, dem Regelkreis, statt.

Innerhalb eines Unternehmens treten eine Reihe von Regelkreisen zwischen den Subsystemen (z.B. Beschaffungs-, Produktions-, Absatz-, Finanz oder Informationssystem) auf. Zwischen solchen Subsystemen existieren zahlreiche Informationsregelkreise. Ausgangspunkt der Kybernetik waren die informationstheoretischen und regeltechnischen Entwicklungen, zu deren Wegbereitern neben anderen z.B. WIENER gehört /WIEN63/. Aus diesem Ursprung sind die Konzepte der Rückkopplung, Regelung und Steuerung in die Kybernetik eingegangen. Den Autoren, welche die **heuristische Funktion** abstrakter, kybernetischer Modelle nutzen wollen, geht es vor allem darum, zu untersuchen, in wieweit sie folgende Eigenschaften aufweisen /ASHB64/, /WIES59/:

- **Selbstregelung** ist die Fähigkeit eines Systems, ohne Lenkung (Steuerung) des Systems von außen vorgegebene Sollwerte einzuhalten (Stabilität).
- **Anpassung** ist die Fähigkeit eines Systems, nicht nur Sollwerte stabil zu halten, sondern diese auch an eine veränderte Umwelt anzupassen. Es handelt sich hier um höhere Stufen der Stabilität, die das Einhalten eines dynamischen Gleichgewichtes (Fließgleichgewicht) erlauben. Die wichtigsten Formen sind die Ultrastabilität (Fähigkeit zur zufälligen Parametervariierung bis zur Stabilitätserreichung) und die Multistabilität (partielle Anpassungsfähigkeit durch Kombination mehrerer ultrastabiler Subsysteme).
- **Lernfähigkeit** ist die Fähigkeit eines Systems, aus Erfahrungen Konsequenzen für das zukünftige Verhalten zu ziehen. Vor allem die organisierte Lernfähigkeit durch verbesserte Informationsrückkopplung und –auswertung ist hier von Bedeutung.
- **Selbstdifferenzierung** ist die Fähigkeit zur selbständigen strukturellen Evolution und Differenzierung, d.h. die Fähigkeit zur Erhöhung des Komplexitäts- und Organisationsniveaus und damit der Anpassungs- und Lernfähigkeiten.
- **Automatisierbarkeit** ist schließlich nichts anderes als die Möglichkeit, externe Eingriffe in ein System durch dessen kybernetische Fähigkeiten, wie sie soeben erläutert wurden, zu ersetzen. Dieser Aspekt der kybernetischen Interpretation weckte schon früh das informationstechnologische Interesse an sozialen Systemen, insbesondere das Bemühen um die Entwicklung von Management-Informations-Systemen (MIS).

Die kybernetische Betrachtung von Systemen hat für diese Arbeit lediglich in ihren grundlegenden Aussagen, Erkenntnissen und Modellierungsansätzen eine Bedeutung. Damit wird die grundsätzliche Notwendigkeit zur dynamischen Modellierung und Untersuchung von Systemen anerkannt. Sie kann in dieser Arbeit jedoch nur am Rande erfolgen. Aus diesem Grund wird bezüglich der Erweiterung der hier erarbeiteten Konzeption um Aspekte der Kybernetik auf spätere Arbeiten verwiesen.

4.1.3 Bedeutung des entscheidungsorientierten Denkens für die organisatorische Gestaltung

Eine wissenschaftliche Arbeit auf dem Gebiet der Organisationsgestaltung mit praxeologischem Anspruch muß dem entscheidungsorientierten Denken eine hohe Bedeutung zumessen. Für diese Arbeit gilt dies in zweierlei Hinsicht:

- Zum einen sind entscheidungsorientierte Erkenntnisse für die Gestaltung des Entscheidungsteilsystems (s. Kapitel 5.1) eines soziotechnischen Systems von großer Bedeutung. Hier kann die Entscheidungstheorie mit Erkenntnissen über individuelle und kollektive Entscheidungsprozesse wertvolle Grundlagen für die Ausgestaltung liefern.
- Zum anderen spielen Methoden zur Unterstützung der Entscheidungsprozesse im Rahmen von Gestaltungsprozessen eine wichtige Rolle. Denn im Laufe eines Gestaltungsprozesses müssen an verschiedenen Stellen sowohl individuelle als auch kollektive Entscheidungen getroffen werden. Neben dem Verhalten von Entscheidungsträgern und Entscheidungskollektiven sind hier insbesondere Verfahren zur Bewertung und Aussonderung von Gestaltungsalternativen von Interesse.

Allgemein wird unter dem Begriff der Entscheidung die Auswahl unter sich gegenseitig ausschließenden Alternativen verstanden. Dabei werden als wesentliche Phasen eines Entscheidungsprozesses die Entscheidungsvorbereitung und die eigentliche Entscheidungsfindung unterschieden. Die Entscheidungsvorbereitung umfaßt dabei meist Schritte wie:

- Darstellung der Situation,
- Ermittlung von Handlungsalternativen und
- Analyse der Konsequenzen der einzelnen Handlungsalternativen.

Auf der Grenze zwischen der Entscheidungsvorbereitung und der Entscheidungsfindung liegen meist Schritte wie:

- Bewertung der Handlungsalternativen vor dem Hintergrund gesteckter Ziele und zu erwartender Bedingungen sowie das
- Abwägen von Nutzen und Risiken der einzelnen Handlungsalternativen.

Die Entscheidungsfindung umfaßt letztlich Schritte wie:

- Anwendung von Entscheidungsalgorithmen oder –heuristiken,
- Herbeiführung eines Konsenses durch Diskussion oder Abstimmung.

Die entscheidungsorientierten Ansätze der Organisationsforschung versuchen nun Erkenntnisse zur Unterstützung der einzelnen Schritte im Entscheidungsprozeß zu gewinnen. Zu den entscheidungsorientierten Ansätzen werden alle Beiträge gezählt, die sich mit Entscheidungsfragen in organisatorischen Systemen befassen und sich zumindest zu einem größeren Teil mit organisatorischen Problemen auseinandersetzen (vgl. /GROC78/, S.165f). Unterschieden werden folgende bekannte Ansätze:

- **Teamtheorie:** Die Teamtheorie versucht für Entscheidungsprozesse in Gruppen optimale Verhaltensvorschriften hinsichtlich der Informationsversorgung, der Gruppenkommunikation und des Entscheidungsverlaufs zu entwickeln, indem unterschiedliche Kombinationen von Informationsstrukturen und Entscheidungsregeln bei gegebener Zielfunktion und Zahl der Teammitglieder berücksichtigt werden. Die Ergebnisse werden im Rahmen der sog. Kleingruppenforschung erarbeitet (/HOFF76/, S. 148).
- **Spieltheorie:** Die Spieltheorie versucht mit einem formalanalytischen Ansatz optimale Verhaltensstrategien in konfliktären Verhandlungssituationen („Spielen“) bereitzustellen. Dazu müssen allerdings die Konfliktstruktur vollständig durch Regeln erfaßt, diese Regeln den Spielern be-

kannt, das Konfliktverhalten rational und eine kardinale Nutzenfunktion über die Spielergebnisse vorgegeben sein (i.A.a. /KIES81/).

- **Algorithmen:** Im Rahmen algorithmischer Beiträge werden Methoden entwickelt, die organisatorische Gestaltungsprobleme mit Hilfe von mathematischen Entscheidungsmodellen zu lösen versuchen. Das Ergebnis sind konkrete Verfahren zur Berechnung mathematisch exakter Entscheidungen zwischen alternativen Ausprägungen. Die mathematischen Verfahren können i.d.R. nur wenige Variablen mit bestimmten Nebenbedingungen berücksichtigen. Sie müssen dazu stark vereinfachende Annahmen treffen. Größere Verbreitung haben diese Modelle im Bereich dispositiver Entscheidungen gefunden (z.B. im Operations Research). Der Einsatz dieser Verfahren im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist sehr begrenzt. Etwas anders sieht es mit Rechenverfahren aus, die auf die Konstruktion einer eindeutigen Lösung verzichten und lediglich durch Aggregation von Daten Zusammenhänge aufzeigen. Sie liefern wichtige heuristische Anregungen, die dem Praktiker als Grundlage und Argumentationsbasis für seine Gestaltung dienen (z.B. Clusteranalyse oder Korrelationsanalyse) (vgl. /DICH78/).
- **Verbale Entscheidungsmodelle:** Verbale Entscheidungsmodelle sind für den praktischen Gestaltungseinsatz eher geeignet. Auch wenn die zugrunde gelegten Hypothesen i.d.R. empirisch nur gering abgesichert sind, sind die getroffenen Annahmen realitätsnäher. So wird z.B. die Eignung verschiedener Gestaltungsalternativen anhand der spezifischen Ziele und Bedingungen der jeweiligen Organisation (z.B. Ressourcen oder Fähigkeiten) durch Rückgriff auf unternehmensspezifische Beschreibungs- und Erklärungsmodelle überprüfbar. Solche Entscheidungsmodelle können in sehr unterschiedlichen Formen dokumentiert sein (z.B. Entscheidungsbäume oder -tabellen).

Zur Klärung der Frage, wie Individuen Entscheidungen fällen, hat die verhaltenswissenschaftliche Entscheidungstheorie das Konzept des beschränkt-rational handelnden Individuums entwickelt, das für den Bereich der Organisationsforschung vor allem durch /SIMO55/, /MARC76/ und /KIRS70/ aufgearbeitet wurde. Danach gilt:

- Entscheidungen werden unter unvollkommener Information getroffen, d.h. es sind weder alle möglichen Alternativen, noch deren Konsequenzen bekannt.
- Entscheidungen liegt ein subjektives, unvollständiges, ungenaues und unsicheres Umweltbild zugrunde, das durch selektive Wahrnehmung entsteht.
- Die Konsequenzen können nicht immer eindeutig bewertet werden, da die menschliche Präferenzordnung weder konsistent ist, noch konstant bleibt. Dies gilt vor allem für die erst in der Zukunft eintretenden Handlungserfolge, die in der Gegenwart nur in sehr beschränktem Maße bewertet werden können.
- Psychische und soziale Faktoren, die z.T. in Organisationen bewußt geschaffen werden, beeinflussen die Entscheidungsqualität und -akzeptanz sowie die Risikobereitschaft.
- Aus der äußerst beschränkten Informationsverarbeitungskapazität ergeben sich kognitive Begrenzungen der Rationalität (/KIRS80/).

MARCH und SIMON sehen das Entscheidungsverhalten in soziotechnischen Systemen im wesentlich durch die Organisationsstruktur beeinflußt (vgl. dazu /MARC58/). Dabei werden Organisationen als kooperative Handlungssysteme mit kollektivem Charakter betrachtet, die mehr sind als die Summe der Einzelaktivitäten der Mitglieder. Die Bedeutung dieser Ansätze der verhaltenswissenschaftlichen Theorie liegt in der Verknüpfung individueller Entscheidungen mit dem jeweiligen institutionellen Arrangement.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen für Entscheidungen im Gestaltungsprozeß

Es liegt nahe, sich für das Arbeitsfeld der Gestaltung soziotechnischer Systeme von ökonomischen und psychologischen Entscheidungstheorien und der Entscheidungsforschung Hilfen und Anregungen zu erhoffen. Die intensive Beschäftigung mit diesen Ansätzen hat jedoch deutlich gemacht, daß die bekannten Modelle der Entscheidungstheorie nur sehr eingeschränkt für die Ableitung einer geeigneten Vorgehensweise zur Verbesserung von Entscheidungen im Gestaltungsprozeß genutzt werden können (vgl. dazu auch /ACHT84/, /PIEL87/, /SCHA78/, /WEND80/). Die geringe Eignung dieser theoretisch interessanten Modelle hat dazu geführt, daß sie in dieser Arbeit lediglich in ihren grundlegenden Aussagen, Erkenntnissen und Modellierungsansätzen eine Bedeutung haben. Aus diesen Gründen wurde im Rahmen dieser Arbeit ein eigener Ansatz für die Unterstützung der Entscheidungsprozesse im Rahmen der Gestaltung entwickelt. Dieser Ansatz soll als Vorschlag verstanden werden. Er läßt sich mit herkömmlichen Methoden und Techniken des Entscheidens kombinieren. Die Grundidee beinhaltet folgende Aspekte:

- Gestaltungsprozesse mit den dazugehörigen Entscheidungen sind mehrstufige, rekursive, iterative und länger dauernde soziale Prozesse. Die Güte ihrer Ergebnisse hängt u.a. vom Umfang und der Qualität der verfügbaren Informationen sowie der aufbereiteten Ausgangssituation ab. Diese Informationen können in Modellen abgebildet und den Entscheidern als heuristische Grundlage zur Verfügung gestellt werden.
- Wichtig für die Güte von Gestaltungsentscheidungen ist die Steigerung des Ideenreichtums beim Entwickeln von Alternativen, über die entschieden werden soll. Dies ist ebenfalls mit geeigneten Modellen möglich. Diese Modelle sollten eine grundsätzlich gleiche Struktur aufweisen, so daß sie bei der Entscheidung gut miteinander verglichen werden können.
- Das Einbeziehen der Betroffenen in den Entscheidungsprozeß hat einen großen Einfluß auf die Güter der Entscheidungen. Die Beteiligung am Entscheidungsprozeß wirft jedoch verschiedene Probleme auf, wie z.B. Verständigungs- und Verständnisprobleme, ungenügende Transparenz der Entscheidungsgrundlage, Ängste, Akzeptanzprobleme oder mangelnde „Sozialkompetenz" bei allen Beteiligten. Diese Probleme können mit Hilfe geeigneter Modelle und strukturierter Entscheidungsabläufe drastisch reduziert werden.
- Voraussetzungen für „gute" Entscheidungen sind darüber hinaus eine fehlerarme Kommunikation, anschauliche und verständliche Darstellungen, Offenheit der Entscheider, eine konsequente Modellfortschreibung sowie die Belastbarkeit der Organisationsmitglieder durch „offene" Situationen.

Die Strategie und Vorgehensweise beim modellgestützten Treffen von Gestaltungsentscheidungen besteht aus folgenden Komponenten:

- **Verlängern des „offenen" Entscheidungszeitraums:** Eine Schwierigkeit für Entscheider liegt darin, den „richtigen" Zeitpunkt für eine Entscheidung zu finden. Da Entscheidungssituationen teilweise konfliktbehaftet erlebt werden und von Ängsten und Zweifeln begleitet sein können, besteht die Tendenz, den Zustand einer offenen Entscheidung rasch zu beenden (i.A.a. /MANN87/, S. 199). Dadurch ergibt sich jedoch das Risiko, daß zu schnell auf standardisierte Lösungsmuster zurückgegriffen wird. Das bewußte Verlängern des Entscheidungszeitraums ist deshalb eine wichtige Strategie der Gestaltungsarbeit in Organisationen. Das planvolle Verlängern der Entscheidungsphase und damit das Aufschieben der „endgültigen" Bewertung ist übrigens ein Merkmal vieler Kreativitätstechniken. In dieser „gewonnenen" Zeit wird die Ideenfindung bzw. Ideenentwicklung systematisch forciert (/FRAN80/; /HOFF87/; /KAUF72/; /SCHL85/). Auch im Rahmen der Gestaltungsarbeit kann es sinnvoll sein, Entscheidungen über facettenreiche, kontextbezogene und sich entwickelnde Konzepte in vertretbarem Maß aufzuschieben und die so gewonnene Zwischenzeit für die Modellkommunikation, Modellanalyse, Recherche, das absichtsvolle und systematische Entwickeln von Systemkonzepten sowie für immer wieder erneute Darstellungen zu nutzen. Das Verlängern des Entscheidungszeitraums stößt allerdings an Grenzen. Faktenlage, Zeitdruck, Kosten und Organisationsdynamik verbieten es oft, Entscheidungen zu lange offenzulassen. Es besteht die Gefahr, daß der natürliche Prozeß der Systementwicklung den zu langsamen Entscheidungsprozeß „überholt“ und daß dann die Entscheidungen nicht mehr aktuell sind (i.A.a. /WILL92/).

- **Verbreitern der Informationsbasis während des Entscheidungsprozesses:** Mit dem Verlängern des Entscheidungszeitraums hängt das Verbreitern der Informationsbasis eng zusammen. Das Offenhalten einer Entscheidung über Gestaltungsvarianten macht nur dann Sinn, wenn man in der Entscheidungsphase zusätzlich auch aktuelle, relevante und gesicherte Informationen in die vorhandenen Modelle einarbeitet. Von Interesse sind z.B. Informationen über Widerstände bzw. Unterstützung der Konzepte und über die bisherige Entwicklung. Beim Verbreitern der Informationsbasis spielen Modellkommunikation, Modellrekonstruktion und Analyse eine wichtige Rollen. Der Aufwand der Informationsgewinnung (u.a. Kosten, Arbeitszeit sowie Belastung und Verunsicherung von Organisationsmitgliedern) ist jedoch immer in Relation zu setzen zum Nutzen der neuen Informationen. Die Prüffrage dazu lautet: Um wieviel besser bzw. sicherer wird eine konkrete Entscheidung durch die zusätzliche Information? (vgl. /WILL92/).
- **Verstärktes Einbeziehen betroffener Organisationsmitglieder:** Treffen wenige Personen verbindliche Gestaltungsentscheidungen für andere, dann ergeben sich u.a. Probleme der Information und Kommunikation, der Akzeptanz und organisationalen Durchsetzbarkeit, der Begründung und Legitimation sowie der Evaluation. Durch das verstärkte Einbeziehen möglichst vieler Mitglieder in einzelne oder alle Phasen des Gestaltungsprozesses erhofft man sich eine Reduzierung dieses Problempotentials. Zudem besteht die Chance, daß sich dadurch der Informationsstand aller Beteiligten schon in der Vorentscheidungsphase quantitativ und qualitativ verbessert. Das fördert die Realisierbarkeit von Gestaltungsentscheidungen und motiviert die Organisationsmitglieder. Die betriebswirtschaftliche Literatur macht allerdings rasch offensichtlich, daß Praktiker, Theoretiker und Politiker mit „Einbeziehen von Organisationsmitgliedern in Entscheidungsprozesse“, „Partizipation“, „Mitwirkung“ sowie „Mitbestimmung“ ganz unterschiedliche Phänomene ansprechen und meinen (/BART87/, S. 1464). Die Bandbreite reicht von gelegentlicher, partieller Unterrichtung (Einbindung in den Informationsfluß durch Informationssysteme) über Informations-, Anhörungs-, Beratungs- und Initiativrechte (als Mitwirkung) und über paritätische Mitbestimmungsformen bis zur Selbstverwaltung. Diese Formen sind zum Teil auch juristisch, festgelegt (/BACK85/, /BART87/, /KAPP87/, /SEIW79/, /WIES87/). Für die Beteiligung kommen u.a. verschiedene Gruppenverfahren der Konferenz-, Besprechungs- und Workshoptechnik in Frage, z.B. die „Informations- und Entscheidungskonferenz“, der „Informationsmarkt“ und die „Postersession“. Wenn der Schwerpunkt mehr auf kommunikativer Bestandsaufnahme und Ideenentwicklung liegt, dann greift man z.B. auf Kreativitätstechniken oder auf Varianten der Moderationsmethode zurück. Zur Visualisierung werden dann geeignete Modelle verwendet.

Zumindest in Organisationen sind Gestaltungsentscheidungen länger andauernde, mehrphasige Prozesse. Im Rahmen der Gestaltungsarbeit gilt es, die Qualität dieser einzelnen Schritte zu optimieren. Fast jeder dieser Entscheidungsschritte ist zugleich ein mehr oder minder absichtsvoll intervenierender Eingriff in das soziale System einer Organisation und forciert damit die Konzeptentwicklung. Diese Erkenntnisse werden im Rahmen der in Kapitel 6 entwickelten Gestaltungsmethode intensiv berücksichtigt.

4.1.4 Bedeutung des objektorientierten Denkens für die organisatorische Gestaltung

Der objektorientierte Ansatz stammt aus dem Bereich der Softwareentwicklung und wurde zur Verbesserung der EDV-Systemkonstruktion entwickelt. Mit diesem Ansatz sollte der Entwickler in der Lage sein, die „Konstruktion“ großer EDV-Systeme ebenso gut zu unterstützen wie die kleiner Systeme. Es sollte möglich sein, zuverlässigere Systeme zu entwickeln, die flexibler, besser wartbar und fähig sind, sich sehr schnell an die sich stets ändernden Anforderungen anzupassen (i.A.a. /TAYL92/). In diesem Kapitel soll die wesentliche Denkweise des objektorientierten Ansatzes dargestellt und im Hinblick auf seine Übertragbarkeit auf die unternehmensspezifische Gestaltung der Produktion untersucht werden. Um den objektorientierten Ansatz besser verstehen zu können ist ein Verständnis der folgenden Begriffe hilfreich (i.A.a. /TAYL92/):

- **Objekt:** Dieser Begriff wird in der Literatur inkonsequent verwendet, manchmal bezieht er sich auf Exemplare, manchmal auf Klassen. Hier wird der Begriff „Objekt“ für ein bestimmtes Objekt einer Klasse verwendet und drückt deren Eigenschaften aus.
- **Klasse:** Eine Schablone für die Definition der Methoden und Variablen eines bestimmten Objekttyps. Alle Objekte einer bestimmten Klasse sind in ihrem Aussehen und ihrem Verhalten gleich, ihre Variablen enthalten jedoch unterschiedliche Werte.
- **Unterklasse:** Eine Klasse, die ein Spezialfall einer anderen Klasse ist.
- **Exemplar:** Dieser Begriff bezeichnet ein Objekt, das einer bestimmten Klasse angehört. Zum Beispiel ist Deutschland ein Exemplar der Klasse „Staat“.
- **Vererbung:** Ein Mechanismus, durch den eine Klasse alle Methoden und Variablen verwenden kann, die in der Klasse definiert wurden, die über ihr liegt.
- **Methode:** Eine Prozedur, die in einem Objekt vereinbart ist, und die anderen Objekten zur Verfügung gestellt wird, damit diese dessen Dienste in Anspruch nehmen können.
- **Parameter:** Ein Datenelement, das für eine entsprechende Methode alle Informationen über die Art und Weise, wie sie eine Aufgabe ausführen soll, enthält. Ein anderer Begriff für Parameter ist „Argument“.
- **Nachricht:** Ein Signal von einem Objekt an ein anderes, welches das Empfängerobjekt auffordert, eine seiner Methoden auszuführen. Eine Nachricht besteht aus drei Teilen: dem Namen des Empfängers, der Methode, die ausgeführt werden soll und den Parametern, die die Methode zur Ausführung benötigt.
- **Schnelles Prototyping:** Eine Technik der Entwicklung komplexer Systeme, bei der ein System schrittweise als Folge von „Testversionen“ erstellt wird, die sich langsam der gewünschten Funktionalität annähern. Schnelles Prototyping ist eine zentrale Eigenschaft der objektorientierten Technologie, es unterscheidet sich vom herkömmlichen Prototyping dadurch, daß ein objektorientierter Prototyp nicht weggeworfen wird, sondern daß er so lange weiterentwickelt wird, bis er das gewünschte System darstellt.
- **Kapselung:** Eine Technik, mit der Daten zusammen mit den zugehörigen Prozeduren abgespeichert werden. In der objektorientierten Technologie ist der Mechanismus für die Kapselung das Objekt.

Das Konzept von Softwareobjekten wurde aus der Notwendigkeit geboren, Objekte der realen Welt durch Computersimulationen nachzubilden. So verfügt z.B. ein automatisch gesteuertes Fahrzeug in einer Fabriksimulation über eine Vielzahl von Verhaltensweisen, etwa die Fortbewegung von einer zur anderen Stelle oder das Laden und Entladen seines Ladeguts. Es muß auch Informationen enthalten, sowohl über seine konstruktionsbedingten Eigenschaften (Palettengröße, Hubkraft, Höchstgeschwindigkeit usw.) als auch über seinen aktuellen Zustand (Ladegut, Position, Richtung und Geschwindigkeit). Um ein solches Fahrzeug als ein Objekt darzustellen, beschreibt man seine Verhaltensweisen als Methoden und seine Charakteristiken als Variablen. Während der Simulation führt das Objekt seine verschiedenen Methoden aus und ändert dabei seine Variablen gemäß den Erfordernissen und Ergebnissen der Aktionen (i.A.a. /TAYL92/).

Anhand dieser kurzen Beschreibung dessen, was ein Objekt ausmacht, wird bereits die Nähe zwischen den Auffassungen des objektorientierten und des systemorientierten Denkens (s. Kapitel 4.1.1) deutlich. Die Ähnlichkeit wird noch deutlicher, wenn man die Umsetzung der Relationen zwischen Systemen (bzw. Objekten) betrachtet. Bei Relationen zwischen Systemen bzw. Objekten handelt es sich um gegenseitige Einwirkungen, die in der objektorientierten Technologie als Nachrichten umgesetzt werden. Eine Nachricht ist dabei durch den Name eines Objekts, gefolgt von dem Namen einer Methode, die das Objekt ausführen soll und einige Parameter beschrieben. Für die Modellierung von Relationen in soziotechnischen Systemen reichen ähnliche Angaben aus (s. dazu auch Kapitel 5.1.2.2).

Die Beschreibungen der Struktur eines bestimmten Objekttyps erfolgt nur einmal, durch die Definition in einer sog. Klasse. Die Objekte, die zu einer Klasse gehören, werden auch Exemplare (bzw. Instanzen) genannt. Innerhalb einer Klasse unterscheiden sie sich nur durch spezielle Werte der einzelnen Variablen. Klassen können als Spezialisierung anderer Klassen definiert werden. Dadurch vereinfacht sich die Modellierung komplexer Systeme erheblich. Wenn z.B. zwei verschiedene Arten automatisierter Fahrzeuge modelliert werden sollen, besteht die Möglichkeit, eine Fahrzeugklasse detailliert abzubilden und die andere unter Bezugnahme auf die erste mit zusätzlichen Methoden und Variablen zu spezialisieren.

Klassen können beliebig geschachtelt werden, dabei pflanzt sich die Vererbung über alle Ebenen fort. Die daraus resultierende baumartige Struktur wird als Klassenhierarchie bezeichnet. Eine als „Bestandteil“ betitelte Klasse könnte beispielsweise in bestimmte Arten von Bestandteilen untergliedert werden, wie z.B. „Motor“, „Rahmen“ und „Räder“. Andererseits könnte „Motor“ unterteilt werden in „Dieselmotor“ und „Benzinmotor“, wovon jeder nach Bedarf weiter unterteilt werden kann. Ein Exemplar eines Benzinmotors würde sowohl alle Charakteristiken aus der Klasse „Bestandteile“ als auch aus „Motor“ und „Benzinmotor“ erben. Mit der Klassenhierarchie verfügt die objektorientierte Denkweise über ein sehr mächtiges Instrument zur Ableitung spezifischer Modelle aus allgemeinen, übergeordneten Modellen. Dadurch wird es einerseits möglich, unternehmensspezifische Modelle aus Referenzmodellen abzuleiten und andererseits durch leichte Modifikation in sehr einfacher Weise unterschiedliche Varianten einer gestalterischen Lösung zu generieren, die alle auf der Basis einer übergeordneten Klasse, und damit einheitlich, definiert sind. Mit der Klassenhierarchie macht sich die Objektorientierung eine Eigenschaft des menschlichen Denkens zunutze, denn menschliches Wissen strukturiert sich in ähnlicher Weise, ausgehend von allgemeinen Konzepten und ihrer Vertiefung bis zu einer immer größer werdenden Anzahl von spezialisierten Einzelbegriffen /TAYL92/. Damit kommen Mechanismen zur Anwendung, die auch im täglichen Leben Verwendung finden, um komplexe, aber dennoch übersichtliche Konstrukte zu errichten. Diese Eigenschaft der objektorientierten Denkweise spielten deshalb für die Entwicklung leistungsfähiger Modellkomplexe in dieser Arbeit eine große Rolle.

In der objektorientierten Denkweise besteht die Möglichkeit, daß ein Objekt selbst Objekte enthält. Objekte, die andere Objekte beinhalten, werden zusammengesetzte Objekte genannt. Zusammengesetzte Objekte ermöglichen die Darstellung hochentwickelter Strukturen. So besteht z.B. ein Flugzeug aus Rumpf, Tragflächen, Triebwerken und anderen Komponenten, die ihrerseits wiederum Objekte darstellen, zusammengenommen jedoch das Objekt „Flugzeug“ bilden. Die Objekte, die in zusammengesetzten Objekten enthalten sind, können ihrerseits zusammengesetzte Objekte sein. Diese „Schachtelung“ kann über eine beliebige Anzahl von Ebenen fortgeführt werden (i.A.a. /TAYL92/). Mit diesem Verfahren bleiben nicht nur einfache Dinge einfach, es macht sogar komplexe Dinge einfach. Zusammengesetzte Objekte sind ein wichtiges Werkzeug zur Definition von Modulen auf hohem Komplexitätsniveau (i.A.a. /TAYL92/). Diese Möglichkeit wurde ebenfalls bei der Entwicklung der Modellkomplexe genutzt (s. dazu Kapitel 5.2.4.3, Verbundmodellierung).

4.1.5 Bedeutung des vernetzten Denkens für die organisatorische Gestaltung

Verschiedene Veröffentlichungen über Fehlschläge bei Planungsprojekten, über Projektmißerfolge sowie Meldungen über erhebliche Kosten- und Terminüberschreitung bei Projekten aus den verschiedensten Bereichen haben bereits in den achtziger Jahren dazu geführt, die verwendeten Methoden, Modelle und Hilfsmittel in Frage zu stellen /PROB89/. In diesem Kapitel soll gezeigt werden, daß mit dem Ansatz des vernetzten Denkens bereits eine methodische Basis vorliegt, komplexe Projekte, wie die Gestaltung soziotechnischer Systeme, erfolgreicher abzuschließen als bei Anwendung klassischer Denkansätze. Der Vorteil des vernetzten Denkens liegt dabei nicht in der Entwicklung effizienterer Planungs- und Kontrollinstrumente des Projektmanagements, sondern im Bereich der Änderung festgefahrener Denkansätze und Denkweisen sogenannter Praktiker.

PROBST und GOMEZ haben in /PROB89/ sehr deutlich gemacht, daß das vernetzte Denken nicht einfach aus Büchern fix und fertig übernommen werden kann. Es ist vielmehr eine Anpassung des gesamten Denkens und Handelns, das Erfolg verspricht. Die Wahrnehmung vom Gestaltungsgegenstand beeinflußt maßgeblich die gestalterischen Aktivitäten. Eine oberflächliche und kurzsichtige Erfassung der Problemsituation führt nahezu zwangsläufig zu oberflächlichen und kurzsichtigen Lösungen. Das vernetzte Denken soll hier Hinweis und Anleitung zur Vertiefung des Verständnisses der Zusammenhänge liefern. Gemeint ist damit ein integrierendes, zusammenfügendes Denken, das auf einem breiten Horizont beruht, von größeren Zusammenhängen ausgeht, viele Einflußfaktoren berücksichtigt und das weniger isolierend und zerlegend ist als das übliche Vorgehen. Es wird nicht auf das System eingewirkt, sondern **mit dem System gearbeitet** (vgl. /PROB89/).

Nach der Auffassung des vernetzten Denkens liegt die Schwierigkeit betrieblicher Problemlösungsprozesse nicht darin, aus einer Fülle vorgegebener Alternativen die „richtige" auszuwählen, sofern diese Alternativen quantifizierbar und in ihren Konsequenzen für ein vorgegebenes Zielsystem eindeutig beschrieben sind. Die Schwierigkeit besteht vielmehr darin, daß sich viele Phänomene realer Problemlösungsprozesse einer Erfassung durch die klassischen **Meß**modelle (z.B. das Rechnungswesen) entziehen und die zahlreichen Verknüpfungen zwischen den einzelnen Aspekten nur ungenügend erkannt werden können. Eine geeignete Methode zur Unterstützung gestalterischer Aktivitäten muß also zunächst die unterschiedlichen Aspekte modellierbar machen und anschließend diese Aspekte in ihrer Vernetzung darstellen. Die Vernetzung kann mit Hilfe der im folgenden grob vorgestellten Methode des vernetzten Denkens transparent gemacht werden, wenn die zu vernetzenden Modelle **zuvor** mit Hilfe anderer Ansätze ausgearbeitet wurden.

Wesentlicher Ansatz des vernetzten Denkens ist es, **Situationen** aus verschiedenen Perspektiven abzugrenzen, um so eine multiperspektivische Definition des Problems zu erreichen. Die Zusammenhänge und die Eigenschaften der Situationen werden in Netzwerkbildern dargestellt und untersucht. Mit Hilfe der Szenariotechnik werden Muster erarbeitet und interpretiert. Aus den Erkenntnissen der Systemtheorien heraus lassen sich sodann Regeln für die Gestaltung der Systeme in den jeweiligen Situationen ableiten. Die dabei verfolgte Vorgehensweise umfaßt sechs Schritte. Alle Schritte der Methode werden in einem Kreislauf durchlaufen und hängen untereinander vernetzt zusammen. An dieser Stelle sollen nur die wesentlichen Aspekte des vernetzten Denkens zusammengefaßt werden, wie sie in die Konzeption dieser Arbeit eingeflossen sind, ausführliche Beschreibungen sind in /PROB89/ enthalten:

- **Bestimmung der Ziele und Modellierung der Problemsituation sind die Basis für einen guten Projekterfolg:** Die Zielvorstellungen in der gesamten Organisation sind zu prüfen und zu konkretisieren. Anschließend sind die problemrelevanten Faktoren und Elemente der betrachteten Systeme sowie der Situation, in der sich die Systeme befinden, zu bestimmen. Die Faktoren sind hinsichtlich ihrer Verknüpfung zu hinterfragen, Netzwerke sind zu erstellen. Dies führt zur Erstellung geeigneter Beschreibungsmodelle der Systeme und der Systemsituation.
- **Die Wirkungsverläufe sind zu analysieren und zu erklären:** Es ist zu ergründen wie die beschriebenen Faktoren aufeinander einwirkten, Wirkungsverläufe im Netzwerk sind zu untersuchen. Dies führt zur Erstellung aussagekräftiger Szenarien.

- **Die zukünftigen Veränderungsmöglichkeiten der Situation sind zu erfassen und zu interpretieren:** Dabei ist zu prüfen, welche zukünftigen Veränderungen in den Rahmenbedingungen zu erwarten sind. Die Ergebnisse münden in Szenarien über mögliche Veränderungen der Rahmenbedingungen. Anschließend ist zu ergründen, welche Veränderungen der Problemsituation sich daraus ergeben können.
- **Die verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten sind in einem kooperativen, kreativen, offenen und kritischen Prozeß zu ermitteln:** Dazu ist zu ermitteln, welche Eingriffe in die Situation möglich sind. Die gestaltbaren Faktoren müssen von den nicht gestaltbaren unterschieden werden. Darüber hinaus sind Indikatoren zur Überwachung der Problemsituation festzulegen. Schon bei der Alternativensuche sind die Wirkungen der einzelnen Alternativen zu untersuchen. Es entstehen Wirkungsnetze, die als Grundlage für die Bewertung dienen und damit letztlich die Entscheidungsgrundlage darstellen.

4.1.6 Zusammenfassung der Bedeutung der verschiedenen Denkweisen für die Modellierung soziotechnischer Systeme

Die Bedeutung der einzelnen Denkansätze für diese Arbeit wurde jeweils bereits in den entsprechenden Kapiteln angedeutet. In diesem Kapitel geht es darum, die Bedeutung der einzelnen Denkansätze abschließend und zusammenfassend darzustellen.

Der Einfluß der in den Kapitel 4.1.1 bis 4.1.5 beschriebenen Denkansätze auf das Endergebnis der Arbeit kann im nachhinein nicht mehr eindeutig festgestellt werden, zumal sich die Recherche und genaue Analyse der einzelnen Ansätze über mehrere Jahre erstreckte und somit die einzelnen Ansätze gewissermaßen iterativ Bestandteil der Arbeit geworden sind. **Tabelle 2** mag jedoch im Vergleich mit dem Ergebnis Hinweise auf ihren jeweiligen Einfluß geben:

Tabelle 2: Zusammenfassung der grundlegenden Denkweisen

Systemisches Denken
• Das systemische Denken bildet die wesentliche Grundlage der hier vorgestellten Konzeption. Es umschließt letztlich die gesamte Konzeption und damit auch die übrigen Denkansätze, die Eingang in die Konzeption gefunden haben. • Der umfassende Modellierungsumfang (s. Kapitel 5.1) wurde auf der Basis der verschiedenen systemischen Betrachtungsebenen und -konzepte (s. Kapitel 4.1.1.3 und 4.1.1.6) entwickelt. • Die Produktion wird in dieser Arbeit als soziotechnisches System definiert. Demzufolge sind die entwickelten Beschreibungsmodelle vom systemischen Denken geprägt. • Die Hierarchisierbarkeit der Modelle, das Denken in Komponenten, die eigenständig bearbeitet und anschließend zu einem Gesamtsystem gekoppelt werden können, sowie das Bestandteil- und Sichtenkonzept waren maßgebliche Bedingungen für die Anpaßbarkeit der systemtheoretisch geprägten Modelle auf unternehmensspezifische Fragestellungen. • Die Prinzipien der Selbstähnlichkeit und der Selbststeuerung von Systemen erleichterten die Modellierbarkeit in Analogie zu realen Erfahrungen. • Das Prinzip der Partialinklusion ermöglichte die Übertragung der entwickelten Modelle auf ein sehr weites Anwendungsfeld. Es wurde einerseits möglich, die Präsenz von Systemkomponenten in mehreren Systemen zu erklären und zu akzeptieren und andererseits die Bildung von Zwischensystemen unter Verwendung der gleichen Modellierungsumfänge vorzunehmen. Dadurch stellten auch Kooperationen mehrerer Systeme keine Modellierungsgrenze mehr dar.

Kybernetisches Denken
• Durch die Berücksichtigung des kybernetischen Denkens wurde die Notwendigkeit zur gleichberechtigten Betrachtung statischer und dynamischer Systemaspekte in die Arbeit integriert. • Über die Integration der Kybernetik können die einzelnen Subsysteme in hierarchische Regelkreise eingebunden und gesteuert werden.
Entscheidungsorientiertes Denken
• Das entscheidungsorientierte Denken spielte bei der Ausgestaltung der Entscheidungsteilsysteme eine grundlegende Rolle. • Das entscheidungsorientierte Denken stellte den praxeologischen Bezug zwischen den einzelnen konzeptionellen Teilschritten der Gestaltungsmethode her. • Das entscheidungsorientierte Denken unterstützte die Entwicklung geeigneter Entscheidungsmethoden und Entscheidungsmodelle bei der Entwicklung der Gesamtkonzeption.
Objektorientiertes Denken
• Die enge Verwandtschaft des objektorientierten und des systemischen Denkens wurde insbesondere bei der Klassenbildung und der Klassenhierarchie deutlich. • Die Abbildungsregeln und die Vererbungsmethode erleichterten die Modellierung. • Das Konzept der Konkretisierung von Objekten (Exemplare, Instanzen) aus allgemeingültigeren Beschreibungen (Klassen) unterstützte die Möglichkeiten der unternehmensspezifischen Modellierung auf der Basis vorhandener Referenzmodelle. • Das Prinzip der Trennung von Methoden und Attributen in den Klassen und den konkreten Parametern bzw. Daten in den Objekten erhöht die Wiederverwendbarkeit der übergeordneten Modelle. • Das Prinzip der Generierung dynamischer Beziehungen über Nachrichten ist insbesondere für die Entwicklung der Relationsmodelle hilfreich. • Die Ansätze des schnellen Prototypings decken sich mit den Anforderungen an ein Systemprototyping. • Das entwickelte Konzept der Verbundmodellierung basiert auf dem objektorientierten Denken.
Vernetztes Denken
• Mit Hilfe der Ansätze des vernetzten Denkens können Zusammenhänge dargestellt, bewertet und erklärt werden. Dies unterstützte die Entwicklung der Modellkomplexe. • Durch die Berücksichtigung des vernetzten Denkens wurde die Notwendigkeit zur Berücksichtigung gegenseitiger Beeinflussungen unterschiedlicher organisatorischer Aspekte deutlich. • Insgesamt wurde eine ganzheitliche Herangehensweise und das Denken in Ursache-Wirkungs-Netzen gefördert. • Dem Ansatz des vernetzten Denkens konnte der Wille zur Komplexitätsberücksichtigung genauso entnommen werden, wie die Notwendigkeit zur Einbeziehung der Betroffenen auf allen Ebenen.

Die entwickelte Konzeption kann also auf diese fünf Denkansätze zurückgeführt werden. Ziel bei der Entwicklung war es, eine theoretische Basis zu schaffen, die es dem Anwender ermöglicht, Modelle zu erstellen, die das Verhalten und die Gestalt realer Systeme beschreiben, erklären und nach Möglichkeit vorhersehbar machen bzw. Entscheidungen bzgl. der Gestaltung der realen Systeme unterstützen. Die vorliegende Arbeit behandelt das System der Produktion und fokussiert das Ziel der Modellierung zunächst auf dessen Beschreibung. Mit Hilfe der Modellierung unter Einbeziehung der fünf Denkansätze wurde es erst möglich, ein Abbild des realen Systems unter verschiedenen Blickwinkeln (abstrahierter Ausschnitt der Realität) zu betrachten. Die verschiedenen Analysen, Konzeptionen und gestalterischen Maßnahmen bekamen also durch die Berücksichtigung dieser sehr unterschiedlichen Denkansätze eine große empirische und praxeologische Relevanz.

4.2 Grundprinzipien der Modellierung soziotechnischer Systeme

Die vorangegangenen Kapitel haben deutlich gemacht, daß die Entwicklung aussagekräftiger Modelle eine wesentliche Grundlage für die Gestaltung der Produktion darstellt. Aus diesem Grund stellt der hier entwickelte Ansatz die Modelle und ihre Erstellung (Modellierung) in den Mittelpunkt der Konzeption. Modelle sind dabei nicht nur reine Abbildungen von Ergebnissen oder Sachverhalten, sondern begleiten den gesamten Gestaltungsprozeß. Aufgrund dieser zentralen Bedeutung von Modellen ist auch der Prozeß ihrer Entstehung von besonderer Bedeutung.

Unter Modellierung wird allgemein das gestalterische Formen von Objekten im Sinne einer Abbildung ausgewählter Eigenschaften in Modellen verstanden. Als Gestaltungsobjekt dient in dieser Arbeit die Produktion in ihren Ausprägung als soziotechnisches System (s. Kapitel 2.1.7). Die im Rahmen dieser Arbeit gesammelten und entwickelten Grundprinzipien der Modellierung sind sowohl bei der allgemeinen als auch bei der konkreten und unternehmensspezifischen Erstellung von Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodellen zu berücksichtigen. Sie dienen dazu, den Erstellungsprozeß im Sinne von Leitprinzipien zu begleiten und damit den Modellierer in Form einer Checkliste zu unterstützen. Werden diese Prinzipien bei der Modellierung berücksichtigt, verliert der Modellierungsprozeß einen erheblichen Teil seiner Zufälligkeit, die ihm jedoch nie ganz genommen werden kann. Anhang II enthält eine Zusammenstellung der ermittelten Prinzipien. Aus der Beachtung dieser Modellierungsprinzipien ergeben sich verschiedene Anforderungen an eine Konzeption zur modellbasierten Gestaltung der Produktion, die im folgenden Kapitel abgeleitet werden.

4.3 Anforderungen an eine Konzeption zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion

Aus den bisherigen Untersuchungen können die wesentlichen Anforderungen an eine Konzeption zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion abgeleitet werden. In diesem Kapitel erfolgt die Darstellung der Ergebnisse einer umfassenden theoretischen und praktischen Anforderungsanalyse, die im Rahmen der Forschungsarbeiten durchgeführt wurde. Die Anforderungen werden den Kategorien:

- Theoretische Basis der Konzeption,
- Bestandteile der Konzeption aus Sicht der Praxis und
- Anforderungen an die Vorgehensweise bei der Modellierung zugeordnet.

4.3.1 Anforderungen in Bezug auf die theoretische Basis der Konzeption

4.3.1.1 Anforderungen aus der Wahl der Systemtheorie als umfassende Basistheorie

Die Darstellung der grundlegenden Theorien, Philosophien und Denkweisen in ihrer Bedeutung für diese Arbeit in Kapitel 4.1 hat gezeigt, daß die Wissenschaft bereits eine Vielzahl sehr nützlicher Theorien mit einem hohen Grad an Erkenntnisgewinnung entwickelt hat. Diese Erkenntnisse sollen in dieser Arbeit genutzt, kombiniert und ergänzt werden. Um diese Kombination zu erreichen, ist jedoch eine Basistheorie mit integrierendem Charakter erforderlich. Diese Basistheorie stellt die Systemtheorie bereit.

Auch wenn bekannte Werke der Organisationsliteratur die Orientierung am systemtheoretischen Gedankengut fordern sowie deren Vorteile und Notwendigkeit herausstellen, wird zur Beschreibung von organisatorischen Sachverhalten immer wieder auf Standardmittel wie z.B. Stellenbeschreibung, Organigramm, Ablaufplan oder Layout zurückgegriffen. Dieser Rückgriff wird dann meist mit den Vorteilen der anerkannten und übergreifenden Modellvorstellungen der klassischen Organisationsbegriffe begründet, die sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis eingeführt sind und damit ein gemeinsames Verständnis zu fördern scheinen. Unterstützt wird dies auch durch die traditionelle Aufgabenteilung der organisatorisch wirkenden Wissenschaftsdisziplinen (s. **Bild 16**, linker Teil). Die Folgen sind eine fehlende Interdisziplinarität bei der Kombination unterschiedlicher Erkenntnisse auf dem Gebiet der Gestaltung soziotechnischer Systeme, einseitige Betrachtungen, irreführende Darstellungen sowie Probleme bei der Umsetzung und Begründung innovativer Gestaltungsansätze die letztlich immer wieder zu traditionell orientierten Denkmustern und Lösungsvorschlägen führen.

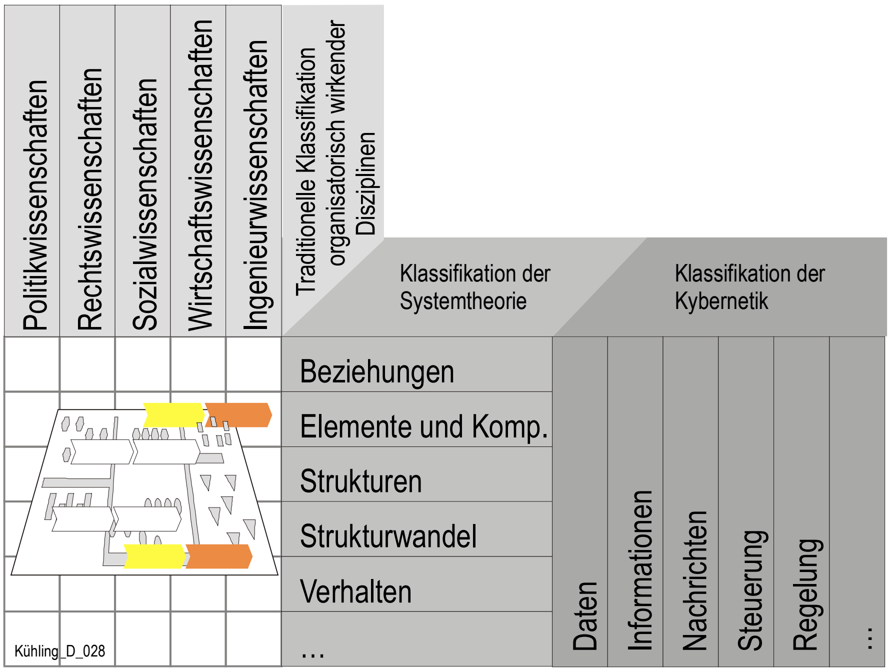


Bild 16: Klassifikation organisatorisch wirkender Wissenschaftsdisziplinen

Die systemtheoretisch-kybernetische Klassifikation (s. **Bild 16**, rechter Teil) versucht bereits seit vielen Jahren dieses Problem zu beheben, indem nach interdisziplinär anerkannten Denk- und Vorgehensweisen gesucht wurde. Aufgrund ihrer Klassifikation des Erkenntnisobjektes weist die Systemtheorie[10] einen stark interdisziplinären Charakter und eine große Beschreibungs- und Erklärungskraft auf, so daß sie als Basistheorie dieser Arbeit angesehen werden kann. Wird die Systemtheorie als Basistheorie gewählt, ergeben sich daraus verschiedene Anforderungen, die im Rahmen der zu entwickelnden Konzeption zu erfüllen sind:

- Konsequente und durchgängige Ableitung der Modelle aus dem systemtheoretischen Gedankengut
- Entwicklung und Darstellung einer allgemeingültigen Grundstruktur soziotechnischer Systeme auf der Basis einer integrierten Betrachtung
- Bereitstellung einer geeigneten Auswahl an Systemelementen und Relationen
- Durchgängige Darstellung eines Beispiels in verschiedenen Sichten und Detaillierungsstufen unter Beachtung der zu integrierenden Theorien

[10] Die Systemtheorie umschließt nach dem hier vertretenen Verständnis auch die Kybernetik

4.3.1.2 Anforderungen durch eine integrierende Berücksichtigung unterschiedlicher organisatorischer Ansätze

Betrachtet man den Akt der Gestaltung soziotechnischer Systeme im Sinne von Kapitel 2.1.7, so wird deutlich, daß bereits durch dieses Verständnis des Gestaltungsbegriffs eine Einschränkung der zu berücksichtigenden organisatorischen Philosophien und Betrachtungsweisen erfolgt ist. Diese Einschränkung ist jedoch lediglich durch den in dieser Arbeit betrachteten Realitätsausschnitt (Betrachtungsgegenstand) begründet und nicht durch eine offensive Ablehnung anderer Betrachtungsweisen. Aus diesem Grund werden z.B. psychologische und soziologische Ansätze nicht behandelt, ihre Bedeutung für die praktische und theoretische Organisationsarbeit jedoch grundsätzlich anerkannt. Auch wenn aufgrund des Betrachtungsgegenstandes eine Einschränkung der Betrachtungsweisen erfolgt, wird innerhalb dieses eingeschränkten Betrachtungsfeldes ein „Betrachtungspluralismus“ gefordert. Dies bedeutet, daß die zu entwickelnde Konzeption im Rahmen des Betrachtungsfeldes unterschiedliche Philosophien und Betrachtungsweisen zulassen, unterstützen und integrieren muß. So müssen in dieser Arbeit z.B.:

- mechanistische,
- technische,
- logistische,
- konstruktivistische,
- wirtschaftliche,
- soziale,
- evolutorische und
- unternehmenskulturelle

Ansätze gleichberechtigt betrachtet werden. Dabei soll versucht werden, durch eine Kombination der einzelnen Ansätze die verschiedenen, in der Literatur dokumentierten Nachteile einzelner Ansätze zu vermeiden. Darüber hinaus werden die einzelnen Ansätze jeweils um einige Aspekte und meist von „außen“ eingebrachte Interpretationen reduziert.

Geht man davon aus, daß sich seit geraumer Zeit ein Paradigmawechsel in der Organisation der Produktion vollzieht und spiegelt dies an dem Vorhandensein verschiedener Strukturierungsansätze (Segmentierung, Gruppentechnologie, Fraktale) und dem Nichtvorhandensein einer wissenschaftlich fundierten Klarheit über die Zusammenhänge zwischen Zielen, Randbedingungen, Zwängen, Wandelansätzen, Reorganisationsmethoden und den o.g. Strukturierungsansätzen, so soll die hier zu entwickelnde Konzeption durch eine integrierende Berücksichtigung unterschiedlicher organisatorischer Ansätze einen weiterführenden Beitrag zur Entwicklung einer höheren Klarheit über die o.g. Zusammenhänge leisten, ohne den Anspruch einer Vollständigkeit zu erheben.

4.3.2 Anforderungen an die Bestandteile der Konzeption aus Sicht der Praxisrelevanz

In der Literatur dokumentierte Methoden weisen folgende Eigenschaften auf, die ihre Einsetzbarkeit in der Praxis einschränken:

- Konzentration auf bzw. Eignung für einen oder wenige organisatorische Sachverhalte und Aspekte (z.B. GPO-Tools).
- Ausrichtung auf ein bestimmtes organisatorisches Ergebnis bzw. Organisationskonzept (z.B. Segmentierung).
- Ausrichtung auf ein Fachgebiet, ohne Konsequenzen für Abhängigkeiten zu und Integrationsmöglichkeiten mit anderen Fachgebieten zu berücksichtigen (z.B. soziologische Organisationsentwicklung).
- Verwendung von Grund- oder Idealmodellen, die an der organisatorischen Wirklichkeit vorbeigehen (z.B. Bürokratiemodell oder Linienorganisation).
- Fehlendes Angebot von direkt oder durch einfache Anpassung verwendbaren Bausteinen oder Referenzmodellen

Damit eine Gestaltungsmethode in der Praxis effektiv einsetzbar ist, sollte dem Anwender folgendes Angebot zur Verfügung gestellt werden:

- Eine breit gefächerte Palette organisatorischer Sichtweisen sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten. Dadurch findet auch die Komplexität organisatorischer Fragestellungen Berücksichtigung, kann jedoch bei Bedarf auf einen Aspekt fokussiert werden, ohne den Gesamtzusammenhang zu verlieren.
- Berücksichtigung der statischen und dynamischen Eigenschaften von Systemen.
- Weiterentwicklung der organisatorischen Lösungen zu direkt oder durch einfache Anpassung verwendbaren Bausteinen oder Referenzmodellen, die auf einer einheitlichen Modellvorstellung der Produktion basieren.
- Anpaßbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Komponenten und Bausteine.
- Methoden und Hinweise zur Anpassung vorhandener oder Entwicklung unternehmensspezifischer Bausteine oder Referenzmodelle.
- Leitlinie durch wissenschaftlich abgesicherten Rahmen.
- Spezifizierbarkeit der Modell- und Methodenbausteine auf Umstände und Sachverhalte.
- Abstimmung von Modell- und Methodenbausteinen.
- Möglichkeit zur „Integration“ anderer, etablierter Methoden und Modelle.

Auch wenn die einzelnen Sichten, Komponenten und Bausteine jeweils für sich betrachtet Referenz- oder Rezeptcharakter haben, ist ihre Gesamtheit eher als eine Art Angebot zu verstehen. Dies bedeutet, daß die Gesamtheit der Bestandteile und damit auch die Gesamtmethode in Form eines „Selbstbedienungsladens“ aufgebaut sein muß, die einzelnen Bestandteile jedoch als Referenz oder Rezept zu dokumentieren sind. Dies ist nicht zuletzt deshalb notwendig, weil ihre Auswahl und Prüfung immer im Hinblick auf ihre spezifische Bedeutung für die konkrete Organisation erfolgen muß.

Daraus läßt sich die Anforderung ableiten, nicht zu versuchen eine allgemeingültige, allumfassende Methode zu entwickeln, sondern eine Vorgehensweise anzubieten, welche die Organisation in die Lage versetzt, selbständig unternehmensspezifische Methodenbausteine auf der Basis der entwickelten Konzeption zu generieren. Eine praxisrelevante Gestaltungsmethode muß daneben auch geeigneten Mitteln zur Gestaltung von Strukturen sowie Hinweise für die Entwicklung neuer Zielvorstellungen und deren Umsetzung in organisatorische Tatbestände liefern, wenn sie nicht unkritisch bestehende reale Strukturen sowie theoretische Managementrichtlinien und –philosophien als unumstößlich hinnehmen will.

Betrachtet man den seit Jahren starken Trend der Unternehmen hin zu „integrierten Systemen (wie z.B. SAP oder BAAN)“, so wird der Wunsch der Unternehmen nach einer Beherrschbarkeit der Komplexität durch Funktions- und Informationsintegration sichtbar. Dabei steht der Glaube im Vordergrund, die Abbildung der Unternehmenskomplexität in einem EDV-System ermögliche die Beherrschung der Unternehmenskomplexität, ohne daß sich die Führung bzw. die Organisatoren ständig mit ihr auseinandersetzen müssen. Es wird z.T. sogar die Meinung vertreten, daß ein komplexes DV-System von der Notwendigkeit befreit, die Unternehmenskomplexität verstehen und gestalten zu lernen. Die Folgen sind:

- Zusätzliche Komplexität durch Systemkomplexität;
- Abhängigkeit der Organisation vom System;
- Unverständnis der Organisation und der Prozesse, die im System ablaufen;
- Handlungs-, Gestaltungs- und Beurteilungsunfähigkeit;
- Resignation und Kapitulation bereits kurze Zeit nach der Systemeinführung.

Gestalter müssen auch heute trotz vielfältiger Unterstützung durch integrierte Systeme, Datenmanagementsysteme, Dokumentenmanagementsysteme, Workflowsysteme, Managementinformationssysteme, Expertensysteme etc. die organisatorischen Zusammenhänge in ihrer Vielgestaltigkeit und Komplexität verstehen und gestalten lernen. Wichtig ist deshalb die aufbereitete Bereitstellung einer Systematik, die ein ganzheitliches und systematisiertes Grundverständnis für Zusammenhänge, Einflüsse, Abhängigkeiten, Strukturen, Störungen, Entwicklungen etc. transparent vermittelt. Es ist die Aufgabe der Wissenschaft, Entwicklungen, wie sie derzeit z.B. durch SAP getragen werden, kritisch zu hinterfragen, Erklärungsmodelle anzubieten und auf der Metaebene Ansätze zu reflektieren und gegebenenfalls als grundlegende Ansätze zu dokumentieren bzw. weiter zu entwickeln.

In Zeiten zunehmender Komplexität der zu gestaltenden Systeme und einer steigenden Anzahl von Aspekten und Konzepten wird die Wissensakquisition und -speicherung zu einer aufwendigen und erfolgsrelevanten Aufgabe des Gestalters. Die Sammlung, Aufbereitung, Verallgemeinerung, Darstellung und der Zugriff, sowie die Akquisition des Wissens ist aber gleichzeitig auch die eigentliche Schwierigkeit bei der Formulierung geeigneten Wissens bzw. geeigneter Methoden und Methodenbausteine. Dies liegt vor allem darin begründet, daß Wissen, insbesondere das Erfahrungswissen menschlicher Experten, nicht in expliziter Form zur Verfügung steht, sondern erst bewußt gemacht und für die Dokumentation und Einsetzbarkeit aufbereitet und katalogisiert werden muß. Dies führt zu der Sichtweise, daß die Wissensakquisition nicht mehr als Wissenstransfer, sondern als ein kreativer Prozeß der Wissenskonstruktion oder Wissensmodellierung betrachtet werden muß (vgl. dazu z.B. /MOSE93/). Eine praxisrelevante Methode zur Gestaltung soziotechnischer Systeme muß demnach gleichzeitig auch immer eine geeignete Methode zur Sammlung, Speicherung, Darstellung und Bereitstellung des umfangreichen allgemeinen und unternehmensspezifischen Organisationswissens beinhalten. Dies kann mit Hilfe von Modellen erfolgen.

Die Notwendigkeit anschaulicher Modelle wird insbesondere auch dadurch deutlich, daß externe Berater organisatorische Maßnahmen meist nur als Konzept ausarbeiten, eine entsprechende Umsetzung jedoch nur anregen und allenfalls begleiten können. Die konkrete Umsetzung ist Aufgabe des jeweiligen Systems. In den letzten Jahren ist die Personalausstattung im indirekten Bereich von Unternehmen stark gesunken. Dies hat unter anderem dazu geführt, daß in vielen kleinen und mittleren Unternehmern die Position eines Gestalters ganz oder teilweise gestrichen wurde. Dadurch ist das einst umfangreiche Methoden- und Konzeptwissen vielfach verloren gegangen. Darüber hinaus haben die Mitarbeiter in den Unternehmen häufig aufgrund ihrer Einbindung in das laufende Tagesgeschäft keine Zeit für gestalterische Aufgaben. Für die beratenen Unternehmen entsteht dadurch die Situation, weder Reorganisationsbedarf kompetent erkennen, noch eine von externen Beratern durchgeführte Reorganisation kompetent begleiten oder beurteilen zu können. Diesen Mißstand soll die hier zu entwickelnde Konzeption beseitigen helfen, indem sie in geeigneter Form internen Gestaltern organisatorisches Basiswissen, Techniken, Methodenbausteine, und beispielhafte Modelle anbietet. Interne Gestalter können damit bereits nach sehr kurzer Einarbeitungszeit nicht nur Reorganisationsbedarfe erkennen und externe Aktivitäten begleiten und überprüfen, sondern auch selbständig verschiedene Maßnahmen durchführen.

Die zu entwickelnden Dokumentationsmethoden und Modelle sollen den Bogenschlag „von der Vision zur Realität“ durch eine kontinuierliche Konkretisierung und Detaillierung ermöglichen, die sich den Fähigkeiten und dem ausgewählten Arbeitspensum des Gestalters anpassen. Dies stellt eine Anforderung dar, die in der Praxis von zentraler Bedeutung ist. Für den Gestalter wird es dadurch möglich, sich neben seinem Tagesgeschäft Schritt für Schritt neue Konzepte zu erarbeiten, ohne befürchten zu müssen, durch Unterbrechung der Organisationstätigkeit den Faden oder bereits erarbeitete gute Ideen oder Ansätze zu verlieren. Durch eine der Puzzlemethode ähnliche Vorgehensweise entsteht Schritt für Schritt (die Geschwindigkeiten, die Wahl der „Kristalisationspunkte“ und der Detaillierungsgrad werden vom Anwender bestimmt) ein vollständiges Bild der neuen Organisation.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der bei der Entwicklung der Konzeption nicht vernachlässigt werden darf, ist die Darstellung der Ergebnisse der gestalterischen Maßnahmen. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Aspekte mit verschiedenen Darstellungstechniken zu dokumentieren und den Adressaten zu präsentieren, damit sie verstehen lernen wie ihr Beitrag zur Zielerreichung des Unternehmens aussieht. Darüber hinaus versetzen organisatorische Maßnahmen die involvierten Menschen in ein Stadium der Ungewißheit, lösen Befürchtungen und damit oft Widerstand gegen die geplanten Neuerungen aus. Gelingt es nicht, diesen Widerstand abzubauen und in positive Kooperation umzuwandeln, wird der Erfolg auch noch so gut durchdachter Reorganisationsprojekte gefährdet. Darüber hinaus sind formale Strukturänderungen solange von begrenztem Nutzen, wie sie nicht durch die Organisationsmitglieder akzeptiert werden. Eine Methode zur Gestaltung der Produktion muß demnach die Beteiligung der Betroffenen ermöglichen, ja sogar verlangen, um zu erfolgreichen Konzeptionen zu gelangen. Da die Betroffenen i.d.R. keine Experten sind, besteht die Gefahr, daß unüberschaubare, zeitlich langfristig angelegte und in ihrer Wirkung offene Maßnahmen insgesamt nicht verstanden, methodisch nicht beherrscht und mental nicht getragen werden. Eine Methode zur Gestaltung der Produktion, die auf Beteiligung der Betroffenen setzt, muß dieser Erkenntnis dadurch Rechnung tragen, daß sie:

- eine partiale Beteiligung nur dort vorsieht, wo es erforderlich ist,
- eine hohe Anschaulichkeit (z.B. durch einfache Darstellungen und Beispiele) aufweist,
- eine angemessene Detaillierbarkeit und
- eine fallspezifische Strukturierung des Problembereiches ermöglicht.

Die bisherigen Ausführungen haben bereits deutlich gemacht, daß dieser Arbeit die Ansicht zugrunde liegt, daß alle gestalterischen Maßnahmen letztlich helfen sollen, die Funktionsfähigkeit der Systeme zu verbessern. Sie sollen also dem System ermöglichen, seine existentiellen Bedingungen zu erkennen, seine Ziele zu definieren und seine Aufgaben optimal zu erfüllen. In der Praxis ist in vielen Fällen nicht von vornherein klar, welches die wahren Ursachen mangelnder Funktionsfähigkeit sind und durch welche gestalterischen Maßnahmen eine Verbesserung des Zustandes erreicht werden kann. Die Konzeption muß demnach bei der Diagnose und der Ableitung der Maßnahmen unterstützen.

Organisatorische Problemlösungen berühren in den seltensten Fällen nur eine organisatorische Dimension. Die organisatorischen Dimensionen hängen miteinander zusammen und müssen gewissermaßen gleichzeitig betrachtet werden. Dies überfordert i.d.R. die kognitiven Fähigkeiten eines Gestalters, so daß er durch die Methode bei der Berücksichtigung der Zusammenhänge (z.B. in Form von Sichten) unterstützt werden muß.

4.3.3 Anforderungen an die Vorgehensweise bei der Gestaltung

Die zu entwickelnde Konzeption muß neben einem Angebot an Gestaltungsmodellen auch eine Reihenfolge der zu ergreifenden Arbeitsschritte bei der Gestaltung der Produktion vorschlagen. Folgende Schritte sollten durch die Vorgehensweise beschrieben werden:

- Analyse der gestalterischen Problem- bzw. Aufgabenstellung,
- Festlegung der Gestaltungsziele,
- Konzeption der Prozesse und Strukturen,
- Dokumentation in transparenten Modellen und
- Bewertung der Ergebnisse und dadurch Unterstützung von Entscheidungen.

Darüber hinaus muß die Vorgehensweise folgende Anforderungen berücksichtigen:

- Die Methode sollte die Möglichkeit zu einer hierarchischen Gestaltung mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad bieten.

- Die Methode muß aufzeigen, wie man von der Gestaltung der Einzelelemente über deren Verbindung zu Teil- und Subsystemen zu einem Gesamtsystem kommt.
- Die angebotenen Gestaltungsmodelle und die methodische Vorgehensweise zur Gestaltung der Produktion müssen dabei aufeinander abgestimmt sein, so daß einerseits für jeden Schritt entsprechende Bausteine vorhanden sind und andererseits nur solche Bausteine entwickelt werden, die methodisch begründet sind.
- Die Methode soll bei der Bewertung nicht eine Unterscheidung in gut oder schlecht vornehmen, sondern die Bestimmung des Soll-Zustandes einer organisatorischen Lösung in Abhängigkeit von der Arbeitssituationen, der Systemumwelt und internen Bedingungen (Mitarbeiter, Mitarbeiterziele, Unternehmensziele, Restriktionen) ermöglichen sowie mögliche Alternativen zur Verbesserung des Zustandes anbieten.

Nach KIESER (/KIES83a/, S. 139) entscheiden sich Gestalter nicht immer bewußt für die organisatorische Alternative, die ihren jeweiligen Zwecken und Meinungen am besten entspricht, sondern richten sich häufig nach Traditionen und Modetrends. Auch wenn in den meisten Traditionen bestimmte Problemlösungsansätze enthalten sind, entziehen sie sich der Wahrnehmung der Anwender, da sie oft nicht mehr rekonstruierbar sind. Die Folge sind unreflektiert übernommene Lösungen und ein fehlendes Bewußtsein für die tatsächlich getroffenen Maßnahmen und deren Auswirkungen im Gesamtzusammenhang der Organisation. Hier muß die Methode eine entscheidende Grundlage für eine kritische Betrachtung des Ist-Zustandes und eine unter ganzheitlichen Gesichtspunkten zu treffende Alternativenauswahl anbieten. Dies führt dazu, daß sie neben der reinen Beschreibung auch Erklärungen und Entscheidungshilfen anbieten muß.

Darüber hinaus muß die Methode ein problemorientiertes Vorgehen ermöglichen, erfindungs- und erkenntnisfördernd sein, mit Begriffen, Methoden und Erkenntnissen anderer Disziplinen verträglich sein, Lösungen nicht zufallsbedingt erzeugen, Lösungen auf verwandte Probleme leicht übertragbar machen, leicht verständlich und erlernbar sein, das Arbeiten in Gestaltungsteams unterstützen und Leitlinien für den Projektleiter anbieten.

4.3.4 Bewertung der Anforderungen an eine Konzeption zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion

Die vorangegangenen Aussagen zeigen, daß die Anforderungen an die zu entwickelnde Konzeption sehr vielfältig und bereits einzeln betrachtet sehr umfangreich sind bzw. ihre Erfüllung sehr umfangreiche Aktivitäten erfordert. Da bereits die Ermittlung dieser Anforderungen umfangreiche Analysen und ein detailliertes Fachwissen sowie ein breit angelegtes Problembewußtsein erfordert, liegt die Vermutung nahe, daß damit bereits ein wesentlicher Erkenntnisgewinn erreicht wurde, und die Erfüllung dieser Anforderungen späteren Wissenschaftlergenerationen überlassen werden kann. Diese häufig anzutreffende Einstellung wird hier nicht geteilt. Die in den folgenden Kapiteln entwickelte Konzeption stellt vielmehr den Versuch dar, die gesammelten Anforderungen in ihrer Gesamtheit gleichberechtigt zu behandeln und möglichst umfangreich zu erfüllen. Die erarbeitete Anforderungssammlung stellt jedoch bereits für sich betrachtet ein wichtiges wissenschaftliches Ergebnis dar, das nicht nur in dieser Arbeit zur Überprüfung der Tauglichkeit der entwickelten Konzeption, sondern auch von späteren Generationen genutzt werden kann, auf dieser Basis bessere Methoden zu entwickeln. Dem Autor ist bewußt, daß das in diesen Anforderungen umrissene Arbeitsprogramm nicht vollständig in dieser Arbeit erfüllt werden kann. Dennoch soll die vorgestellte Konzeption die gestellten Anforderungen berücksichtigen, um nicht bereits bei der ersten Formulierung der Konzeption späteren Generationen den Weg zur Erweiterung zu versperren. Damit wird auch gleichzeitig die Hoffnung verbunden, daß die in dieser Arbeit entwickelte Basis weiterentwickelt und modifiziert wird.

5 Modellierung soziotechnischer Systeme

Gemäß der Anforderungen, die im Kapitel 4.3 abgeleitet wurden, umfaßt die Konzeption mit den Gestaltungsmodellen und der Gestaltungsmethode zwei Hauptbestandteile, die aufeinander abgestimmt sein müssen. In diesem Kapitel werden zunächst die Grundsätze der modellbasierten Gestaltung, die entwickelten Modelle sowie die Umgebung zu ihrer Erstellung und Verwaltung behandelt. Die Vorgehensweise zur Gestaltung der Produktion ist Bestandteil von Kapitel 6.

5.1 Grundlagen der modellbasierten Gestaltung der Produktion

Nachdem in der Organisationslehre lange Zeit die Betrachtung der Aufbauorganisation dominiert hat, sind in den letzten Jahren durch Begriffe wie „Business Process Engineering“ oder „Geschäftsprozeßoptimierung“ (vgl. /GAIT83/; /EVER94/; /NIPP96/) Fragen der Ablauforganisation in den Mittelpunkt der organisatorischen Gestaltung gerückt. Durch diesen Ausschlag von einem Extrem ins andere stellten die entwickelten Modelle die Prozeßorientierung so stark in den Vordergrund, daß aufbauorganisatorische Fragen oft unberücksichtigt blieben. Aufbau- und Ablauforganisation sind jedoch eng miteinander verbunden. In der jüngsten Vergangenheit hat man deshalb umfassender berücksichtigt, daß nur eine gemeinsame und gleichberechtigte Betrachtung aufbau- und ablauforganisatorischer Aspekte zu aussagekräftigen Modellen führt. Im Zusammenhang mit der Gestaltung soziotechnischer Systeme steht dabei das systemische Denken im Vordergrund. Nach den Grundsätzen des systemischen Denkens (s. Kapitel 4.1.1) sind dabei weder Prozesse, noch Strukturen allein als Systeme aufzufassen. Systeme sind vielmehr Ganzheiten verschiedener Bestandteile, in denen Prozesse stattfinden und in denen sich unterschiedliche Strukturen erkennen lassen. Die Modelle, die bei der modellbasierten Gestaltung soziotechnischer Systeme zum Einsatz kommen müssen diesem Ansatz gerecht werden, indem sie eine gleichberechtigte Kombination statischer und dynamischer Aspekte abbilden.

5.1.1 Das Prozeßkettenmodell als Ausgangsbasis

Das Prozeßkettenmodell wurde bereits im Kapitel 3.4.3 angesprochen (s. dazu auch /KUHN95a/). Ein Vergleich mit den Grundsätzen des systemischen Denkens aus Kapitel 4.1.1 macht deutlich, daß das Prozeßkettenmodell bereits eine gute Ausgangsbasis für die Modellierung soziotechnischer Systeme liefert. Im **Bild 17** sind die in der Literatur (vgl. z.B. /KLÖP91/, /KUHN95a/, /BECK96/, /WINZ97/) bereits umfangreich dokumentierten Modellierungsmöglichkeiten des Prozeßkettenmodells zusammenfassend skizziert. Das Prozeßkettenmodell unterscheidet mit den Prozessen, den Ressourcen und den temporären Objekten, die über die Quellen und Senken zu- bzw. abfließen bereits die wesentlichen Komponenten soziotechnischer Systeme im Sinne dieser Arbeit. Gleichzeitig bietet das Prozeßkettenmodell die Möglichkeit zur Abbildung der Strukturen, die diese Komponenten aufweisen. Die (kybernetische) Regelung und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten und Systeme wird in der Lenkung modelliert.

Betrachtet man **Bild 17** näher, so fällt auf, das in der bisherigen Dokumentation der Modellierungsmöglichkeiten die dynamischen Eigenschaften eines soziotechnischen Systems im Vordergrund standen. Dazu zählen alle Eigenschaften,

- die sich auf das Systemverhalten beziehen (z.B. Reaktion auf Systemlaständerungen),
- die direkt mit dem Zeitverlauf zusammenhängen (z.B. Durchlaufzeiten, Prozeßkosten),
- die zeitlich-logische Strukturen beschreiben (z.B. Prozesse, Prozeßstrukturen),
- die sich auf kybernetische Zusammenhänge beziehen (z.B. Regelkreise) und
- Eigenschaften, die mit den Veränderungen des Systems im Zeitverlauf verbunden sind (z.B. Lernfähigkeit, Lebenszyklus, Alterung).

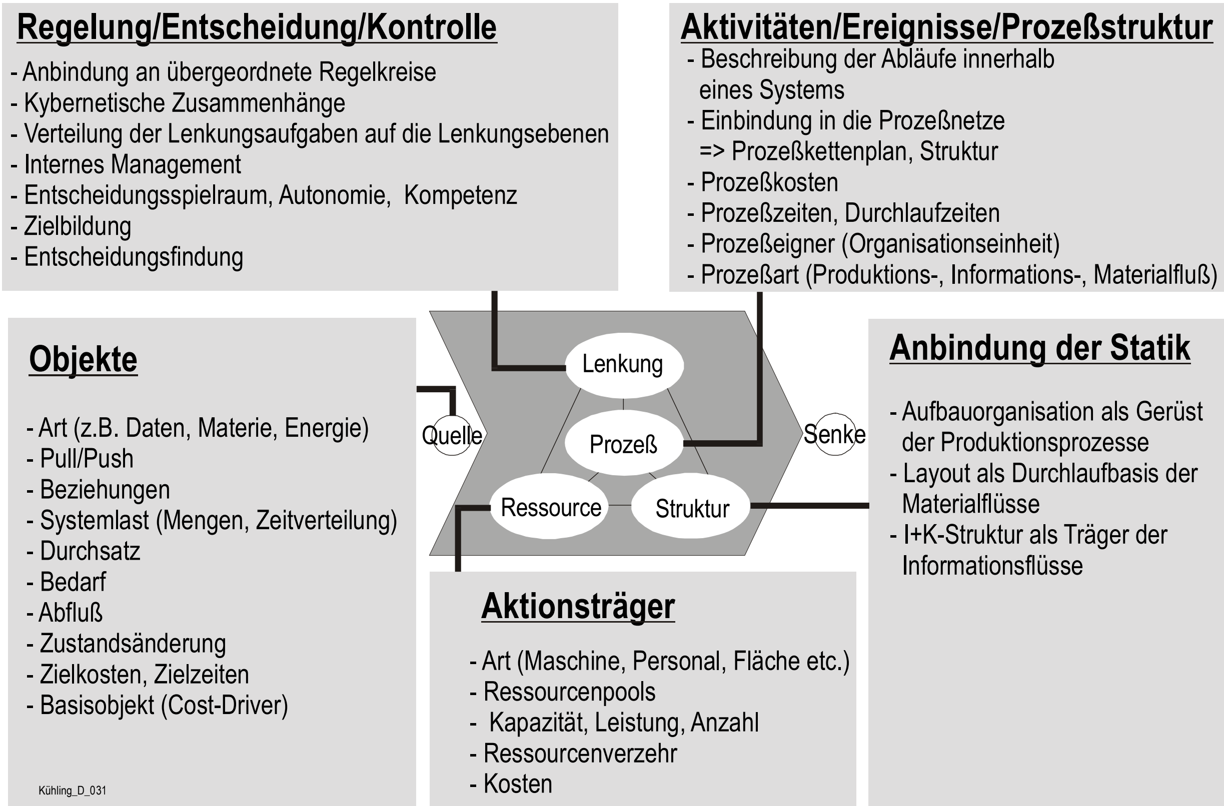


Bild 17: Beschreibung dynamischer Eigenschaften soziotechnischer Systeme mit Hilfe des Prozeßkettenmodells

Auch wenn das Prozeßkettenmodell selbst eine statische Darstellung der zeitlichen Ordnung eines Systems darstellt, legt es bereits die wesentlichen dynamischen Grundperspektiven offen (vgl. /BECK96/, S. 176).

5.1.2 Ergänzung durch weitere Grundsätze des systemischen Denkens

Das Prozeßkettenmodell liefert auch eine ideale Basis für die Modellierung der Betrachtungs- und Hierarchieebenen sowie der Betrachtungskonzepte, die als Ergänzung aus den theoretischen Grundlagen soziotechnischer Systeme (s. Kapitel 4.1.1.3 bis 4.1.1.5) übernommen werden können. Durch diese Ergänzung wird deutlicher erkennbar, daß soziotechnische Systeme sowohl dynamische als auch statische Eigenschaften aufweisen, die sich auf den verschiedenen Dekompositionsstufen eines Systems in jeweils drei Teilsystemen (s. **Bild 18**) wiederfinden. Im Gegensatz zu den dynamischen Eigenschaften sind statische Eigenschaften soziotechnischer Systeme Eigenschaften, welche

- die Art der zu betrachtenden Systemelemente festlegen (z.B. Teilsysteme, Komponenten, Bestandteile, Relationen),
- die Strukturen des gesamten Systems betreffen (z.B. Aufbaustruktur, Ablaufstruktur, Anordnungsbeziehungen, Sozialstruktur, Infrastruktur),
- sich auf die Strukturen einzelner Systembestandteile beziehen (z.B. Auftragsstruktur, Kundenstruktur, Betriebsmittelstruktur, Mitarbeiterstruktur oder Produktstruktur),
- sich auf die im Betrieb kurzfristig unveränderlichen Aspekte **des gesamten Systems** beziehen (z.B. Bezeichnung, Zugehörigkeit, Zuständigkeit, Bestandteile) und
- sich auf die im Betrieb kurzfristig unveränderlichen Aspekte **der einzelnen Bestandteile** eines Systems beziehen (z.B. Bezeichnung, Kapazität, Anzahl).

Zur Abbildung dieser Eigenschaften wurde eine spezielle Darstellung für die systematische Modellierung soziotechnischer Systeme entwickelt, die sich sowohl auf vorhandene und in der Literatur dokumentierte Modelle des soziotechnischen Systems (s. Kapitel 4.1.1) als auch auf Erfahrungen aus der Praxis abstützt. Diese Darstellung besteht aus einer 3x3-Matrix, welche die relevanten Bestandteile soziotechnischer Systeme horizontal in drei Teilsysteme und vertikal in drei Komponenten unterteilt. Aufgrund dieser Aufteilung können ergänzend zu den Modellierungsmöglichkeiten des Prozeßkettenmodells insbesondere die statischen Eigenschaften soziotechnischer Systeme deutlicher herausgearbeitet werden. **Bild 18** zeigt die dadurch entstehenden Modellierungsmöglichkeiten statischer Eigenschaften, eingeteilt in drei Eigenschaftsbereiche.

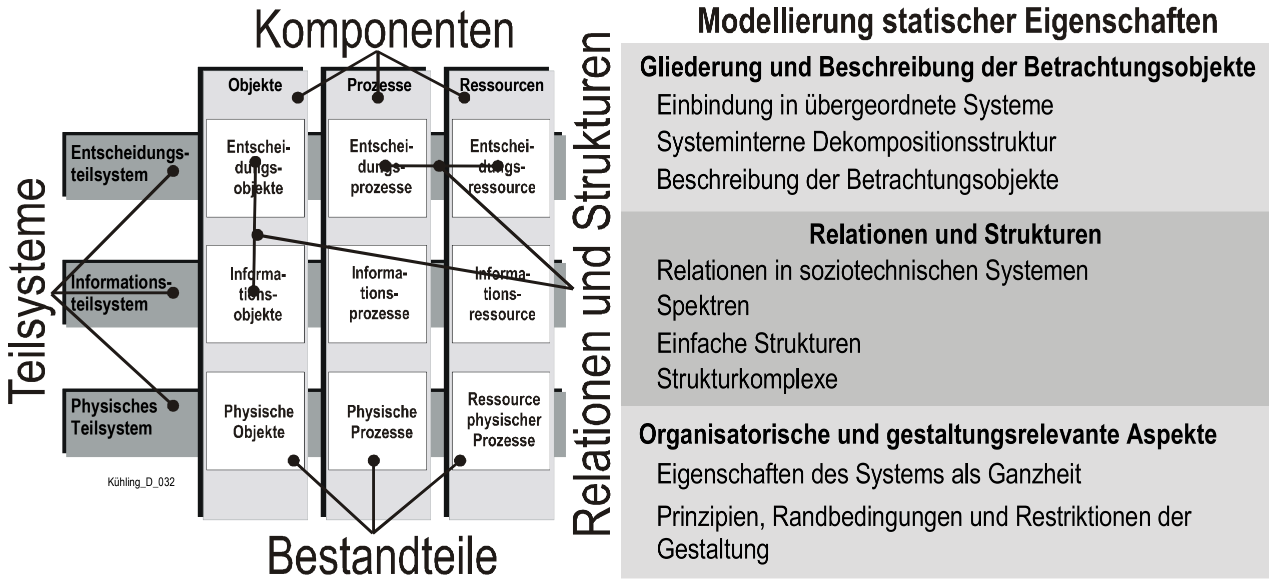


Bild 18: Modellierungsmöglichkeiten statischer Eigenschaften

Die **Gliederung soziotechnischer Systeme** wird zunächst durch die Betrachtungsebenen (vgl. dazu Kapitel 4.1.1.3) „Umgebungsorientierung“ und „Wirkungsorientierung“ (zur Einbindung des Systems in übergeordnete Systeme) sowie „Strukturorientierung“, „Teilsystemorientierung“, „Komponentenorientierung“ und „Bestandteilorientierung“ vorgegeben. Der Ansatz der hierarchischen, strukturierten Dekomposition im systemischen Denken (vgl. dazu Kapitel 4.1.1.4) ermöglicht darüber hinaus die Abbildung der Gliederung eines Systems in Subsysteme sowie die Abbildung der systeminternen Dekompositionsstruktur. Die **Beschreibung der Betrachtungsobjekte** ermöglicht die Dokumentation der artspezifischen Eigenschaften eines Betrachtungsobjektes auf einer beliebigen Dekompositionsebene.

Für die organisatorische Gestaltung soziotechnischer Systeme reicht die Betrachtung der Gliederung und die reine Beschreibung der Betrachtungsobjekte jedoch noch nicht aus. Zusätzlich zur Modellierung der Gliederung werden deshalb weitere Modellierungsmöglichkeiten für die **Abbildung struktureller Eigenschaften** soziotechnischer Systeme benötigt. Abgebildet werden hier Relationen, Spektren und Strukturen.

Um dem Gestalter zusätzlich die Modellierung umfassender **organisatorischer und gestalterischer Aspekte** zu ermöglichen, besteht im dritten Eigenschaftsbereich die Möglichkeit, Eigenschaften des Systems als Ganzheit sowie Prinzipien, Restriktionen und Randbedingungen des Systems in bezug auf seine Gestaltung zu modellieren.

In den folgenden Kapiteln sollen die ergänzten Modellierungsmöglichkeiten aus **Bild 18** näher vorgestellt werden, ohne dabei jedoch bereits auf die entwickelten Modelle und Modellbausteine einzugehen.

5.1.2.1 Modellierung der Gliederung und allgemeine Beschreibung der artspezifischen Eigenschaften soziotechnischer Systeme

Unter aufbau- und zusammensetzungsbezogenen Aspekten können jeweils Systeme, Subsysteme, Teilsysteme, Komponenten oder Bestandteile[11] auf jeder beliebigen Detaillierungsebene nach der im **Bild 19** dargestellten Systematik modelliert werden. Durch die Modellierung der Eigenschaften in den vier dargestellten Eigenschaftsfeldern werden sowohl die jeweilige Einbindung und innere Dekompositionsstruktur als auch die artspezifischen Eigenschaften des modellierten Betrachtungsobjektes deutlich.

Bild 19: Modellierungsumfang bei der Modellierung des Systemaufbaus

- **Art/Bezeichnung/Identifikation:** Die Art eines Dekompositionselementes bestimmt im wesentlichen seine Position im soziotechnischen System. Die Bezeichnung und Identifikation dienen der Unterscheidung der einzelnen Dekompositionselemente und der Zuordnung zu einem System bzw. Supersystem. Dabei werden sie jedoch nicht nur in „Gesamtsystem", „Subsystem", „Teilsystem", „Komponente" und „Bestandteil" unterschieden, sondern jedes einzelne Dekompositionselement eines Systems, Subsystems oder Supersystems kann genau identifiziert werden.
- **Zugehörigkeit des Dekompositionselementes zu übergeordneten bzw. umfassenderen Systemen (Supersystemzugehörigkeit):** Diese Eigenschaft beschreibt die Zugehörigkeit des Dekompositionselementes zu einem übergeordneten bzw. umfassenderen System (Supersystemzugehörigkeit) und fügt es damit in einen übergeordneten Zusammenhang ein. Durch die Modellierung der Eigenschaften in diesem Eigenschaftsfeld kann der Gestalter einerseits überprüfen, ob alle Bestandteile eines Gestaltungsumfangs organisatorisch zugeordnet wurden. Andererseits ist es auch möglich, Mehrfachverplanungen oder „Dekompositionselementebedarfe" festzustellen.
- **Auflösung in untergeordnete Bestandteile:** Dieses Eigenschaftsfeld dient der Darstellung der systeminternen Dekompositionsstruktur. Hier werden alle Bestandteile eines Systems auf der nächst tieferen Dekompositionsstufe gesammelt. Diese Sammlung kann dem Gestalter z.B. zur Ermittlung von Auflösungsmöglichkeiten oder zur Überprüfung der Vollständigkeit dienen.
- **Allgemeine verbale und grafische Beschreibung der artspezifischen Eigenschaften:** Da der relevante Beschreibungsumfang je nach Art des Dekompositionselementes variiert, kann an dieser Stelle keine allgemeingültige Aussage über den sinnvollen Modellierungsumfang gemacht

[11] Zusammenfassend werden sie in dieser Arbeit auch als Dekompositionselemente bezeichnet.

werden. Das Eigenschaftsfeld „Verbale und grafische Beschreibung“ ermöglicht es jedoch dem Gestalter, den spezifischen Beschreibungsumfang artspezifisch für das jeweils betrachtete Dekompositionselement selbst festzulegen. Eine verbale Beschreibung ist dabei meist der erste Schritt der Modellierung. Sie sollte jedoch nach Möglichkeit durch grafische Darstellungen unterstützt werden, denn diese sind meist eingängiger und konkreter.

5.1.2.2 Modellierung der Relationen und Strukturen

Es liegt in der Natur des Systemcharakters, daß einerseits die Elemente eines Systems und andererseits die Systeme untereinander nicht isoliert nebeneinander stehen, sondern in vielfältigen Relationen zusammenwirken. Die Bedeutung der Relationen ergibt sich dabei nicht nur aus der Tatsache, daß ein Austausch von Energie, Daten oder Materie zwischen den Bestandteilen stattfindet, sondern auch aufgrund der Tatsache, daß Relationen z.B. den physischen, logischen, organisatorischen oder mentalen Zusammenhalt eines Systems sicherstellen. Die Beschreibung eines Systems ist daher unvollständig, wenn sie die zwischen den Elementen und den Systemen bestehenden Relationen und Strukturen nicht mit einschließt (vgl. /LAZA61/).

Die Strukturen von Organisationen nahmen in der Vergangenheit eine dominierende Stellung in der Organisationstheorie ein (vgl. /KOSI65/ und /KIES83a/). In der traditionellen betriebswirtschaftlichen Organisationslehre hat stets die Organisationsstruktur die zentrale Rolle gespielt und zwar in der Zweiteilung von Zustands- bzw. Beziehungsstrukturen (Aufbauorganisation) und Prozeßstrukturen (Ablauforganisation) /STAE73/. Die formalen Strukturen manifestieren sich in Organigrammen, Stellenbeschreibungen, Ablaufplänen und Arbeitsanweisungen. Das Prozeßkettenmodell liefert dazu erste Grundlagen zur Modellierung struktureller Eigenschaften soziotechnischer Systeme. So bietet es mit den Potentialklassen „Aufbau- und Ablaufstruktur“, „Anordnungsstruktur“ und „Technische Kommunikationsstruktur“ (s. dazu z.B. /WINZ97/) bereits wichtige Anknüpfungspunkte für die Modellierung von Relationen und Strukturen (s. **Bild 20**).

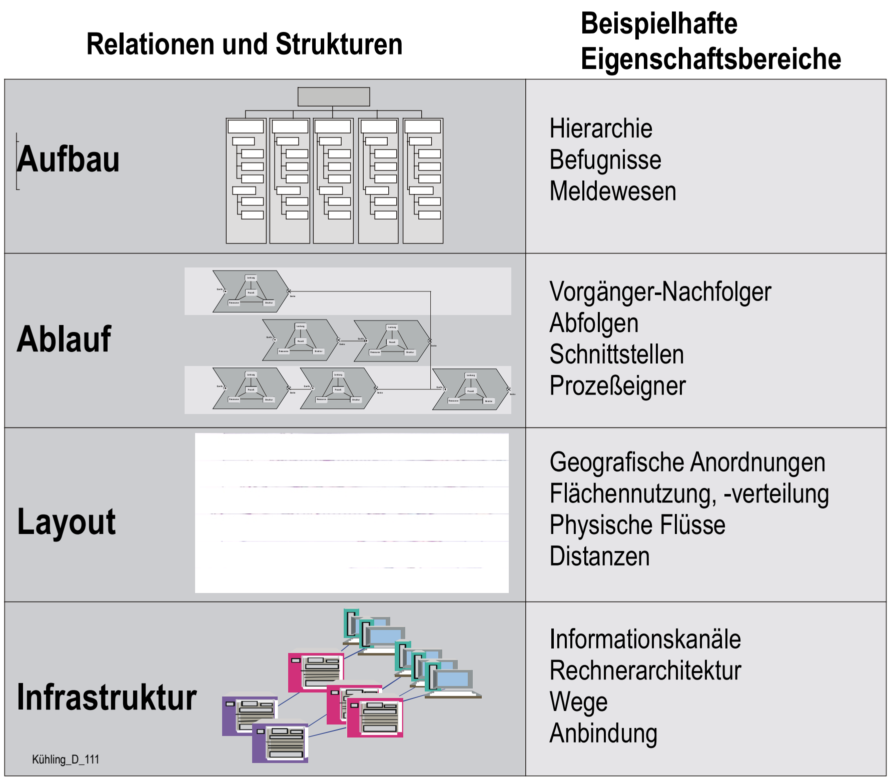


Bild 20: Anknüpfungspunkte für die Modellierung von Relationen und Strukturen im Prozeßkettenmodell

Die Differenzierung von Strukturen und Prozessen ist nach der Systemtheorie von LUHMANN (vgl. /LUHM81/, S. 132) sowohl aus systemischer als auch aus gestalterisch-modellierungstechnischer Sicht von enormer Bedeutung, da sich dadurch das Problem der zeitlichen Komplexität von Systemen lösen läßt. Die Unterscheidung, die der Differenzierung von Struktur und Prozeß zugrundeliegt, ist jene zwischen Reversibilität und Irreversibilität. Prozesse sind als einmal ablaufende Phänomene irreversibel und damit gestalterisch nicht zu fassen. Die grundsätzliche Struktur der Prozesse sowie die strukturellen Eigenschaften von Systemen sind dagegen reversibel und können damit modellhaft abgebildet und einer Gestaltung zugeführt werden.

Bei der Modellierung der Relationen und Strukturen geht es demnach darum, den Zusammenhalt und das Zusammenwirken der gegliederten und verbal bzw. grafisch beschriebenen Dekompositionselemente aufzuzeigen. Um die zahlreichen Relationen und strukturellen Aspekte in soziotechnischen Systemen modellieren zu können, ist eine geeignete Gliederung erforderlich. **Bild 21** zeigt zunächst die Gliederung der Relationen wie sie für diese Arbeit entwickelt wurde. Auf der obersten Ebene kann zwischen den sog. **inneren Zusammenhängen**, die zwei Elemente bzw. Systeme **verbinden**[12], und den sog. **eigentlichen Beziehungen**, die zwischen zwei Betrachtungsgegenständen **bestehen**[13], unterschieden werden. Die Beziehungen werden nochmals nach der Art und den Konnektoren eingeteilt, so daß sich drei Eigenschaftsfelder ergeben, die der Gestalter bei der Modellierung von Relationen nutzen kann. Im folgenden sollen die Unterschiede zwischen den so verstandenen Zusammenhängen und Beziehungen erläutert werden.

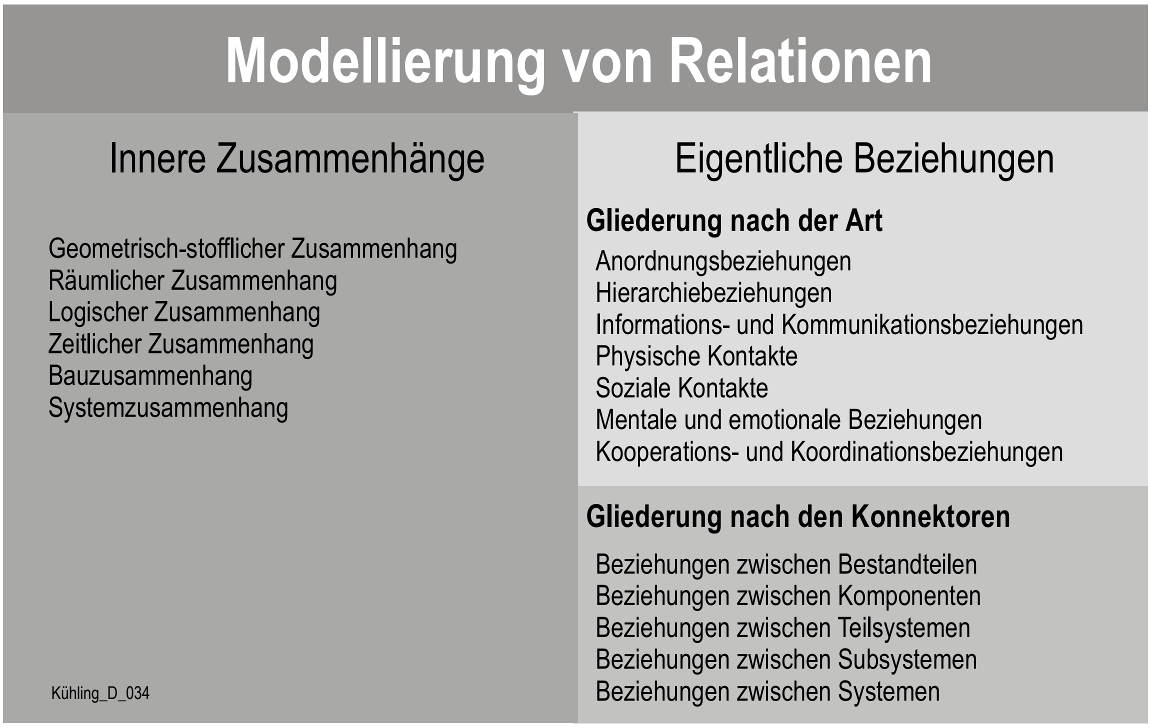


Bild 21: Gliederung zur Modellierung der Relationen

Die Stelle, an der die Prozesse innerhalb eines soziotechnischen Systems zur Wirkung kommen, wird in Anlehnung an technische Systeme als Wirkort bezeichnet. Am Wirkort treffen Prozesse, Objekt und Ressourcen zusammen. Wird der Prozeß dann tatsächlich vollzogen, so vollzieht er sich, indem er von einer Quelle gespeist wird und selbst wiederum eine Senke speist. Es kommt zu einem

[12] Die Zusammenhänge sichern demnach den Zusammenhalt des Systems.

[13] Die Beziehungen sichern die Handlungsfähigkeit des Systems zu einem bestimmten Zeitpunkt und sind damit eher temporärer Natur.

Ressourcenverzehr, der durch Lenkungsmaßnahmen gesteuert wird. Am Wirkort stehen also alle Komponenten eines Systems im Zusammenhang. Eine solche Kombination wird als **Elementarsystem** bezeichnet. In einem solchen Elementarsystem können folgende Zusammenhänge unterschieden werden:

Gliederung der inneren Zusammenhänge in soziotechnischen Systemen

Geometrisch-stofflicher (physischer) Zusammenhang: Die Durchführung eines Prozesses ist in vielen Fällen nur durch einen physischen Zusammenhang zwischen Ressource und Objekt möglich. Oft ist auch der physische Zusammenhang zwischen zwei Objekten das Ergebnis eines physischen Prozesses. Typische physische Zusammenhänge sind z.B. „geklebt" oder „montiert". In ähnlicher Weise wird die Wirkbewegung bestimmt, die z.B. zwischen Objekt und Ressource bestehen kann. Die Kombination mehrerer Wirkzusammenhänge führt zur Wirkstruktur, welche die Gestalt des Elementarsystems maßgeblich prägt.

Räumlicher Zusammenhang: Der physische und räumliche Zusammenhang weisen Ähnlichkeiten auf. Der räumliche Zusammenhang bezieht sich jedoch auf die gegenseitige geographische Lage unterschiedlicher Elemente zueinander. Betrachtet werden hier Flächen oder Räume, deren geographische Lage in einem Koordinatensystem (Layout) dokumentiert wird. Im Gegensatz zum physischen Zusammenhang liegt hier nicht unbedingt eine (feste) Verbindung der Elemente vor.

Logischer Zusammenhang: Im Gegensatz zum Wirkzusammenhang führt die Betrachtung der logischen Zusammenhänge zur Berücksichtigung logischer oder imaginärer Unterschiede oder Verbindungen zwischen den einzelnen Elementen eines Elementarsystems. So machen z.B. Unterschiede in den Rechten und Pflichten der betrachteten Elemente den Rang der Elemente aus. Darüber hinaus gehört auch die Unterscheidung der Wichtigkeit einzelner Elemente oder ihrer Verbindungen in den Bereich logischer Zusammenhänge.

Zeitlicher Zusammenhang: Zeitliche Zusammenhänge können sowohl zwischen einzelnen Elementen als auch zwischen einem Element und einer Zeitgröße (Zeitraum, zeitliche Dauer, Abfolge) hergestellt werden. Der zeitliche Zusammenhang spielt insbesondere bei der Betrachtung von Prozessen eine wichtige Rolle.

Bauzusammenhang: Der Bauzusammenhang berücksichtigt Randbedingungen, Restriktionen, Zwangskopplungen, Verträglichkeiten und Antipatien bei der Verbindung von Elemente zu größeren Konstrukten. Hier werden die Elemente eines Elementarsystems in ihrer jeweiligen Zusammenstellung und Konfiguration festgelegt.

Systemzusammenhang: Elementarsysteme stehen nicht allein, sie sind Bestandteil eines übergeordneten Systems. So erfährt jedes Elementarsystem z.B. Rückwirkungen seines eigenen Handelns oder Auswirkungen des Handelns anderer Elemente oder Elementarsysteme, die es zum weiteren Handeln veranlassen. Dabei kann es sich einerseits um gewollte Zweckwirkungen (z.B. die Rückkopplung des Sinngrundes, vgl. dazu Kapitel 4.1.1.1) handeln, andererseits treten aber auch Störwirkungen entweder als ungewollte Eingangsgrößen oder als ungewollte Ausgangsgrößen bzw. Nebenwirkungen auf. Diese Wirkungen stellen das Elementarsystem in einen Systemzusammenhang, der gesondert zu berücksichtigen ist (z.B. bei der kybernetischen Betrachtung).

Gliederung der eigentlichen Beziehungen in soziotechnischen Systemen

Eine Beziehung ist jeweils durch zwei Endpunkte und eine Verknüpfung gekennzeichnet. In einigen Fällen (insbesondere bei den physischen und den kommunikativen Beziehungen) besteht eine enge Verwandtschaft zwischen dem Begriff der Beziehung und dem Begriff des Prozesses. Im Gegensatz zu Prozessen stellen die entsprechenden Beziehungen jedoch „Potentiale" im Sinne von Kanälen für Prozesse dar. Es sei also an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß es in diesem Eigenschaftsfeld um die Beschreibung relationaler Eigenschaften von Systemen und nicht um die Belebung der Kanäle durch Prozesse geht. **Bild 21** zeigt, daß hier eine Unterscheidung nach der Art oder nach den Endpunkten (Konnektoren) einer Beziehung vorgenommen werden kann:

- **Gliederung nach der Art von Beziehungen:** Die Gliederung nach der Art der Beziehungen stellt die Eigenschaften der Verbindungen selbst in den Vordergrund, die zwischen den einzelnen Elementen bzw. Systemen bestehen.
- **Gliederung nach den Konnektoren einer Beziehung:** Neben der weiter verbreiteten Gliederung der Beziehungen nach ihrer Art, ist es auch möglich, Beziehungen nach den Konnektoren, zwischen denen sie bestehen, zu gliedern. **Bild 21** zeigt eine solche Gliederung, auf die hier jedoch nicht allgemeingültig eingegangen werden soll. Im konkreten Anwendungsfall ist eine Gliederung nach den konkreten Konnektoren jedoch sinnvoll, da sie bei der Identifikation und Gestaltung der Systemstrukturen wertvolle Einblicke gewährt (vgl. dazu auch Kapitel 4.1.1.6, Zwischensysteme).

Die Gesamtheit der organisatorisch festgelegten Beziehungen stellt zusammen mit den nicht formal geregelten, spontanen Beziehungen das effektive Beziehungsspektrum eines soziotechnischen Systems dar. Das wichtigste Unterscheidungskriterium zwischen dem Beziehungsspektrum und den Strukturen eines Systems besteht darin, daß Beziehungen im Gegensatz zu den im folgenden Abschnitt behandelten Strukturen immer nur zwischen zwei Endpunkten bestehen. Damit sind Beziehungen die „Grundbausteine" von Strukturen.

Der Begriff der Struktur wird sowohl im täglichen Sprachgebrauch als auch in der Literatur für zahlreiche Phänomene genutzt. Eine einheitliche und allgemeingültige Definition gibt es nicht. In soziotechnischen Systemen können je nach Standpunkt zahlreiche, unterschiedliche Strukturen unterschieden werden, die sich dem Betrachter in unterschiedlichsten Formen offenbaren. Um dem Gestalter für die Modellierung struktureller Eigenschaften soziotechnischer Systeme dennoch eine systematische Hilfestellung anzubieten, wurde in dieser Arbeit eine neue Form der Gliederung struktureller Eigenschaften in die drei Eigenschaftsfelder „einfache Strukturen", „Spektren" und „Strukturkomplexe" vorgenommen (s. **Bild 22**).

Strukturen sind trotz ihrer Unterschiedlichkeit modellierungstechnisch immer dadurch gekennzeichnet, daß sie als „Muster" eines Netzwerkes aus Knoten und Kanten dargestellt werden können. Die einzelnen Knoten und Kanten können dabei eine nahezu beliebige Erscheinungsform aufweisen. Die Struktur eines solchen Netzwerkes ist dann die evtl. auch unsichtbare „Anordnung"[14] seiner Bestandteile (Knoten) zueinander, die sich als gegliederter Aufbau beschreiben läßt. Es lassen sich regelmäßige und unregelmäßige Muster unterscheiden. Ähnliche Begriffe, die häufig im Zusammenhang mit Strukturen im weitesten Sinne verwendet werden sind „Musterung", „Textur", „Gefüge" oder „Bauform".

In einem soziotechnischen System werden die Knoten durch Systeme, Subsysteme, Teilsysteme oder einzelne Bestandteile und die Kanten durch Relationen zwischen den betrachteten Dekompositionselementen gebildet. Die Struktur ergibt sich dann durch eine Sortierung und Anordnung der durch Kanten verbundenen Knoten in eine bestimmte Form.

Die Betrachtung soziotechnischer Systeme führt zur Ermittlung der unterschiedlichsten Strukturen, die sich der Betrachter als Layer einer grafischen Darstellung vorstellen kann. Verschiedene Strukturen unterscheiden sich dann, indem sie jeweils verschiedene Knoten durch unterschiedliche Kanten in andersartiger Art und Weise verbinden, so daß Knoten, die in einer Struktur auftauchen, nicht zwangsläufig auch in allen anderen Strukturen auftauchen müssen. Grundsätzlich können somit zwischen allen Bestandteilen, Teilsystemen, Subsystemen und Systemen Strukturen identifiziert,

[14] Im Sinne einer Kopplung durch die jeweils betrachteten Kanten

definiert und modelliert werden. Mit Hilfe der Modellierung der Strukturkomplexe wird es gewissermaßen möglich, die „Anatomie“ soziotechnischer Systeme zu untersuchen und zu visualisieren.

Bild 22: Gliederung zur Modellierung der Strukturen

Gliederung der einfachen Strukturen in soziotechnischen Systemen

Strukturen in soziotechnischen Systemen lassen sich in einfache und komplexe Strukturen gliedern. Bei den einfachen Strukturen (**Teilstrukturen**) handelt es sich um Strukturen, die unterschiedliche Knoten auf **eine** Art strukturieren. Sie ähneln den unten beschriebenen Spektren, fächern jedoch nicht einfach die gesamte Bandbreite eines Dekompositionselementes auf, sondern ordnen einzelne Dekompositionselemente bestimmten Strukturbereichen und Strukturebenen zu. Diese Einordnung erfolgt unter Verwendung **organisatorischer** Kriterien, wobei für ein Dekompositionselement durchaus verschiedene Kriterien bzw. Aspekte genutzt werden können. Durch die Anwendung eines solchen Kriteriums ergibt sich bzgl. eines Dekompositionselementes jeweils eine spezielle Struktur.

Bei einfachen Strukturen darf jeweils nur ein Kriterium gleichzeitig angewendet werden. Einfache Strukturen können durch Struktur- oder Netzwerkbilder dargestellt werden. **Bild 22** listet beispielhaft einige einfache Strukturen auf.

Gliederung der Spektren in soziotechnischen Systemen

Ein Spektrum fächert im Gegensatz zu einer Struktur die gesamte Bandbreite der Elemente und Beziehungen eines bestimmten Typs innerhalb eines Systems auf. Eine wesentliche Eigenschaft von Spektren besteht darin, daß sie die Ableitung der (relativen) Häufigkeits- bzw. Intensitätsverteilung der betrachteten Elemente und Beziehungen in Abhängigkeit von einer gemeinsamen Eigenschaft ermöglicht. Dabei kann die Auflistung der Elemente und Beziehungen dadurch reduziert werden, daß bzgl. eines zunächst frei wählbaren Kriteriums Intervalle definiert werden, in welche die einzelnen Bestandteile dann eingeordnet werden. Möglichkeiten für die Abbildung von Spektren sind z.B. Listen, Tabellen, Häufigkeitsverteilungen oder Pareto-Diagramme. Spektren können für ganze Systeme, Subsysteme, Teilsysteme, Komponenten, Bestandteile oder sogar einzelne Parameter aufgespannt werden. **Bild 22** nennt beispielhaft einige Spektren.

Gliederung der Strukturkomplexe in soziotechnischen Systemen

Komplexe Strukturen strukturieren im Gegensatz zu einfachen Strukturen unterschiedliche Knoten durch ein Gemisch unterschiedlicher Teilstrukturen (**Strukturkomplexe**). Dabei kann sich die Zusammensetzung des „Gemisches“ u.U. im Laufe der Zeit verändern. Einfache Strukturen sind gewissermaßen Bestandteil komplexer Strukturen. Das Verständnis einfacher Strukturen stellt somit die Voraussetzung für das Verständnis komplexer Strukturen dar. Im **Bild 22** sind beispielhaft und repräsentativ für die zahlreichen Möglichkeiten ausgewählte Strukturkomplexe mit ausgewählten Teilstrukturen aufgeführt.

5.1.2.3 Modellierung organisatorischer und gestalterischer Aspekte in soziotechnischen Systemen

Auch wenn in der Vergangenheit im Zusammenhang mit der Gestaltung soziotechnischer Systeme immer organisatorische Aspekte und Gestaltungsprinzipien berücksichtigt wurden, waren sie bis heute nie direkter Bestandteil eines Modells. Dies soll in dieser Arbeit aufgehoben werden, indem zu jedem Dekompositionselement auch die organisatorischen Aspekte und Gestaltungsprinzipien mit modelliert werden können (s. **Bild 23**). Dadurch erhält der Gestalter nicht nur eine Auswahl praxisrelevanter und aussagekräftiger Gestaltungshinweise, sondern auch die Möglichkeit, die Aspekte und Prinzipien, die zu den einzelnen Gestaltungsalternativen geführt haben, direkt im Modell zu dokumentieren. Dadurch steigt sowohl die Effizienz der Gestaltung als auch die Qualität und die Aussagefähigkeit der erstellten Modelle erheblich an. Der Gestaltungsprozeß und die Gestaltungsergebnisse werden sowohl für den Gestalter selbst als auch für Außenstehende transparenter und nachvollziehbar, die Ergebnisse können besser präsentiert und vermittelt werden.

Organisatorische Aspekte in soziotechnischen Systemen

Die Betrachtung soziotechnischer Systeme führt zur Identifikation der unterschiedlichsten organisatorischen Aspekte, die sich gegenüber dem Betrachter je nach Unternehmen und den jeweiligen Randbedingungen mehr oder weniger in den Vordergrund drängen. Diese Aspekte spielen in den einzelnen Phasen der Gestaltung und bei unterschiedlichen Fragestellungen der organisatorischen Umsetzung der Gestaltungsergebnisse eine Rolle. Die organisatorischen Aspekte, die hier modelliert werden können, beziehen sich gleichermaßen auf alle Dekompositionselemente und die Relationen eines soziotechnischen Systems. Mit den hier vorgestellten Modellierungsumfängen bietet sich dem Gestalter im Gegensatz zu anderen bekannten Organisationsmodellen die Möglichkeit, die organisatorischen Aspekte direkt im Modell zu hinterlegen. Dadurch ergibt sich einerseits die Möglichkeit, bei der Erstellung von Referenzmodellen dem Gestalter eine Auswahl von Aspekten zur Gestaltung unternehmensspezifischer Organisationen anzubieten und andererseits direkt im Zusammenhang mit spezifischen, selbst erstellten Modellvarianten eine Dokumentation der organisatorischen Aspekte vorzunehmen, auf die dann auch als Informationsbasis bei Präsentationen und Entscheidungen zurückgegriffen werden kann. Die im Kapitel 6 vorgestellte Gestaltungsmethode geht im Zuge der Darstellung der einzelnen Gestaltungsphasen auch auf die phasenspezifische Relevanz der einzelnen Aspekte ein. In dieser Arbeit soll zwischen **einfachen organisationsrelevanten Parametern** und **strukturbestimmenden organisatorischen Aspekten** unterschieden werden:

- Bei den **einfachen organisationsrelevanten Parametern** handelt es sich um Parameter, die organisatorische Aspekte des Systems oder einzelner Systembestandteile festlegen. Im **Bild 23** werden einige einfache organisationsrelevante Parameter genannt.
- Die **strukturbestimmenden organisatorischen Aspekte** können zwar bei jedem Systembestandteil hinterlegt werden, beziehen jedoch immer mindestens zwei Bestandteile ein und müssen deshalb in besonderer Form modelliert werden. Im **Bild 23** werden einige strukturbestimmende organisatorische Aspekte genannt.

Bild 23: Modellierung organisatorischer und gestalterischer Aspekte

Gestalterische Aspekte in soziotechnischen Systemen

Bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme hat der Gestalter bei der Konzeption der Lösungsvarianten unterschiedliche Systemeigenschaften und projektbezogene Sachverhalte und Aspekte zu berücksichtigen. Diese kann er in den beiden Eigenschaftsfeldern „gestaltungsrelevante Aspekte“ und „Gestaltungsprinzipien“ hinterlegen. Sie fließen somit direkt als relevante bzw. notwendige Bedingungen in das Gestaltungsergebnis ein.

Bei den gestaltungsrelevanten Aspekten handelt es sich um quantitative oder qualitative Aspekte, die der Gestalter direkt im Zusammenhang mit der Modellierung des Gestaltungsgegenstandes im Modell hinterlegen kann. Somit besteht die Möglichkeit, auch später z.B. für Präsentationen oder Bewertungen der Konzeption auf diese Aspekte zurückgreifen zu können.

Die Analyse der in Kapitel 3 behandelten organisatorischen und fabrikplanerischen Gestaltungsansätze sowie die Analyse zahlreicher Praxisbeispiele ausgewählter Fertigungsprinzipien hat zu der im **Bild 23** aufgeführten Sammlung bekannter Gestaltungsprinzipien in der Produktion geführt. Diese Sammlung ist als Ergänzung der umfangreichen Darstellung weiterer Gestaltungsprinzipien von BECKMANN (vgl. /BECK96/) zu verstehen. Gestaltungsprinzipien sind nicht mit Gestaltungsmethoden zu verwechseln, sondern stellen lediglich eine Ergänzung zu einer Methode dar. Diese Prinzipien kann der Gestalter bei der Systemgestaltung einsetzen bzw. berücksichtigen, um zu entsprechenden Lösungsvarianten zu gelangen. Sie können gewissermaßen als Erfahrungsregeln betrachtet werden, die sich im Laufe der Zeit herausgebildet haben und unter bestimmten Bedingungen jeweils zu bewährten Lösungen führen. Die dargestellte Sammlung ist eine begrenzte Auswahl aus den möglichen Prinzipien und soll hier lediglich beispielhaft die Modellierungsmöglichkeiten von Gestaltungsprinzipien verdeutlichen.

5.1.3 Bedeutung der erweiterten Modellierungsmöglichkeiten für die modellbasierte Gestaltung

Das Prozeßkettenmodell nach KUHN ermöglicht grundsätzlich die Modellierung statischer und dynamischer Eigenschaften bzgl. der drei Komponenten „Prozeß“, „Objekt“, und „Ressource“. Diese drei Komponenten stellen ein anerkanntes „Set an Grundbestandteilen“ soziotechnischer Systeme dar. Die Ergänzung des Prozeßkettenmodells um weitere Grundsätze des systemischen Denkens erweitert und strukturiert die Modellierungsmöglichkeiten, so daß jetzt ein umfassender Rahmen für die modellbasierte Gestaltung soziotechnischer Systeme zur Verfügung steht.

Die dargestellten Modellierungsmöglichkeiten dienen dabei als Grundlage für die Ableitung spezifischer Beschreibungsmodelle. Sie stellen gewissermaßen das Gerüst für die Beschreibung der „Anatomie“ soziotechnischer Systeme bereit. Bei der Entwicklung der Modellierungsmöglichkeiten galten zwei wesentliche Grundannahmen, die sich aus der im Kapitel 2.1.7 dargestellten Definition des soziotechnischen Systems ableiten:

- Soziotechnische Systeme verfügen über dynamische und statische Eigenschaften, die jeweils getrennt voneinander in einem speziellen Modell abgebildet werden können.
- Die statischen und dynamischen Eigenschaften korrespondieren miteinander. Diese Korrespondenz ist systemimmanent und kann nicht immer explizit beschrieben werden.

Der Umfang der dargestellten Modellierungsmöglichkeiten zeigt einerseits die Leistungsfähigkeit und Bandbreite und andererseits den Aufwand, der hinter einer umfassenden Modellierung soziotechnischer Systeme stecken kann. Folgende Faktoren schränken den Aufwand in einem konkreten Projekt jedoch erheblich ein:

- Der Ansatz der Systemtheorie ermöglicht bereits eine durch die Prinzipien „**vom Groben zum Detail**“, „**stufenweisen Alternativenbildung und –ausscheidung**“ sowie „**Gliederung der Systemgestaltung in Stufen und Schritten**“ eine Einschränkung auf die wesentlichen Bestandteile und Tatbestände.
- Durch den **systemischen Ansatz** wird darüber hinaus die Aufteilung des Gesamtumfangs auf mehrere Gestalter möglich, ohne den Gesamtzusammenhang zu verlieren.
- Die **Transparenz und Realitätsnähe** der vorgestellten Modellierungsmöglichkeiten unterstützt die Konzentration auf das Wesentliche des jeweiligen Projektes, Unwesentliches entfällt.

- Die Möglichkeit zur **Speicherung der Modelle** ermöglicht eine ständige Erweiterung und Wiederverwendung, so daß bei späteren Maßnahmen auf vorhandene Modelle zurückgegriffen werden kann.
- Bekannte und vorhandene Modelle können aufgrund der **Allgemeingültigkeit** jederzeit eingebracht werden. Die vorhandenen Modelle und Modellvorstellungen werden dabei gemäß der jeweiligen Problemstellung auf allgemeingültigem Niveau beschrieben (z.B. über Funktionen, Funktionsobjekte, Funktions- oder Organisationseinheiten). Diese Modelle werden dann im Rahmen der Problemlösung über die Stufen „Dekomposition“ und „Konkretisierung“ näher spezifiziert. Erst beim Übergang von der Modellierung allgemeiner Modelle zu systemspezifischen Modellen wird eine Differenzierung in statische und dynamische Aspekte vorgenommen.

Die unterschiedlichen Modellierungsmöglichkeiten ergänzen sich gegenseitig und ergeben letztlich ein vollständiges Bild des modellierten Systems. Auf dieser Basis können alle Modelle abgeleitet werden, die für die modellbasierte Gestaltung soziotechnischer Systeme notwendig sind (s. Kapitel 6). Durch die dargestellten Modellierungsmöglichkeiten bietet sich für den Gestalter folgende weitreichende Unterstützung:

- **Vollständigkeit:** Durch das Angebot eines geschlossenen Umfangs der zur Abbildung eines soziotechnischen Systems notwendigen Dekompositionselemente in Verbindung mit den jeweiligen Modellierungsumfängen wird der Gestalter sowohl bei der Analyse existierender Systeme als auch bei der Modellierung neuer Gestaltungsvarianten zu einer hinreichenden Vollständigkeit angehalten, indem nicht oder unzureichend modellierte Bestandteile Hinweise auf Modellücken geben. Dies bedeutet jedoch nicht, daß immer der gesamte Modellierungsumfang auch ausgeschöpft werden muß.
- **Identifikation[15] der Gestalt:** Das Prozeßkettenmodell und dessen Ergänzungen durch weitere Grundsätze des systemischen Denkens geben die Anordnung der Systembestandteile vor. In horizontaler Richtung werden diese Bestandteile zu den Teilsystemen „Physisches Teilsystem“, „Informationsteilsystem“ und „Entscheidungsteilsystem“ zusammengefaßt. In vertikaler Richtung können die Komponenten „Ressource“, „Prozeß“ und „Objekt“ unterschieden werden. Mit Hilfe der dargestellten Modellierungsmöglichkeiten kann der Gestalter nun genaue Aussagen über die Gestalt eines Systems machen.
- **Strukturierte Modellierung:** Durch den fixierenden Rahmen, den die dargestellten Möglichkeiten dem Gestalter vorgeben, wird eine strukturierte Modellierung unterstützt. Die Modellierung der einzelnen Dekompositionselemente kann systematisch durch ein jeweils geeignetes Modell unterstützt werden. Darüber hinaus wird die parallele Bearbeitung unterschiedlicher Modellbestandteile unterstützt ohne den Überblick zu verlieren und evtl. Abhängigkeiten und Beziehungen zwischen den bearbeiteten Bestandteilen außer Acht zu lassen.
- **Ungebundenheit:** Durch die dargestellte Gliederung der Modellierungsmöglichkeiten, die sich an den Eigenschaften realer Systeme orientiert, wird eine weitreichende Ungebundenheit bei der Modellierung realer Sachverhalte und damit die weitgehend von traditionellen Vorstellungen befreite Entwicklung innovativer Gestaltungsalternativen unterstützt. So kann sich der Gestalter beispielsweise vom Denken in Unternehmenshierarchien lösen und Systeme nur mit den Bestandteilen ausstatten, die notwendig sind.

Um diese Möglichkeiten in der konkreten Gestaltungsarbeit auch tatsächlich nutzen zu können wurde eine Modellierungsumgebung entwickelt, die im nächsten Kapitel dargestellt wird.

[15] Im Sinne von Identität feststellen

5.2 Die Modellierungsumgebung

Die Ausführungen im Kapitel 5.1 haben den Modellierungsumfang aufgespannt. Mit der in diesem Kapitel beschriebenen Modellierungsumgebung (s. **Bild 24**) soll nun dargestellt werden, **wie** dieser Umfang zur Unterstützung der Gestaltung modelliert werden kann. Die Entwicklung der Modellierungsumgebung wurde im wesentlichen von folgenden Aspekten beeinflußt:

- Die Modellierung wird zu einem erheblichen Teil von den Auffassungen und Meinungen des Modellierers über die tatsächlichen Gegebenheiten in der Realität gelenkt. Deshalb ist es eine Illusion, zu glauben, daß es möglich wäre, eine von anderen Erwägungen unabhängige Analyse soziotechnischer Systeme zu erstellen. Ein solcher Versuch müßte zweifellos an der Relevanzfrage scheitern (vgl. /MALI92/). Die Modellierung kann deshalb nur vor dem Hintergrund einer vom Gestalter bestimmten Fragestellung, seiner Wahrnehmung oder einer bestimmten Perspektive sinnvoll erfolgen.
- Jede Beschreibung der Gegebenheiten eines auch noch so kleinen Ausschnittes der Realität hängt von der konkreten Aufgabenstellung, der Problemstellung sowie den vorherrschenden Modellvorstellungen und Betrachtungsweisen ab. Deshalb ist jede Beschreibung (Modellierung) realer Sachverhalte notwendigerweise selektiv.
- Jeder Tatbestand besteht aus unendlich vielen konkreten Gegebenheiten. Eine Modellierungsumgebung kann deshalb nur unter Berücksichtigung eines bestimmten Standpunktes, der bewußt oder unbewußt festgelegt wird, und der notwendigen Abstraktion eine Beantwortung gestalterischer Fragestellungen unterstützen.
- Die Entwicklung der Modellierungsumgebung wird in starkem Maße von den zugrundegelegten Theorien und den dargestellten Modellierungsmöglichkeiten beeinflußt.

Die entwickelte Modellierungsumgebung stellt dem Modellierer einen Orientierungsrahmen bereit, der ihn sowohl bei der Auswahl der relevanten Fragestellungen als auch bei der Abbildung der Fragestellungen und Antworten in Modellen unterstützt. Dazu zeichnet sie sich durch folgende Charakteristika aus (s. auch **Bild 24**):

- Strukturierung der Modelle in Modellkomplexen und Unterstützung des Modellierers durch ein entsprechend aufgebautes Modellierungswerkzeug.
- Detailauswahl und -konkretisierung durch ein phasen- und modellspezifisches **Sichtenkonzept**.
- Sichtenspezifische Modellierung von **Parametersets** zur anwendungsspezifischen Konkretisierung der Sichten.
- Bereitstellung eines Modellspeichers für allgemeine Referenzmodelle und projektspezifische Modellvarianten.
- Einbettung in eine Vorgehensweise zur Modellierung mit **Leitlinien der modellgestützten Gestaltung** sowie Hilfestellungen zur schrittweisen Modellierung und problemspezifischen Dokumentation unternehmensspezifischer Modellbausteine und Prototypen (**Verbundmodellierung**).

Die verschiedenen Bereiche der Modellierungsumgebung basieren auf dem im Kapitel 4 entwickelten Ansatz zur Modellierung soziotechnischer Systeme sowie auf den im Kapitel 5.1 dargestellten Grundlagen der modellbasierten Gestaltung der Produktion. Im folgenden wird auf die wesentlichen Bestandteile der Modellierungsumgebung eingegangen, mit deren Hilfe die Umsetzung der Grundsätze und Grundlagen in ein praktisch einsetzbares Modellierungsinstrumentarium gelingt.

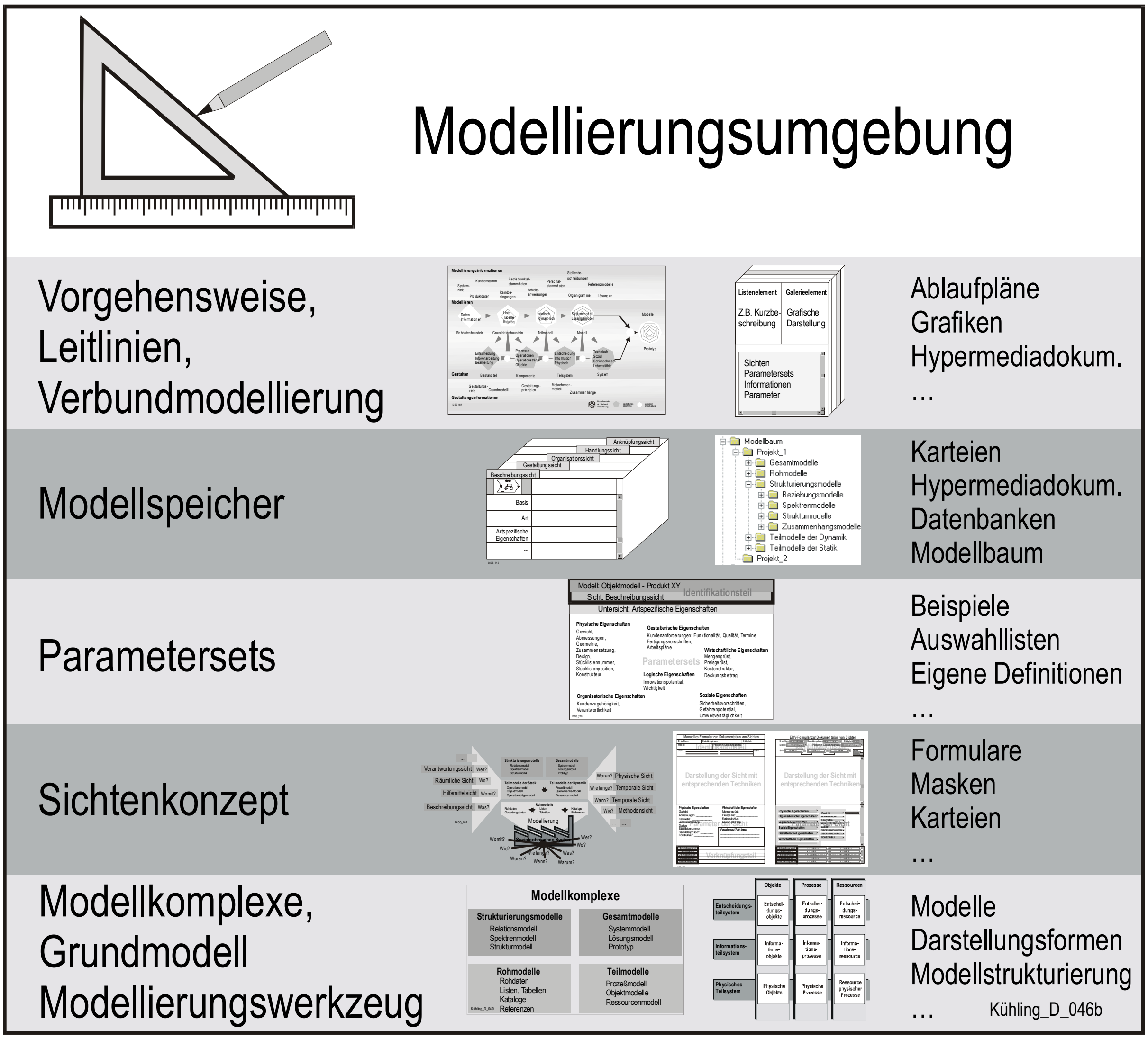


Bild 24: Die Modellierungsumgebung

5.2.1 Modellkomplexe zur Strukturierung der Modelle und zur Wissenskonstruktion

Zur Erfassung des Gestaltungsgegenstandes bzw. der Realität dient die im Kapitel 5.1 vorgestellte Gliederung der Modellierungsmöglichkeiten zunächst als Ordnungsrahmen, der die zu modellierenden Sachverhalte soziotechnischer Systeme aufspannt. Die Bildung von konkreten Modellen auf der Basis dieses Ordnungsrahmens ist dann jedoch stets mit bestimmten Abstraktionsprozessen bezüglich der berücksichtigten Elemente und Relationen des abzubildenden Systems verbunden. Dies ist im allgemeinen deshalb vorteilhaft, weil dadurch einerseits bestimmte Aspekte des Originals besonders deutlich hervorgehoben werden können und andererseits durch Reduktion des Informationsumfanges eine bessere Handhabung des Modells gewährleistet wird (vgl. dazu /GROC74/, S. 21).

In Anlehnung an GROCHLA kann also davon ausgegangen werden, daß ein Modell M nur deshalb von einem Benutzer B für ein System S gewählt wird, weil B auf diese Weise bestimmte Aspekte und Zusammenhänge in S im pragmatischen Sinne Z (Ziel) besser verdeutlichen, erklären und beeinflussen kann. Diesen Zusammenhang verdeutlicht **Bild 25**.

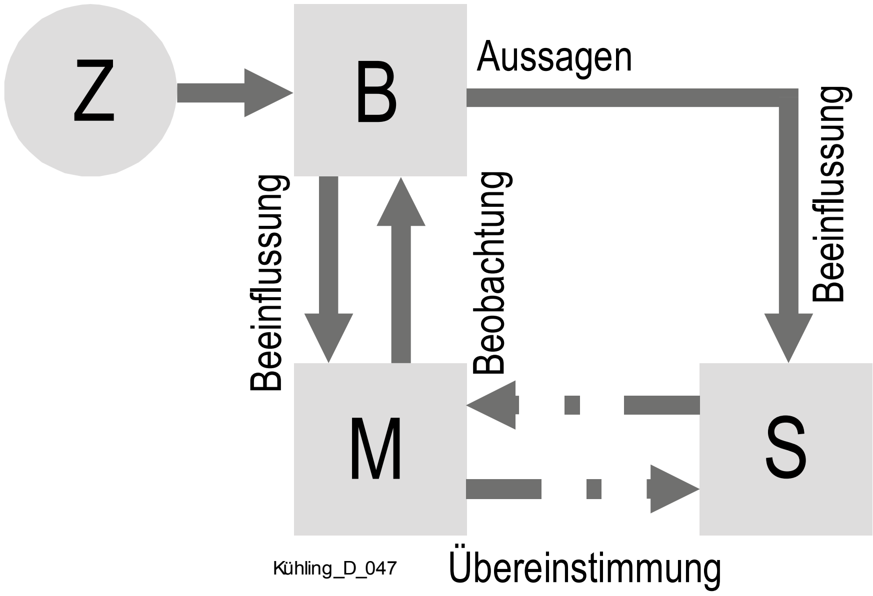


Bild 25: Zusammenhänge zwischen Original (S), Benutzer (B), Modell (M) und Ziel (Z) (i.A.a. /GROC74/)

Für die nachfolgenden Ausführungen ist die Feststellung wichtig, daß die Erarbeitung und Verwendung von Modellen eine grundlegende Voraussetzung zur beschreibenden, erklärenden und entscheidenden Beeinflussung realer Systeme darstellt. Die Notwendigkeit zur Modellkonstruktion und -verwendung ergibt sich aufgrund der Tatsache, daß es insbesondere im Bereich soziotechnischer Systeme im allgemeinen weder möglich noch zweckmäßig ist, komplexe Systeme in allen Aspekten zu analysieren und zu beeinflussen. Deshalb werden jeweils nur die interessierenden Sachverhalte in Modellen fixiert, um auf diese Weise einen Realitäts**ersatz** zu erhalten, der leichter zu handhaben ist als das Original. Der mit der Modellentwicklung und -verwendung beschrittene Weg wird dabei um so nützlicher sein, je größer die Übereinstimmung zwischen Original und Modell ist und je eher das jeweils verwendete Modell zur gerade behandelten gestalterischen Fragestellung paßt (vgl. auch /GROC74/, S. 22).

Die im Kapitel 5.1 dargestellten Modellierungsumfänge erlauben dem Gestalter die Abbildung einer breiten Palette unterschiedlicher Modelle. Um den Überblick über die Vielzahl der Modelle und deren Zusammengehörigkeit zu behalten, benötigt insbesondere der ungeübte Modellierer Hilfestellungen bei der Verwaltung der Modelle. Die erste Stufe dazu stellt eine Strukturierung der Modelle dar, die sich an der Reihenfolge bei der Modellierung und der mit der Modellierung steigenden Informationsdichte orientiert. Diese Strukturierungsfunktion übernehmen die in dieser Arbeit entwickelten Modellkomplexe (s. **Bild 26**). Die Strukturierung der abgeleiteten Modelle in Modellkomplexen unterstützt die Auswahl und Konkretisierung relevanter Fragestellungen, indem sie den Blick des Betrachters auf jeweils einen Modellkomplex fokussiert, ohne jedoch die Zusammengehörigkeit der in den Modellkomplexen strukturierten Modelle zu vernachlässigen. Insgesamt werden vier Modellkomplexe unterschieden, die eine Aufteilung in die Modellierung von sog. „Rohmodellen", Teilmodellen, Strukturierungsmodellen und Gesamtmodellen erlauben. Diese Modellkomplexe werden in den folgenden Kapiteln vorgestellt.

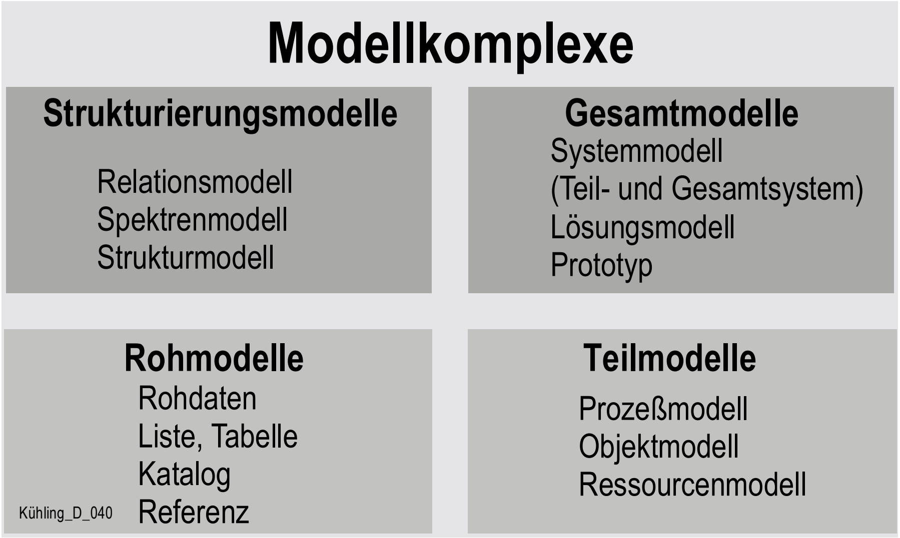


Bild 26: Strukturierung der Modelle in Modellkomplexen

Als weitere Hilfestellung für den Modellierer ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Modellierungswerkzeug konzipiert und als Studie[16] realisiert worden (s. **Bild 27**), das sich im Aufbau an der Struktur der Modellierungsumgebung orientiert und damit die modellgestützte Gestaltung soziotechnischer Systeme im Sinne dieser Arbeit ideal unterstützt.

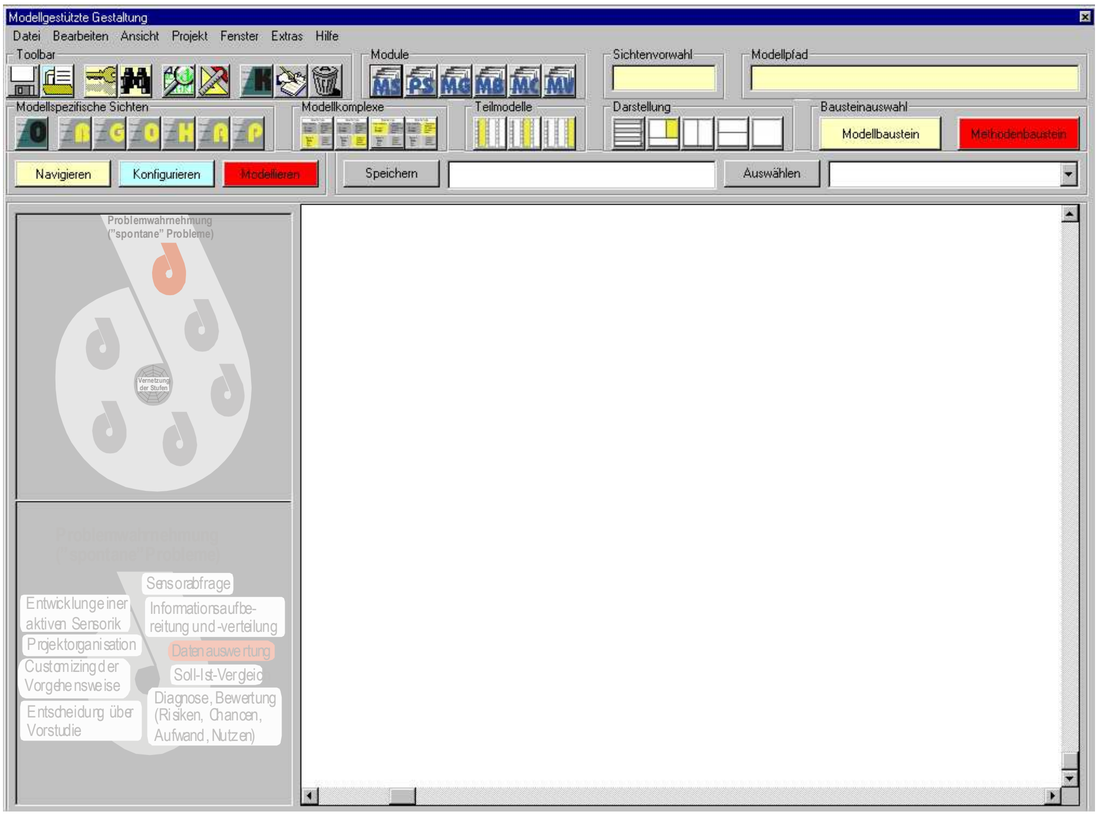


Bild 27: Das als Studie realisierte Modellierungswerkzeug am Beispiel der Oberfläche zur Auswahl von Methodenbausteinen (s. dazu Kapitel 6)

---

[16] Mit dieser Studie sollte gezeigt werden, daß eine DV-Unterstützung der in dieser Arbeit vorgestellten Gesamtkonzeption grundsätzlich möglich ist. Es handelt sich hier nicht um eine lauffähige Software.

Das Werkzeug ermöglicht eine Navigation durch die Modellkomplexe, Sichten und Parametersets. Es bietet dem Modellierer die Möglichkeit, auf einer Oberfläche Modelle mit unterschiedlichen marktgängigen DV-Instrumenten (z.B. Excel, PowerPoint, CorelDraw, Visio, ABC-Flow oder Word) zu erstellen und zu kombinieren und dabei den in dieser Arbeit dargestellten Ansatz zur Modellierung und Gestaltung soziotechnischer Systeme in der Praxis anzuwenden. Die erstellten Modelle können anschließend im Modellspeicher gesichert werden, so daß jederzeit ein Zugriff auf das hinterlegte Wissen möglich ist.

Zur besseren Veranschaulichung der Modelle und der Modellierungsmöglichkeiten werden bei der folgenden Beschreibung der Modelle in den einzelnen Modellkomplexen vereinzelt Beispiele gezeigt, die mit dem entwickelten Modellierungswerkzeug erstellt wurden.

5.2.1.1 Modellkomplex der Rohmodelle

Auf der untersten Stufe der Modellkomplexe befinden sich die sog. Rohmodelle. Als Rohmodelle werden hier alle geeignet dokumentierten, gestaltungsrelevanten Informationen über ein soziotechnisches System verstanden, die sich noch im „Rohzustand“ befinden, also gestalterisch noch nicht umfassend bearbeitet wurden. Die Spanne der Rohmodelle erstreckt sich von einfachen, unbearbeiteten Rohdaten (z.B. aus einer Datenbank oder einer Befragung) über Listen und Tabellen aufbereiteter Informationen bis hin zu Katalogen und Referenzen, die bereits in einen Zusammenhang mit dem jeweils behandelten Gestaltungsproblem gebracht wurden. Die übrigen Modellkomplexe basieren gemeinsam auf diesen Rohmodellen.

Rohmodelle entstehen im Rahmen des Gestaltungsprozesses aus zahlreichen Daten, die erfaßt, aufbereitet und verdichtet werden. Dabei wählt der Modellierer je nach Modellierungsaspekt z.B. aus einem Datenblatt die notwendigen Gestaltungsdaten aus, die dann als Basis für die Sammlung relevanter Informationen dienen. Die Auswahl der entsprechenden Rohmodelle richtet sich nach dem bereits erreichten Modellierungsfortschritt und der Ausstattung des Modellierers mit allgemeinen oder spezifischen (Referenz-)modellen. Beispiele für Rohmodelle, die sich bereits in einem fortgeschrittenen Stadium der Aufbereitung befinden, sind:

- **Funktions- bzw. Aufgabenkatalog:** Funktions- bzw. Aufgabenkataloge werden im Rahmen der gestalterischen Arbeit bereits seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt. Sie unterstützen z.B. bei der Entwicklung von Stellenbeschreibungen (z.B. im Rahmen der Aufgabenanalyse und –synthese) oder bei der Realisierung und Einführung von Softwaresystemen (z.B. im Aachener PPS-Modell, vgl. dazu z.B. /MUCH95/).
- **Objektkatalog:** Objektkataloge (z.B. Produktblätter) sind heute fester Bestandteil organisatorischer Stammdaten. Sie werden in unterschiedlichen Bereichen in unterschiedlicher Form eingesetzt. Beispiele sind CAD-Datenbanken in der Konstruktion, Verkaufsprospekte im Vertrieb oder Arbeitspläne in der Arbeitsvorbereitung. Gerade heute gewinnen Objektkataloge im Zusammenhang mit dem sog. Produktdatenmanagement stark an Bedeutung.
- **Personal- bzw. Betriebsmittelkatalog:** Personal- und Betriebsmittelkataloge sind ebenfalls fester Bestandteil unternehmerischer Stammdaten. Sie werden z.B. im Personalwesen, im Controlling, in der Investitionsrechnung oder im Rahmen der Produktionsplanung und –steuerung erzeugt bzw. verwendet.

5.2.1.2 Modellkomplex der Teilmodelle

Auf der zweiten Stufe der Modellkomplexe befinden sich die Teilmodelle, die jeweils einen Hauptaspekt soziotechnischer Systeme abbilden. Der Begriff des Teilmodells ist dabei nicht mit dem Begriff des Teilsystems zu verwechseln, denn Teilmodelle werden für Komponenten bzw. einzelne Bestandteile eines soziotechnischen Systems aufgestellt.

Bei der Modellierung von Teilmodellen werden im konkreten Falle in Abhängigkeit von einer spezifischen gestalterischen Fragestellung[17] aus einem vorhandenen Rohmodell (z.B. Arbeitsplan oder Stellenbeschreibung) entsprechende Informationen herausgegriffen (z.B. Arbeitsgänge oder Aufgaben eines Stelleninhabers). Diese Informationen liegen dann in instanziierter Form vor. Im Rahmen der Modellierung von Teilmodellen werden diese instanziierten Informationen über die verschiedenen Abstraktionsebenen der Modellierung (s. Kapitel 5.2.1.5) bis zur Ebene der Systembestandteile oder zur Ebene der Komponenten abstrahiert. Auf diesen Ebenen entstehen so die folgenden Teilmodelle:

- Das **Prozeßmodell** eines soziotechnischen Systems bildet alle Prozesse ab, die in diesem System wahrgenommen werden. Das Prozeßmodell basiert auf der **Potentialklasse 2** nach KUHN (s. /WINZ97/). Bei den Prozeßmodellen können die Bestandteile „physische Prozesse“, „Informationsprozesse“ und „Entscheidungsprozesse“ unterschieden werden. Auf der Komponentenebene (s. **Bild 32**) werden die allgemeinen Eigenschaften dieser Prozesse modelliert. Spezifischere Eigenschaften werden auf der Ebene der Bestandteile modelliert.[18] Prozeßmodelle können z.B. aus dem Rohmodell „Funktions-“ bzw. „Aufgabenkatalog“ abgeleitet werden. Sie beziehen diese dann jeweils auf ein konkretes System. Die Gesamtheit der Prozesse innerhalb eines Systems ist Gegenstand vieler Veröffentlichungen aus dem Bereich der Organisationslehre (Aufgabenanalyse und Aufgabensynthese). In diesen Schriften werden Begriffe wie „Funktion“, „Aufgabe“, oder „Aktivität“ synonym mit dem hier verwendeten Begriff des Prozesses verwendet. In der Literatur wird meist keine konsequente Trennung zwischen allgemeinen Aufgaben und Aufgaben, die in einem speziellen System manifestiert sind, vorgenommen. Da diese fehlende Präzisierung zu Problemen bei der Modellierung konkreter Modellbausteine führt, wird in dieser Arbeit immer dann von Prozessen gesprochen, wenn es sich um Aufgaben handelt, die tatsächlich in einem konkreten System wahrgenommen werden und diesem zugeordnet werden können (die also in einem System manifestiert sind). Dennoch gelten die in der allgemeinen Literatur gemachten Aussagen auch weitgehend für das Prozeßmodell im Rahmen dieser Arbeit. Durch das Prozeßmodell werden neben den beschreibenden Merkmalen der ihnen zugrunde liegenden Aufgaben bzw. Funktionen die Dimensionen „Zeit“ und „Ressourcenverzehr“ betrachtet:
  - Die Dimension „Zeit“ ist abzubilden, da die zu modellierenden Funktionen i.d.R. in einer zeitlichen Reihenfolge oder parallel auszuführen sind und mit jedem Prozeß ein Zeitverbrauch einher geht. Darüber hinaus ändern sich die modellierten Zustände und damit die auszuführenden Funktionen über der Zeit. In dem durch das Prozeßmodell erzeugten Ordnungszusammenhang erhalten die Funktionen eine von diesem Zusammenhang abhängige Bedeutung. Dadurch entsteht eine prozeßorientierte Betrachtung soziotechnischer Systeme, mit deren Hilfe die zunächst prozeßneutralen Operationen aus anderer Perspektive betrachtet und ihre organisatorische Bedeutung aus der konkreten Einordnung in einen Prozeß abgeleitet werden können.

---

[17] Beispielhafte Fragestellungen:
- Was sind die zeitlich veränderlichen und zeitlich unveränderlichen Aspekte des Systems
- Welche Aufgaben sind in welcher Reihenfolge durchzuführen
- Wie soll das System ausgestattet sein (Bestückung mit Ressourcen)
- Wie verhalten und verändern sich die Ressourcen
- Welchen Ressourcenverzehr hat das System
- Mit welchen Befugnissen ist das System auszustatten
- Was soll im System behandelt, bearbeitet oder betrachtet werden und wie verändern sich die Input-Größen
- Wie verteilen sich die Output-Größen auf die nachfolgenden Prozesse

[18] Ähnliche Aussagen lassen sich auch für die übrigen Teilmodelle machen.

- Die Dimension „Ressourcenverzehr“ deutet einerseits auf die Alterung der Ressourcen hin, die mit dem Zeitverbrauch einher geht und andererseits auf die exklusive Verwertung bestimmter Ressourcen, die nicht mehr für andere Prozesse zur Verfügung stehen (unwiderruflicher Verbrauch durch den betrachteten Prozeß).

Die Gesamtheit der Prozesse eines Systems ist mittlerweile Gegenstand vieler Veröffentlichungen aus dem Bereich des Busines Proces Reengineering. Die dort gemachten Aussagen gelten auch weitgehend für das Prozeßmodell im Rahmen dieser Arbeit.

- Das **Objektmodell** bildet die Komponente „Objekt“ eines soziotechnischen Systems ab. In diesem Zusammenhang sind Objekte eines soziotechnischen Systems alle Gegenstände und Tatbestände, an denen innerhalb des Systems aktiv Prozesse durchgeführt werden. Die übrigen Gegenstände und Tatbestände, die sich in einem System befinden, sind dann entweder Ressourcen (stationäre Objekte) oder aus gestalterischer Sicht nicht von Bedeutung. Sie werden deshalb im Objektmodell nicht berücksichtigt. Bei den Objektmodellen werden weiterführend die Bestandteile „physisches Objekt“, „Informationsobjekt“ und „Entscheidungsobjekt“ unterschieden. Objektmodelle können z.B. aus den allgemeingültigen Rohmodellen „Objekt-„ und „Aspektkatalog“ abgeleitet werden. Das Objektmodell basiert auf den **Potentialklassen 1 und 3** nach KUHN (s. /WINZ97/). Es verbindet das Prozeßmodell mit den Input-Output-Relationen innerhalb eines soziotechnischen Systems. Beim Objektmodell steht aber nicht nur das Objekt selbst im Vordergrund, sondern auch seine Herkunft und sein Zielort sowie die Ausgestaltung der Übergänge und die Veränderung (Stadien), die es im Laufe des Prozesses erfährt. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der im Zusammenhang mit Quellen und Senken modelliert werden kann, ist das Zugangs- und Abgangsverhalten des Systems (Systemlastverhalten).

- Das **Ressourcenmodell** bildet die Komponente „Ressource“ eines soziotechnischen Systems ab. Ressourcen werden bei der Durchführung von Prozessen genutzt, sie führen Prozesse an Objekten aus, gehen jedoch nicht selber in das Ergebnis (z.B. Produkt) ein. Die Ressourcen bilden i.d.R. den größten Teil der Systemphysis. Gleichzeitig sind sie die Handelnden in einem soziotechnischen System. Als solche sind sie es, um die herum eine Organisation entsteht. Damit können sie gewissermaßen als Kristallisationskern der Systemgestaltung aufgefaßt werden. Das Ressourcenmodell basiert auf den **Potentialklassen 9 bis 14** nach KUHN (s. /WINZ97/). Das Ressourcenmodell beinhaltet somit einerseits Aspekte, die mit dem Verbrauch[19] bzw. der „Reservierung“[20] von Ressourcen sowie ihrem Zeitverhalten zusammenhängen. Bei den Ressourcenmodellen werden die Bestandteile „Ressource physischer Prozesse“, „Informationsressource“ und „Entscheidungsressource“ unterschieden. Das Ressourcenmodell basiert auf den allgemeingültigen Rohmodellen „Personal-“ bzw. „Betriebsmittelkatalog“. Die Gesamtheit der Ressourcen eines Systems ist Gegenstand vieler Veröffentlichungen aus dem Bereich der Organisationslehre (Aufbauorganisation, Stellenbildung). In diesen Schriften werden Begriffe wie „Mitarbeiter“, „Personal“, „Stelle“, „Arbeitsplatz“ oder „Betriebsmittel“ synonym mit dem hier verwendeten Begriff der Ressource verwendet. Demnach gelten die dort gemachten Aussagen auch weitgehend für das Ressourcenmodell im Rahmen dieser Arbeit.

Teilmodelle können nach dem Top-Down- oder im Buttom-Up-Ansatz erstellt werden. Bei der Buttom-Up-Vorgehensweise stellt der Modellierer im Zuge der Erstellung von Rohmodellen z.B. zunächst eine Liste der relevanten Elemente und Aspekte seiner Modellierungsaufgabe auf. Anschließend legt er für jedes Element den notwendigen Modellierungsumfang fest und abstrahiert die

[19] Auch wenn eine Ressource nicht selbst in das Prozeßergebnis (z.B. Produkt) eingeht, wird sie dennoch „verbraucht“ bzw. ist einem gewissen Verschleiß unterlegen.

[20] Mit dem Begriff „Reservierung“ soll hier angedeutet werden, daß eine bestimmte Ressource nur begrenzt zur Verfügung steht und jeweils nur durch einen Prozeß gleichzeitig genutzt werden kann.

Modelle entlang der Abstraktionsebenen (s. Kapitel 5.2.1.5). Bei der Top-Down-Vorgehensweise detailliert, dekomponiert und konkretisiert der Modellierer reale oder konzipierte Systeme entlang der Dekompositions- und Abstraktionsebenen bis auf die Instanzebene.

Bild 28 zeigt ein Beispiel eines Ressourcenmodells, das im Rahmen eines Projektes bei einem Automobilzulieferer erstellt wurde.

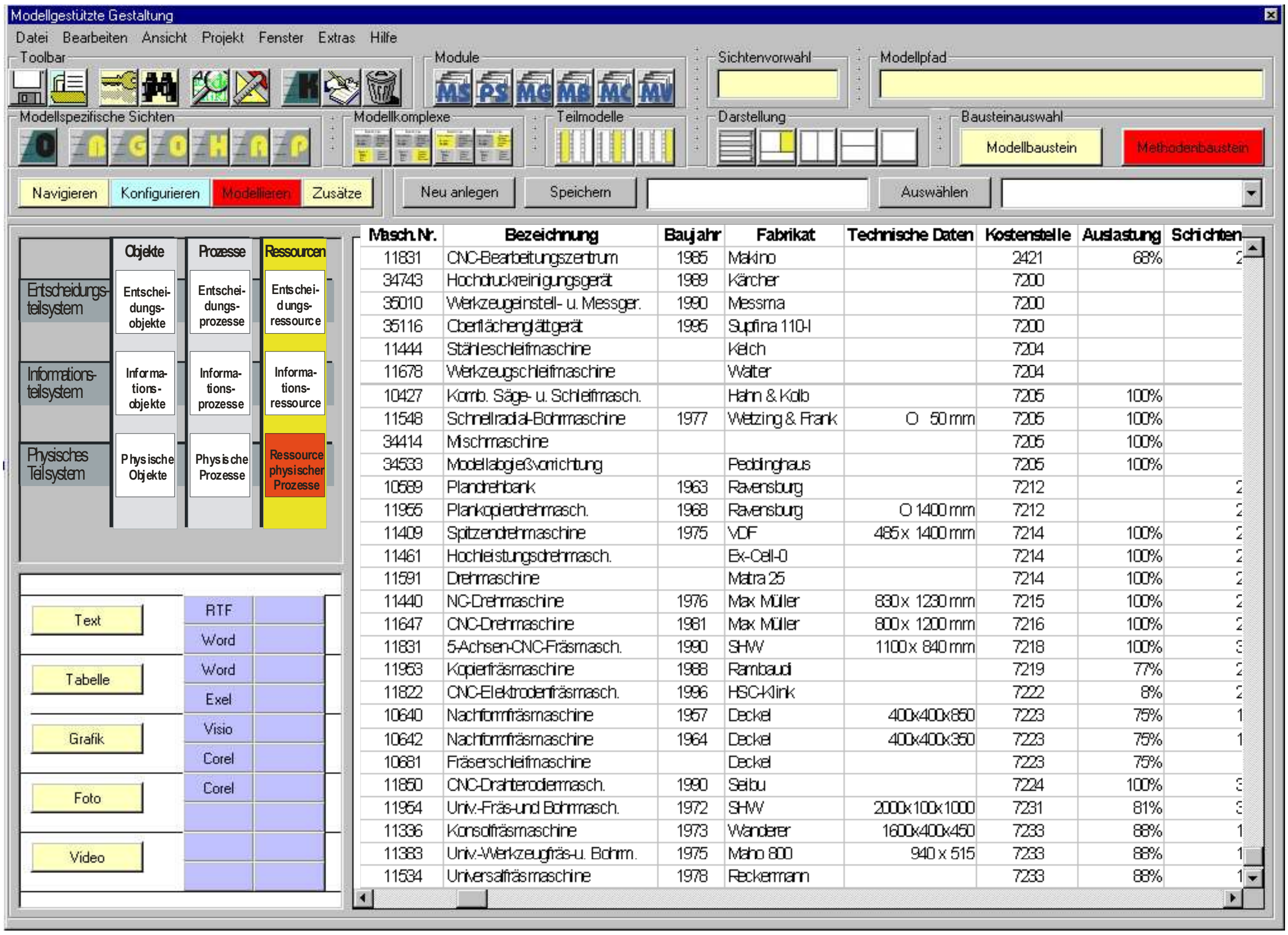


Bild 28: Ausgewählte Sicht eines mit dem Modellierungswerkzeug modellierten Ressourcenmodells

5.2.1.3 Modellkomplex der Strukturierungsmodelle

Die Ausführungen in Kapitel 5.1.2.2 haben bereits die Komplexität und die Bedeutung von Strukturen in soziotechnischen Systemen deutlich gemacht. In diesem Kapitel geht es ergänzend um die Darstellung der Position der Strukturierungsmodelle in der Gesamtheit der angebotenen Modelle. Im Rahmen der Modellierung kommt den Strukturierungsmodellen eine besondere Stellung zu, denn sie haben die Aufgabe, mittels isolierender Abstraktion (vgl. /KOSI61/, S. 318-334) das Beziehungsgefüge bzw. die Ordnungsfunktion der erstellten Teilmodelle in einer problemadäquat modellierten Form abzubilden.

Strukturierungsmodelle konzentrieren den Blick des Modellierers auf die Struktur des abzubildenden Systems. Während die Teilmodelle die Abbildung der Systembestandteile selbst zum Inhalt hatten, sind die Relationen und „Muster“ zwischen den einzelnen Bestandteilen eines soziotechnischen Systems der wesentliche Inhalt dieser Modelle. Unterschieden und abgebildet werden z.B. bestimmte Typen von Aufbau- und Anordnungsstrukturen, die Beziehungen zwischen einzelnen

Systembestandteilen oder die Aufbau- und Anordnungsstrukturen selbst. Der Komplex der Strukturierungsmodelle ermöglicht es dem Modellierer damit, seinen Blick auf rein strukturelle Fragen soziotechnischer Systeme zu konzentrieren.

Strukturierungsmodelle stellen in gewisser Hinsicht eine Zwischenstufe zwischen den Teilmodellen und den Gesamtmodellen dar. Als solche können sie aus zwei Richtungen betrachtet werden:

- Aus Richtung der Teilmodelle unterstützen sie den Modellierer bei der Komposition der einzelnen Teilmodelle auf dem Weg zur Erstellung von Gesamtmodellen.
- Aus Richtung der Gesamtmodelle ermöglichen sie die Modellierung der gedanklichen Abstraktion vom Gesamtmodell und damit die Untersuchung struktureller Eigenschaften eines Gesamtmodells.

Im Modellkomplex der Strukturierungsmodelle werden diese beiden Richtungen berücksichtigt, indem die enthaltenen Modelle je nach Standpunkt des Modellierers Hinweise auf verschiedene Fragestellungen liefern:

- Wie sollen die Maschinen im Bereich „ABC“ angeordnet werden?
- Welche Möglichkeiten der Anordnungsstrukturen gibt es überhaupt?
- Wie sind die räumlichen Verhältnisse in der Halle XYZ?
- Welche Anforderungen stellen die Maschinen an die Fläche?
- Welche Restriktionen bzgl. der gemeinsamen Anordnung gibt es?

Strukturierungsmodelle können aber auch losgelöst von den anderen Modellkomplexen betrachtet werden. Sie dienen dann zur direkten Modellierung realer Strukturen. Insgesamt werden drei verschiedene Strukturierungsmodelle mit unterschiedlichen Ausrichtungen unterschieden (s. **Bild 29**):

- **Relationsmodelle** bilden die Beziehungen und Zusammenhänge innerhalb und zwischen soziotechnischen Systemen ab (s. dazu auch Kapitel 5.1.2.2). Betrachtet man Systeme als Gebilde, die aus Elementen bestehen, welche durch Beziehungen und Zusammenhänge verknüpft sind, so standen in den bisher betrachteten Roh- und Teilmodellen die Elemente selbst im Vordergrund. Relationsmodelle konzentrieren den Blick des Gestalters dagegen auf die Verbindung dieser Elemente. Um bei der Modellierung die Übersicht zu behalten, ist es sinnvoll, in einem Relationsmodell nur eine Relation oder eine kleine, begrenzte Anzahl von Relationen abzubilden.
- **Spektrenmodelle** bilden die Spektren innerhalb soziotechnischer Systeme ab. Betrachtet man Systeme als Gebilde, die aus Elementen und Relationen bestehen, so wurden bisher Modelle für einzelne Elemente und Relationen betrachtet. Spektrenmodelle konzentrieren den Blick des Gestalters nun auf die Gesamtheit aller Elemente, Beziehungen und Zusammenhänge eines bestimmten Typs innerhalb eines Systems. Auch hier gilt, daß in einem Modell jeweils nur ein Spektrum abgebildet sein sollte.
- **Strukturmodelle** bilden die Strukturen innerhalb soziotechnischer Systeme ab. In Anlehnung an /KOSI65/ kann die Struktur eines Systems definiert werden als die Menge aller im Zeitablauf invarianter Relationen zwischen den Elementen und der Auswahl der Elemente selbst. Der Zeitraum für den Invarianz angenommen wird kann dabei begrenzt sein. Die Gesamtstruktur eines Systems kann nicht erfaßt werden, da sie sich letztlich aus allen Elementen und Relationen des Systems ergibt. Da sich die Elemente und Relationen jedes Systems aber ständig ändern, sind auch die Strukturen Änderungen unterworfen. Zeitlich begrenzte Stabilität läßt sich also nur für bestimmte Aspekte definieren, die dann gewissermaßen „Strukturlayer“ eines Systems darstellen. Die Strukturlayer können grob in die Layer „Zustandsstruktur“ (Aufbauorganisation) und „Prozeßstruktur“ (Ablauforganisation) unterschieden werden. Die Zustandsstrukturen werden mit Hilfe von **Strukturbildern** abgebildet und die Prozeßstruktur mit Hilfe von **Prozeßkettenplänen**.

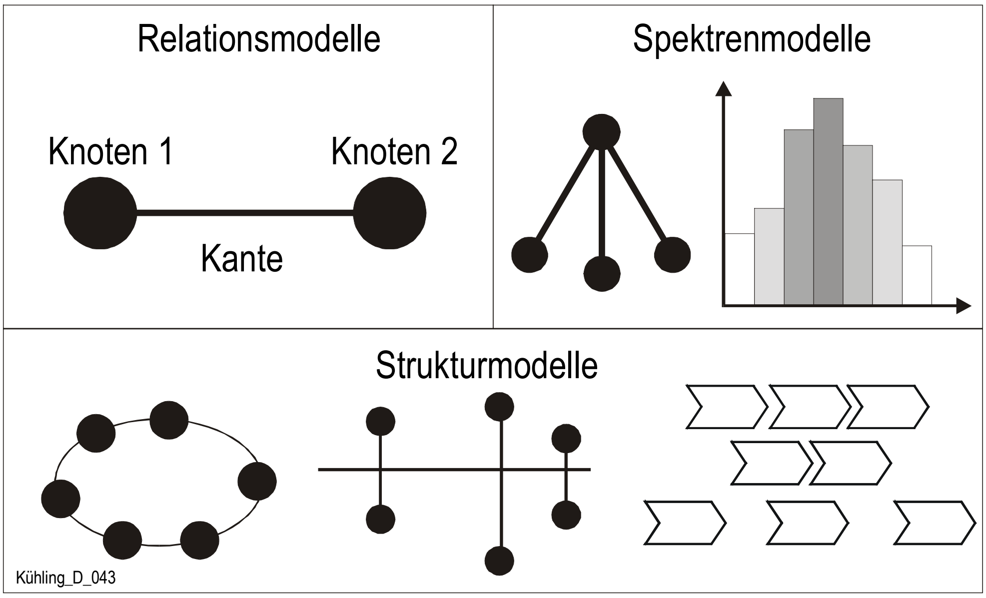


Bild 29: Strukturierungsmodelle

Bild 30 zeigt ein Beispiel eines Ausschnittes aus einem Ablaufplan, der im Rahmen eines Projektes bei einem Automobilzulieferer erstellt wurde.

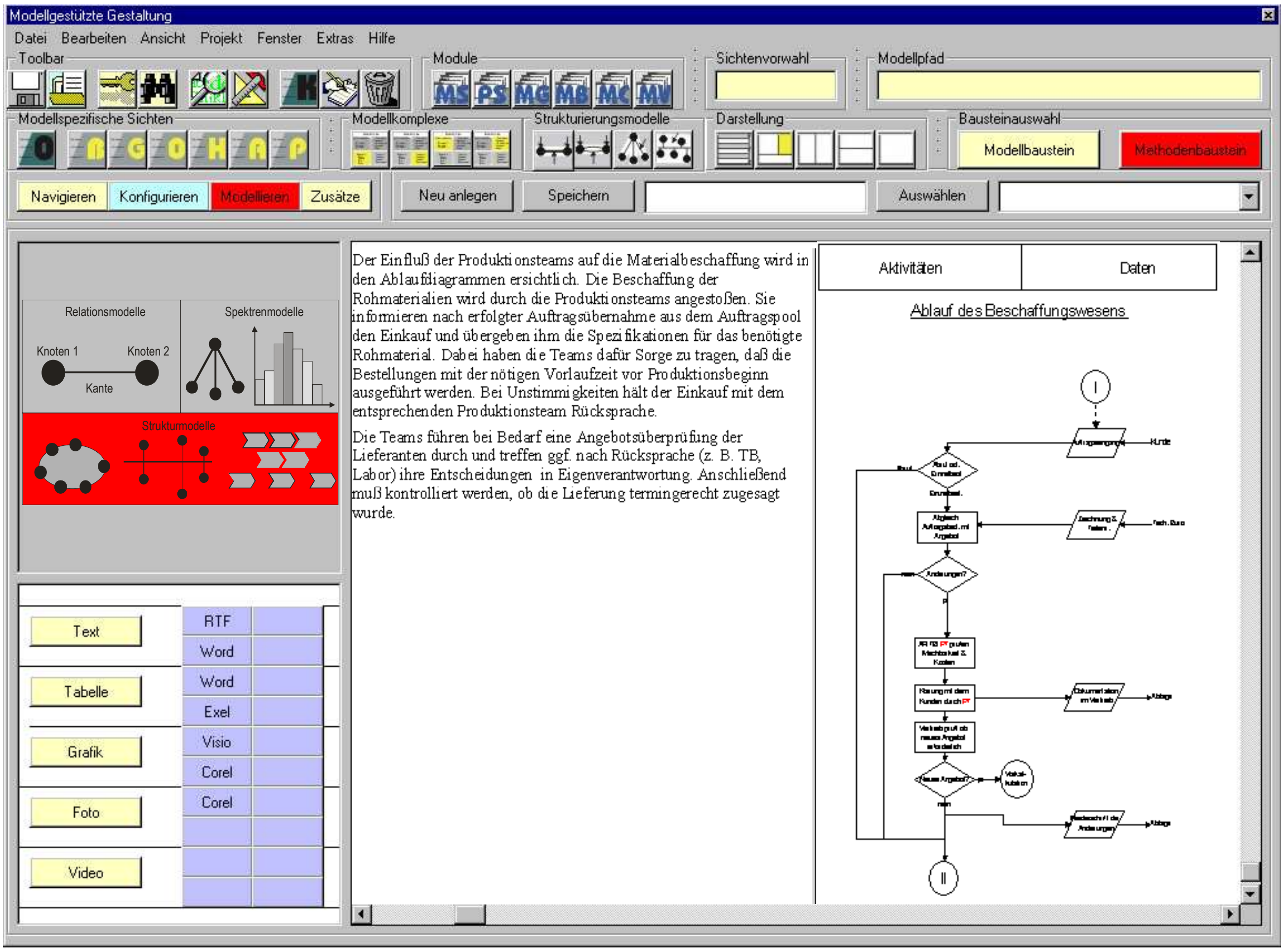


Bild 30: Ausgewählte Sicht eines mit dem Modellierungswerkzeug modellierten Strukturmodells

5.2.1.4 Modellkomplex der Gesamtmodelle

Gesamtmodelle konzentrieren den Blick des Modellierers auf den Gesamtzusammenhang des zu modellierenden Systems. Insgesamt werden drei verschiedene Gesamtmodelle mit jeweils unterschiedlicher Ausrichtung unterschieden:

- **Systemmodelle:** Ein Systemmodell führt die einzelnen Teilmodelle eines soziotechnischen Systems zusammen, indem die einzelnen Elemente eines Systems nach der Konvention soziotechnischer Systeme (s. Kapitel 5.1) durch Relationen miteinander verbunden werden. Systemmodelle bilden damit sog. Elementarsysteme (s. dazu auch Kapitel 5.1.2.2) auf unterschiedlichen Detaillierungsstufen ab. Ein Systemmodell ist nur dann vollständig, wenn alle Elemente modelliert werden. Das Systemmodell dient als allgemeines Gesamtmodell zur allgemeingültigen Abbildung des Zusammenspiels der elementaren Dekompositionselemente eines soziotechnischen Systems.
- **Lösungsmodelle:** Lösungsmodelle sind spezifizierte Teile von Systemmodellen oder ganze Systemmodelle, die jedoch in ihren modellierten Eigenschaften auf ein spezielles Problem abgestimmt sind. Sie weisen einen geringen Abstraktionsgrad auf und beziehen sich meist auf instanziierte Teil- und Strukturierungsmodelle. Sie grenzen den Lösungsraum im konkreten Fall ein, indem sie sowohl bei der Wahl der Systembestandteile als auch bei der Verknüpfung der Bestandteile durch Relationen auf eine konkrete Problemstellung Bezug nehmen.
- **Prototypen:** Prototypen sind realisierungsfähige Lösungsmodelle in ihrer spezifizierten Form. Sie haben in einem konkreten Anwendungsfall sämtliche Entscheidungsstufen durchlaufen und stehen zur Umsetzung bereit.

In der Regel erfolgt die Modellierung in der groben Reihenfolge:

Allgemeines Systemmodell ⇒ spezielles Lösungsmodell ⇒ Prototyp

Diese Reihenfolge ist in der Praxis jedoch durch zahlreiche Iterationsschritte geprägt.

Die drei Modelle im Modellkomplex der Gesamtmodelle bilden also Systeme in unterschiedlicher praktischer Konkretisierung ab, die von den systemtheoretisch geprägten allgemeinen Systemmodellen über die Lösungsmodelle bis zu den Prototypen zunimmt. Dies ermöglicht eine schrittweise Übertragung allgemein systemtheoretischer Modelle in konkrete, unternehmensspezifische Prototypen. Damit wird die Allgemeinheit und Inhaltslosigkeit systemtheoretischer Erkenntnisse, die von einigen Kritikern als Argument gegen ihre Praxistauglichkeit ins Feld geführt wird, aufgehoben. Nach der Meinung anderer Kritiker führen systemtechnische Untersuchungen letztlich immer zu komplexen Netzwerkbildern, die eine unübersichtlich große Anzahl von Elementen mit einer meist noch größeren Anzahl von Relationen verbinden. Durch diese Darstellung verlieren sie angeblich an Übersichtlichkeit und damit an Praxisrelevanz. Von der Tatsache abgesehen, daß Netzwerkbilder nicht zwangsläufig unübersichtlich sein müssen, ist diesen Kritikern entgegen zu halten, daß es nicht die Darstellung komplexer Systeme in Netzwerkbildern ist, die zur Unübersichtlichkeit führt, sondern die vorherige Aufbereitung des Untersuchungsgegenstandes. Das in dieser Arbeit verfolgte Konzept der Aufbereitung des Gestaltungsgegenstandes in Modellen unterschiedlicher Modellkomplexe erlaubt es dem Gestalter, den Untersuchungsgegenstand nach seinen persönlichen Belangen so aufzubereiten, daß nicht nur ein hohes Maß an Übersichtlichkeit, sondern insbesondere ein hohes Maß an problemspezifischem Aussagegehalt entsteht. Darüber hinaus erhält der Anwender durch die Gliederung der Modellierungsmöglichkeiten (s Kapitel 5.1.2) stets einen Anhaltspunkt über den grundsätzlichen Aufbau des Gestaltungsgegenstandes im systemtheoretischen Sinne.

Bild 31 zeigt ein Beispiel eines Lösungsmodells, das im Rahmen eines Projektes bei einem Automobilzulieferer erstellt wurde.

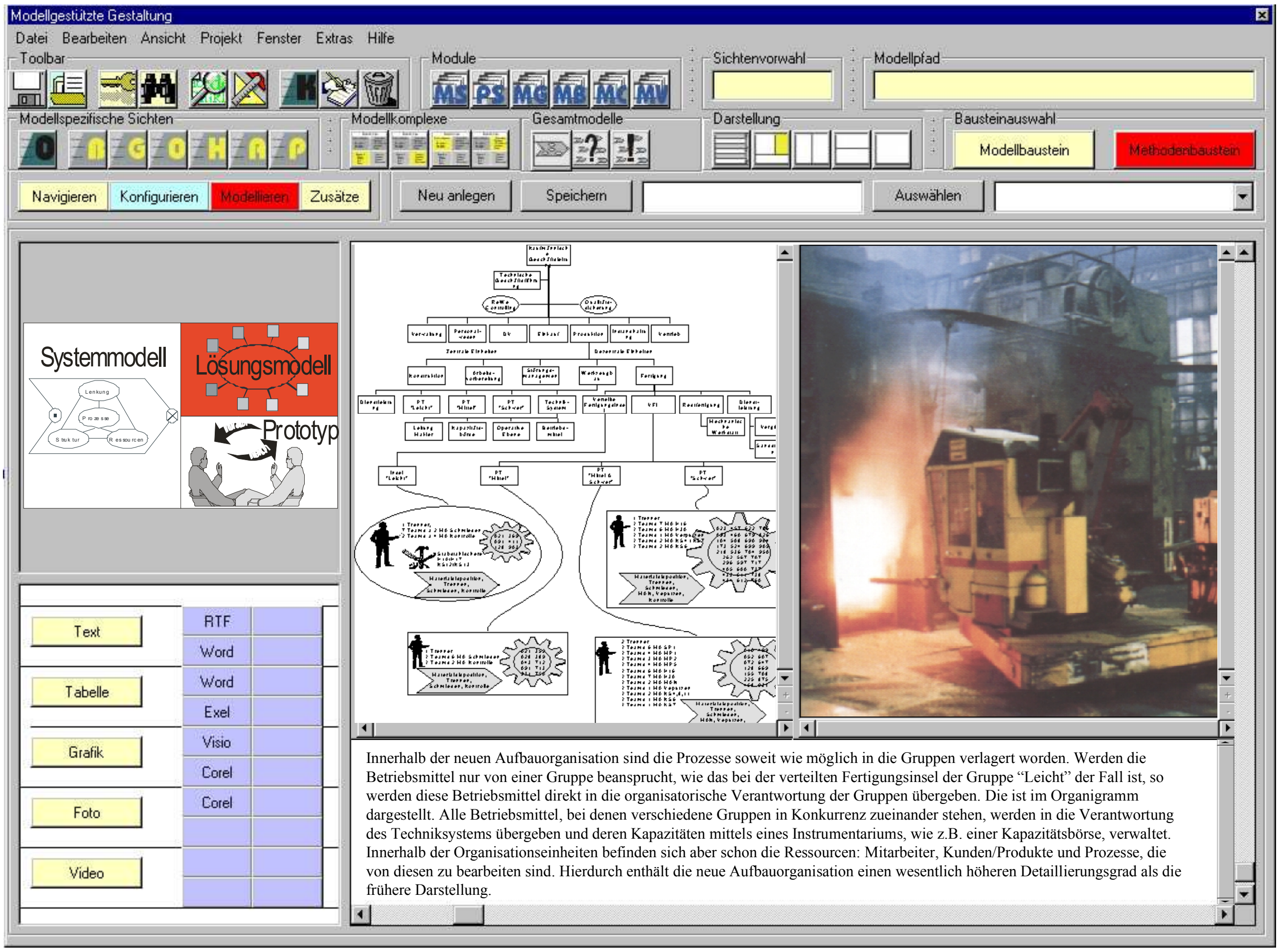


Bild 31: Ausgewählte Sicht eines mit dem Modellierungswerkzeug modellierten Lösungsmodells

5.2.1.5 Abstraktionsebenen zur Konkretisierung der Modellkomplexe

Die Strukturierung der Modelle in Modellkomplexen und die Darstellung ihres Modellierungsumfangs bieten dem Modellierer noch keine hinreichende Unterstützung bei der Festlegung des konkreten Realitätsausschnittes und des angemessenen Abstraktionsgrades bei der Umsetzung in die Modelle. Deshalb wurde im Rahmen dieser Arbeit das Abstraktionsebenenmodell entwickelt (s. **Bild 32**). Der Entwicklung dieses Modells lag die Erkenntnis zugrunde, daß Organisationsmodelle auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen entworfen werden können. Die Anzahl der Abstraktionsebenen und die modellierten Betrachtungsgegenstände einer jeden Ebene sind dabei zunächst beliebig. Entscheidend für die Entwicklung einer geeigneten Unterstützung durch ein Abstraktionsebenenmodell ist jedoch, daß das jeweils gewählte Abstraktionsniveau klar erkennbar und unterscheidbar ist, denn nur dadurch wird eine konsistente, nachvollziehbare und letztlich sogar beliebig erweiterbare Abbildung realer Sachverhalte in Modellen ermöglicht. Die Festlegung der jeweiligen Abstraktionsniveaus ist wiederum Voraussetzung dafür, sich einerseits über die notwendigen Abstraktionsebenen im klaren zu werden und andererseits bei der Modellierung die Konsistenz der Ableitung seiner Modelle überprüfen zu können. In dieser Arbeit werden fünf Abstraktionsebenen für die Ableitung von Modellbausteinen unterschieden, die sich in die beiden Bereiche:

- modelltheoretische Abstraktionsebenen und
- Abstraktionsebenen der spezifischen Modellierung

einteilen lassen.

Die modelltheoretischen Abstraktionsebenen dienen der Sortierung der erstellten Modelle im Sinne des Grundaufbaus soziotechnischer Systeme, sie können gemäß diesem Grundverständnis geschlossen formuliert werden. Die Abstraktionsebenen der spezifischen Modellierung können nur im konkreten Anwendungsfall in Abhängigkeit von den Modellierungszielen und dem Modellierungsgegenstand genau festgelegt werden. Die hier dargestellte Einteilung stellt dazu lediglich ein Grundgerüst bereit. Im folgenden sollen die einzelnen Ebenen kurz erläutert werden.

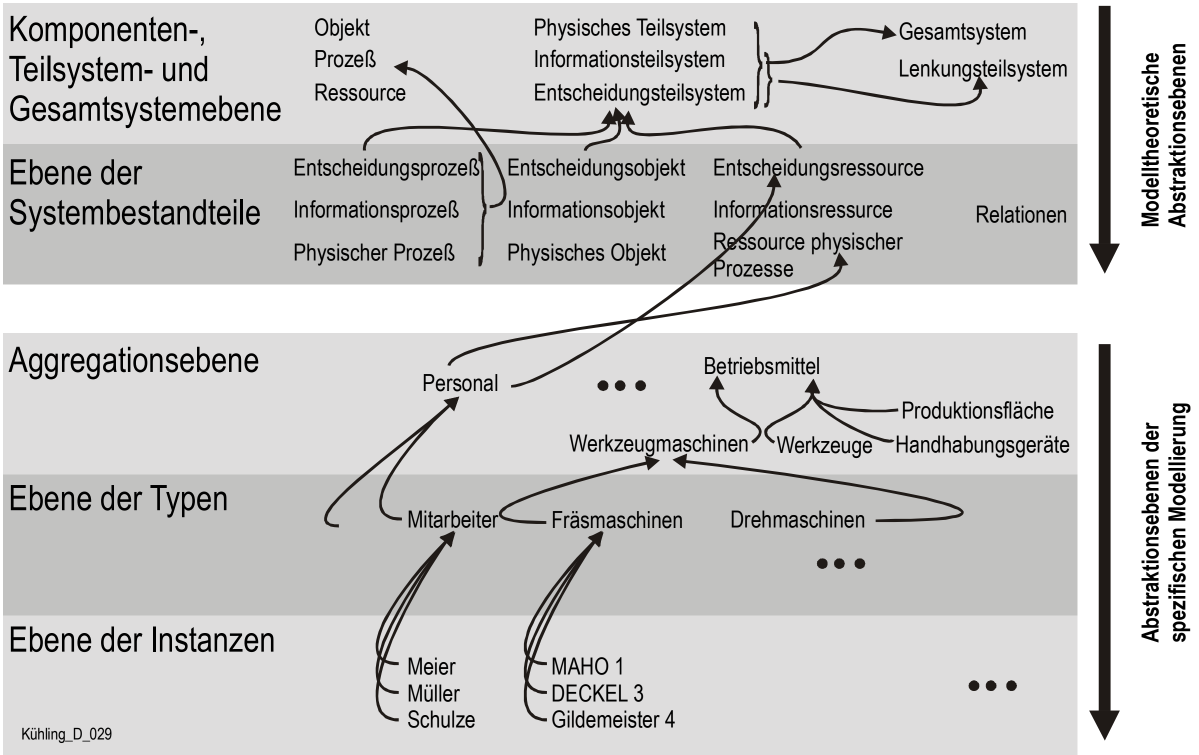


Bild 32: Abstraktionsebenen der Modellbausteine

Ebene der Instanzen: Die unterste Ebene umfaßt individualisierte (konkrete, unternehmensspezifische) Modellbausteine. Hier sind alle in der Modellierungsumgebung abgebildeten Bausteine durch konkrete Namen oder Bezeichnungen „instanziiert". Individuelle Modellbausteine können entweder im Zusammenhang mit einem konkreten Unternehmen oder als Referenzmodelle erstellt werden. Viele dieser individuellen Modellbausteine sind heute bereits in jedem Unternehmen vorhanden und werden z.B. in Datenbanken oder Karteien verwaltet, auch wenn sie nicht als solche erkannt werden. Es handelt sich dabei z.B. um Konstruktionszeichnungen, Personaldaten, Arbeitspläne oder Auftragsdaten. Individuelle Modellbausteine werden als Instanzen organisatorischer Gegebenheiten bezeichnet.

Ebene der Typen: Die zweite Abstraktionsebene ist die sog. Typebene. Sie ist im Zusammenhang mit konkreten Gestaltungsmaßnahmen in einem Unternehmen von besonderer Bedeutung, denn bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme werden neben Kenntnissen aus der Analyse und Modellierung individueller Modellbausteine insbesondere Kenntnisse über generelle Zusammenhänge benötigt. Auf der Typebene fließen gewissermaßen die Kenntnisse über die generellen Zusammenhänge aller individuellen Modellbausteine eines Typs zusammen. Dadurch wird es möglich, im Rahmen von Gestaltungsmaßnahmen grundsätzliche Änderungen für alle Modellbausteine des jeweiligen Typs vorzunehmen (Prinzip der Vererbung), also gewissermaßen ein Schema vorzugeben, an dem sich dann alle Instanzen dieses Typs orientieren. Durch eine explizite Regelung von Ausnahmen können jedoch auch individuelle Abweichungen der Instanzen berücksichtigt werden. Beim Übergang von einer Instanz zu einem Typ wird bei der Modellierung von den individuellen Ausprägungen der einzelnen Modellbausteine abstrahiert. Im Sinne der Objektorientierung besteht zwischen einem Systemtyp und einer Instanz eine Klassen-Instanz-Beziehung. Damit bilden alle individuellen Modellbausteine eines Typs die entsprechende Klasse eines bestimmten Typs. Die instanziierten Modellbausteine übernehmen (erben) die Eigenschaften des Typs. Die einzelnen Klassen auf der Typebene werden durch ihre Bezeichnung, die allgemeinen typbezogenen Eigenschaften und die Aufzählung der möglichen Attribute, durch welche die aus ihnen ableitbaren Instanzen beschrieben werden, charakterisiert. So könnte z.B. die Klasse „Fräsmaschinen" durch die Attribute „Maschinennummer", „Maschinenbezeichnung" und „Kapazität" gekennzeichnet sein. Die konkreten Ausprägungen dieser Attribute sind dann „System- bzw. Bausteineigenschaften" einer konkreten Fräsmaschine. Sie werden auf der Instanzebene modelliert.

Aggregationsebene: Auf der Aggregationsebene werden bestimmte Typen zu übergeordneten Klassen zusammengefaßt (aggregiert). So können z.B. Fräs- und Drehmaschinen, die auf der Typebene modelliert wurden, zu der Klasse „Werkzeugmaschinen" zusammengefaßt werden. Im Gegensatz zur Typebene werden auf der Aggregationsebene nicht die Informationen der einzelnen Typen modelliert, sondern die Informationen, die einerseits für alle Typen dieser Klassen gleich sind und andererseits Informationen über das Spektrum an enthaltenen Typen bzw. Merkmale, welche die einzelnen Typen unterscheiden. Beispiele für Attribute der Klasse „Werkzeugmaschinen" auf der Aggregationsebene sind „Technologie", „Investitionsbudget" oder „Anbieter". Auf der Aggregationsebene sind beliebig viele Unterebenen (Klassenebenen) denkbar. So können z.B. innerhalb der Aggregationsebene Werkzeugmaschinen, Werkzeuge, Handhabungsgeräte und Produktionsflächen zur Klasse „Betriebsmittel" aggregiert werden. Die konkrete Anzahl der Hierarchiestufen ist dabei genau wie die zu aggregierende Anzahl der untergeordneten Klassen vom zu modellierenden organisatorischen Sachverhalt abhängig. Die Aggregationsebene spielt im Rahmen der Gestaltung soziotechnischer Systeme eine besondere Rolle, da die Modellbausteine auf dieser Ebene die relevanten Anknüpfungspunkte für gestalterische Maßnahmen bereitstellen. Die Identifikation und gestalterische Behandlung dieser Anknüpfungspunkte basiert hier auf den von KUHN definierten 17 Potentialklassen (s. /WINZ97/).

Ebene der Systembestandteile: Auf der Ebene der Systembestandteile werden die Modelle der Aggregationsebene zu Bestandteilen eines soziotechnischen Systems abstrahiert. In dieser Arbeit werden neun Bestandteile sowie allgemein die Relationen eines soziotechnischen Systems betrachtet. Diese Bestandteile und Relationen legen gleichzeitig den verfügbaren Modellierungsumfang der hier entwickelten Modellierungsumgebung fest. Eine Klasse der Aggregationsebene kann mehreren Klassen der Systembestandteilebene zugeordnet werden. So kann z.B. die Klasse „Mitarbeiter" sowohl zum Bestandteil „Ressource physischer Prozesse" als auch zum Bestandteil „Entscheidungsressource" abstrahiert werden. Hier zeigt sich besonders deutlich die Bedeutung und der Sinn der Einteilung von Abstraktionsebenen. Darüber hinaus kann auf der Ebene der Systembestandteile die Vollständigkeit eines Gesamtmodells überprüft werden, denn sobald einer Instanz (in der Realität beobachtbares und unter gestalterischen Gesichtspunkten als relevant eingestuftes System, Subjekt, Sachverhalt oder Objekt) keinem der definierten Elemente zugeordnet werden kann, ist ein „Modellierungsleck" entdeckt. Ein solches Leck führt dann entweder dazu, daß der in der Realität beobachtbare Sachverhalt nicht abgebildet werden kann oder es führt zu einer Erweiterung des Modells. Umgekehrt gilt, wenn einem Modellbaustein der Ebene der Systembestandteile über die Modellierung auf den verschiedenen Abstraktionsebenen keine Instanz in der Realität zugeordnet werden kann, liegt eine „Modellblase" bzw. ein „Modellierungsholraum" vor, der nicht gefüllt werden kann. Im Rahmen dieser Arbeit wurde diese Eigenschaft genutzt, um die Konsistenz der entwickelten Modellierungsumgebung zu überprüfen.

Komponenten-, Teilsystem- und Gesamtsystemebene: Auf dieser Ebene können die Systembestandteile bei Bedarf zu Systemkomponenten bzw. Teilsystemen und Gesamtsystemen zusammengefaßt werden. Insgesamt werden in dieser Arbeit die vier Teilsysteme „Entscheidungsteilsystem", „Informationsteilsystem", „Physisches Teilsystem" und „Lenkungsteilsystem" sowie die drei Komponenten „Ressource", „Prozeß" und „Objekt" unterschieden. Diese Komponenten und Teilsysteme ergeben sich aus der Definition der unterschiedlichen Betrachtungsebenen soziotechnischer Systeme (s. Kapitel 4.1.1.3). Die Komponenten-, Teilsystem- und Gesamtsystemebene spielt für die Strukturierung der Modellbausteine eine wichtige Rolle:

- Einerseits ergibt sich die Möglichkeit, sehr abstrakte Modellbausteine zu entwickeln, die allgemeingültig und dennoch aussagekräftig sind. Dies ist besonders dann hilfreich, wenn organisatorische Sachverhalte auf einer sehr groben Detaillierungsstufe behandelt werden. Dadurch können reale Sachverhalte mit sehr geringem Aufwand abgebildet und einer Gestaltung zugänglich gemacht werden.
- Andererseits bietet diese Ebene aufgrund des hohen Abstraktionsniveaus die ideale Ebene zur Integration bekannter anderer Modelle oder Architekturen. Ein Vergleich mit den bekannten Ansätzen zur Fabrik- und Geschäftsprozeßmodellierung und dem in Kapitel 4.1.1 dargestellten Modell des soziotechnischen Systems macht deutlich, daß auf dieser Ebene eine Integration sehr leicht erfolgen kann.

Bei der praktischen Modellierung muß nicht unbedingt jede Abstraktionsebene ausgefüllt werden. Entscheidend ist, daß sich der Modellierer über die von ihm gewählte Abstraktionsebene klar wird und daß er diese möglichst einheitlich bei der Modellierung verwendet. Das Abstraktionsebenenmodell hat damit lediglich den Sinn, den Modellierer bei der Konkretisierung und Einordnung der von ihm beobachteten Phänomene zu unterstützen.

5.2.1.6 Beschreibungsmodelle als Schwerpunkt der Modellkomplexe

Vergleicht man die bisherigen Ausführungen zur entwickelten Modellierungsumgebung mit dem im Kapitel 2.1.1 abgeleiteten Modellbegriff, so fällt auf, daß durch die beschriebenen Modellierungsmöglichkeiten der Schwerpunkt auf den sog. sprachlich-semantischen Beschreibungsmodellen liegt. Nach dieser Definition bilden Beschreibungsmodelle im allgemeinen formale organisatorische Elemente und Tatbestände bzw. Sachverhalte unter einem jeweils ausgewählten Blickwinkel ab. Als formal werden hier Tatbestände definiert, die in einem bewußten Gestaltungsakt von der Systemleitung in unabhängig von bestimmten Personen gültigen Regelungen festgelegt und in Kraft gesetzt werden können (vgl. /HILL76/). Als Ansatzpunkte zur Formalisierung wurden im Kapitel 5.1 in erster Linie Gebilde- und Prozeßstrukturen soziotechnischer Systeme sowie die Knoten und Kanten genannt, aus denen diese Strukturen bestehen. Für die Entwicklung geeigneter Modelle kann davon ausgegangen werden, daß die Gebilde- und Prozeßstrukturen aus einzelnen „Bausteinen" zusammengesetzt werden können. Unter diesen Voraussetzungen unterstützen die Beschreibungsmodelle auf den einzelnen Stufen der Modellkomplexe den Prozeß der organisatorischen Gestaltung in doppelter Hinsicht:

- Beschreibungsmodelle spezifizieren den betrachteten Gestaltungsgegenstand, indem sie die formalen Elemente detailliert und eindeutig beschreiben (präzisieren).
- Beschreibungsmodelle generalisieren den betrachteten Gestaltungsgegenstand, indem sie eine Festlegung ermöglichen, die unabhängig von Einzelpersonen und Einzelereignissen als Dauerregelungen gelten, so daß sie einzelne Abweichungen, Störungen, Situationswechsel und selbst einen Wechsel z.B. des Rollenträgers überdauern.

Beschreibungsmodelle sind zunächst rein deskriptive Modelle. Sie dienen dem Gestalter einerseits zur Abbildung vorhandener Tatbestände und andererseits zur Dokumentation evtl. zukünftiger Tatbestände. Damit erfüllen Beschreibungsmodelle jedoch bereits zentrale Funktionen im Gestaltungsprozeß, denn Beschreibungsmodelle sind:

- Medium zur strukturierten Dokumentation,
- Wissensspeicher,
- Kreativitätspool und
- Medium zur systemweiten Konsensbildung zugleich.

Beschreibungsmodelle dienen somit als fundamentale gestalterische Instrumente. Jedes Beschreibungsmodell befaßt sich dabei entweder mit einem bestimmten Element bzw. Aspekt oder einer bestimmten Kombination von Elementen und Aspekten. Auch wenn Beschreibungsmodelle den Schwerpunkt auf die (neutrale) Beschreibung realer Sachverhalte legen, bergen sie aufgrund dieser Eigenschaften ein enormes gestalterisches Potential in sich. Die hier vorgestellten Beschreibungsmodelle reichen somit für die gestalterische Arbeit als Grundlage bereits aus, sie können durch den Gestalter jedoch gemäß der Modellkaskade (s. **Bild 33**) ohne große Mühe zu Erklärungs- und Entscheidungsmodellen ergänzt werden.

Aufgrund dieser fundamentalen Bedeutung der Beschreibungsmodelle hat sich die vorliegende Arbeit bei der Entwicklung Modellierungsumgebung auf **Beschreibung**smodelle beschränkt. Die Entwicklung geeigneter Grundlagen und Instrumente für Erklärungs- und Entscheidungsmodelle bleibt späteren Arbeiten vorbehalten.

Bisher ist für die Produktion kein umfassendes und durchgängiges Konzept aus Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodellen bekannt. Die in der Literatur dokumentierten Konzepte konzentrieren sich meist auf sehr eingeschränkte Modelle. Auch die vorliegende Arbeit hat nicht das Ziel, ein solches Konzept vollständig darzustellen. Die in dieser Arbeit entwickelten Beschreibungsmodelle liefern jedoch die Basis für eine durchgängige Konzeption über alle drei Modellarten. Diese Konzeption beruht auf einem „Kaskadenansatz“ (s. **Bild 33**). Nach diesem Ansatz bauen die Erklärungsmodelle auf den Beschreibungsmodellen und die Entscheidungsmodelle auf den Beschreibungs- und Erklärungsmodellen auf. In diesem Sinne können die einzelnen Modellarten folgendermaßen charakterisiert werden:

- **Beschreibungsmodelle:** Beschreibungsmodelle werden in dieser Arbeit in vier Modellkomplexen strukturiert (s.o.). Die derart strukturierten Modelle ermöglichen eine beliebig detaillierbare Beschreibung soziotechnischer Systeme auf der Basis umfangreicher gestalterischer und methodischer Erkenntnisse. Die einzelnen Modellkomplexe bieten für die wichtigsten gestalterischen Fragestellungen jeweils spezielle Modelle an. Da ferner jedes System sowohl unter strukturell-statischen als auch unter prozessual-dynamischen Aspekten betrachtet werden kann, besteht die Möglichkeit, zwischen statischen Modellen bzw. Strukturmodellen und Prozeß- bzw. Verhaltensmodellen zu unterscheiden.

- **Erklärungsmodelle:** Die Erklärungsmodelle basieren auf den Beschreibungsmodellen, da eine Erklärung realer Phänomene letztlich nur über Beschreibungsmodelle möglich ist, die zumindest gedanklich, idealer Weise jedoch schriftlich fixiert vorliegen müssen. Zur Ermittlung von Erklärungsmodellen werden zunächst mit Hilfe der Beschreibungsmodelle relevante Modellbausteine eines Ausschnittes des zu erklärenden Systems erstellt. Dabei kann auf jedes der Modelle in den einzelnen Modellkomplexen zurückgegriffen werden. Die gebildeten Modellbausteine der relevanten Realitätsausschnitte werden anschließend entweder indirekt zur Entwicklung geeigneter empirischer Studien in der Realität oder direkt in Labor- bzw. Simulationsexperimenten eingesetzt. Erklärungsmodelle umfassen somit auf der einen Seite genaue Beschreibungen der zu untersuchenden Problemstellung (Erklärungsgegenstand) und auf der anderen Seite Erkenntnisse, die sowohl die strukturell-statischen als auch die prozessual-dynamischen Aspekte eines Systems erklären. Diese Erkenntnisse können in Form von Regelwerken abgelegt werden.

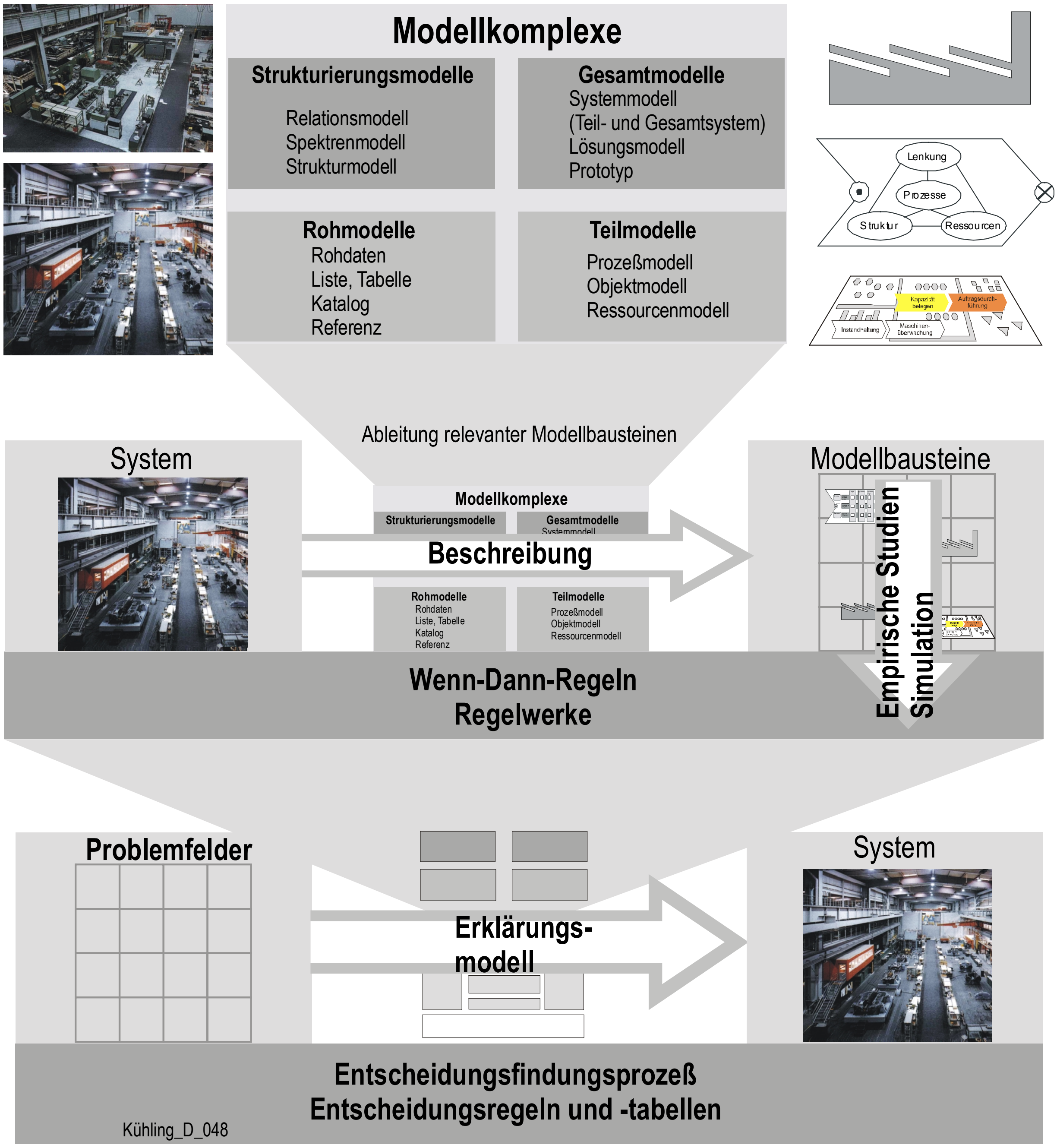


Bild 33: „Kaskade“ von Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodellen

- **Entscheidungsmodelle:** Entscheidungsmodelle dienen einerseits der Vorbereitung von Entscheidungen innerhalb eines Gestaltungsprojektes und andererseits der Unterstützung und begleitenden Dokumentation von Entscheidungsprozessen. Die Beschreibungsmodelle dienen dabei als „Demonstratoren“ des Entscheidungsgegenstandes. Dabei sind insbesondere die modellierten Anforderungen, Ziele, Randbedingungen und Restriktionen im Sinne von Bewertungskriterien von Bedeutung. Die Erklärungsmodelle unterstützen den Entscheidungsprozeß indem sie Zusammenhänge darstellen und Prognosen über das zukünftige Verhalten des Entscheidungsgegenstandes ermöglichen.

Zusammenfassend kann durch die Verwendung von Modellen folgender Nutzen entstehen:

- **Komplexitätsbewältigung:** Modelle werden durch Abstraktion eines Systems erstellt. Sie weisen gezielt ausgewählte, speziell dem Modellierer als relevant erscheinende Sachverhalte und somit eine geringere Komplexität auf (vgl. /REMM97/).
- **Entscheidungsvorbereitung:** An Modellen können auf wirtschaftliche Weise Gestaltungsmaßnahmen simuliert und auf ihre Konsequenzen hin überprüft werden. Auf diesem Wege unterstützen sie die Entscheidung zwischen Alternativen (vgl. /REMM97/).
- **Kommunikationsinstrument:** Modelle können organisatorisches Wissen transportieren. Dies kann z.B. zum Zweck der eigentlichen Gestaltung im Team, der Beteiligung von Mitarbeitern, der Qualifikation oder der reinen Dokumentation stattfinden.
- **Transparenz:** Modelle erhöhen als Abbildungen der Realität die Transparenz der dargestellten Sachverhalte. Zudem wirkten sie als „Standardisierung“ für die dort verwendeten Begriffe und führen damit zu einem einheitlichen Sprachgebrauch.
- **Formalisierung:** Bedient man sich bei der Modellierung einer formalen Beschreibungssprache, können die Modelle als Ausgangspunkt für computergestützte Organisationsanalysen verwendet werden (vgl. /REMM97/).
- **Implementierung einer „Anatomie“ soziotechnischer Systeme:** Die Forschungslandschaft auf dem Gebiet der Modellierung und Gestaltung soziotechnischer Systeme zeigt sich extrem uneinheitlich in Inhalt und Qualität. Mit Hilfe einer sinnvoll strukturierten, weitgehend vollständigen und anerkannten Modellierungsumgebung wäre der erste Schritt in Richtung einer „Anatomie“ soziotechnischer Systeme getan.

Die Modellierung ist allerdings auch mit Risiken verbunden. Beispiele sind:

- **Unvollständigkeit:** die Modellierung in formalen Regelungen ist kaum möglich. Wenn die eingesetzten Modelle wichtige Aspekte nicht aufweisen, besteht die Gefahr, daß sie in den entstehenden Strukturen nicht ausreichend berücksichtigt werden.
- **Vereinfachung:** Modellierung impliziert Abstraktion. Dadurch bleiben bewußt Aspekte unberücksichtigt. Es besteht die Gefahr der übermäßigen Vereinfachung.
- **Veralterung:** In vielen Fällen ändern sich einzelne Aspekte im Zeitablauf. In solchen Fällen ist die Anpassung der Modelle sicher zu stellen, da sie sonst veralten.

5.2.1.7 Modellierung mit Hilfe der Modellkomplexe

Bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme mit Hilfe der dargestellten Modellkomplexe nach dem **Bottom-up-Prinzip** sind zunächst die einzelnen Bestandteile eines Systems vor dem Hintergrund ihres Zusammenwirkens zu konkretisieren. Dies erfolgt in den einzelnen **Teilmodellen**. Anschließend ist das System als Ganzes aus den einzelnen Bestandteilen zu formen. Dabei unterstützen die **Strukturierungsmodelle** den Modellierer, indem sie die Anordnung und das Verhältnis der einzelnen Bestandteile zueinander auf verschiedenen Ebenen (Layern) veranschaulichen. Im Zusammenhang mit der Systembildung sind die vorgestellten Teilmodelle sowie die Strukturierungsmodelle einerseits in ihrem bisherigen Ausbau als Träger detaillierter Informationen und andererseits als heuristische Referenz für die Zusammenstellung von Gesamtmodellen in Form von „Kristallisationspunkten“ einsetzbar. Die Teil- und Strukturierungsmodelle können somit als **Modellbausteine** für die Modellierung von **Gesamtmodellen** eingesetzt werden. Sie müssen dann im konkreten Anwendungsfall systemspezifisch ausgeführt und zu Gesamtsystemen kombiniert werden. Der Prozeß der Systembildung ist vor diesem Hintergrund vergleichbar mit dem Prozeß bei der Erstellung eines Puzzles, denn auch da sind die einzelnen Teile und die Gesamtstruktur des Systems bekannt, das System (Gesamtmotiv) existiert jedoch vor der Modellierung noch nicht.

Mit zunehmender unternehmensspezifischer Konkretisierung eines Systems nimmt die Informationsbreite (Anzahl betrachteter Elemente) ausgehend von den Rohmodellen bis hin zu den Gesamtmodellen zwar zu, gleichzeitig nimmt jedoch die modellspezifische Informationstiefe (Anzahl der dargestellten Informationen zu einem Element) ab. Dadurch bleibt die Informationsdichte auf jeder Konkretisierungsstufe beherrschbar. Dies wird dadurch möglich, daß auf jeder Modellstufe nur die relevanten Informationen modelliert werden, so daß erst in Verbindung mit den jeweils anderen Stufen die gesamte Komplexität der Modellierung soziotechnischer Systeme bemerkbar wird. So werden z.B. auf der Stufe der Teilmodelle nur Informationen über die einzelnen Elemente eines Systems modelliert und auf der Stufe der Strukturierungsmodelle die Informationen über die Verbindungen zwischen den Elementen. Auf der Stufe der Gesamtmodelle werden die Elemente schließlich mit Hilfe der Strukturierungsmodelle zu Gesamtsystemen zusammengeführt. Damit spielen auf dieser Ebene lediglich diejenigen Eigenschaften eine Rolle, die das System als Ganzes betreffen. Dies bedeutet nicht, daß damit auch alle Informationen der darunter liegenden Stufen in den Gesamtmodellen enthalten sind. Sie sind über Querverweise referenziert.

Bild 34 stellt den Zusammenhang zwischen den Ebenen des Abstraktionsebenenmodells und der Bottom-Up-Vorgehensweise bei der Erstellung von **Teilmodellen** her. Hier zeigt sich die Wirkungsweise des Abstraktionsebenenmodells im praktischen Einsatz.

Die in den einzelnen Modellkomplexen erstellten Modelle stehen dabei zunächst isoliert nebeneinander. Die Zusammenstellung von Teilmodellen erfolgt entweder über die Strukturierungsmodelle oder durch die Gesamtmodelle. Die Modelle der höheren Abstraktionsebene referenzieren dabei auf die Modelle der nächst tieferen Ebene. Gesamtmodelle können für Supersysteme, Systeme, Subsysteme und Teilsysteme auf einer beliebigen Dekompositionsstufe erstellt werden. Die Teilmodelle, auf die von den übergeordneten Modellen referenziert wird, beziehen sich dann jeweils auf die entsprechende Dekompositionsstufe.

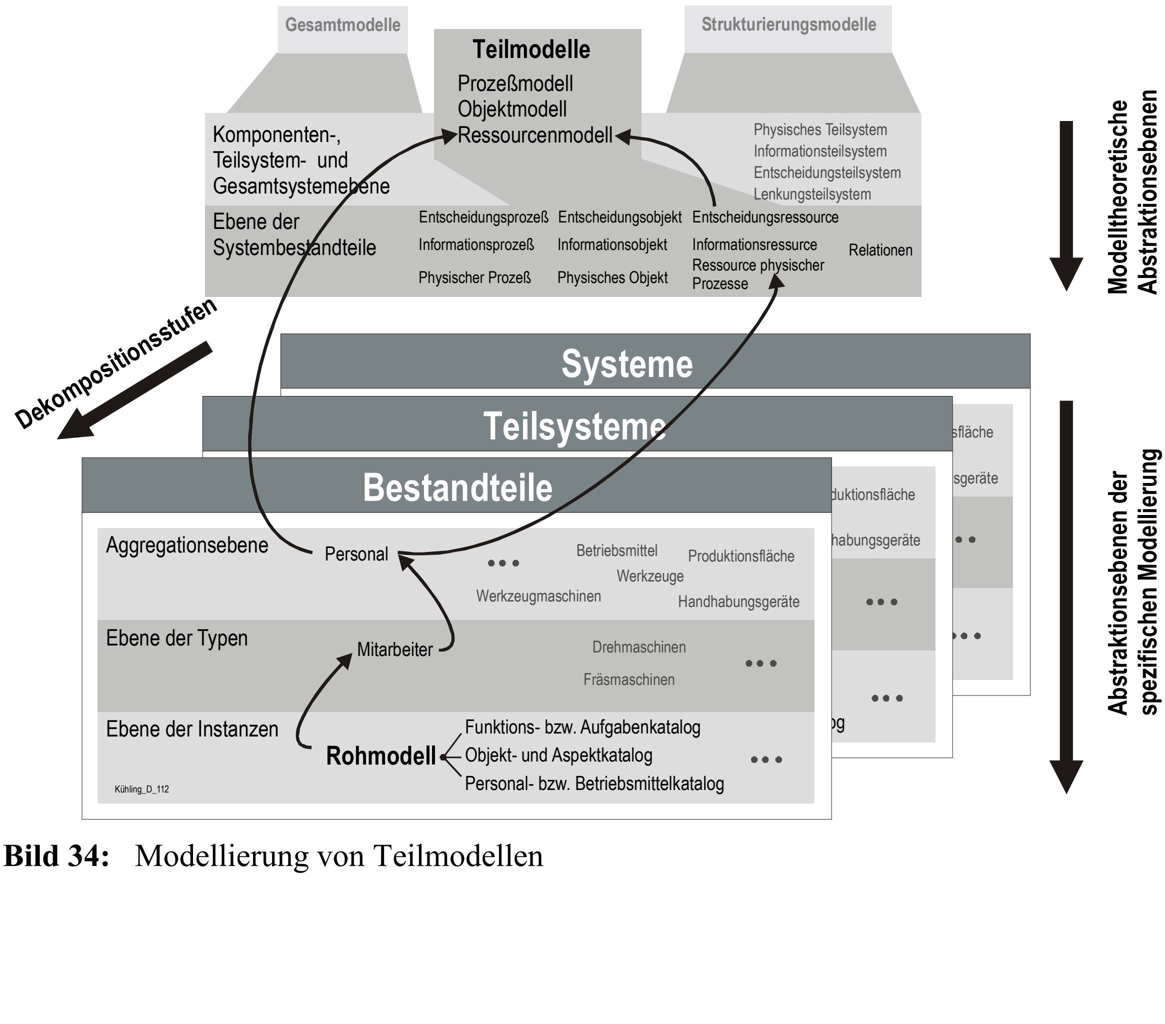


Bild 34: Modellierung von Teilmodellen

Bild 35 zeigt weiterführend die prinzipielle Modellierung von **Teilmodellen** auf der Basis von Katalogen. Nach dem Grundsatz der Verbundmodellierung (s. Kapitel 5.2.4.3) werden aus den Rohmodellen (z.B. Bildersammlungen, Tabellen oder Kataloge) zunächst Teilmodelle erstellt[21]. Am Beispiel der Prozeßmodelle bedeutet dies, daß der Modellierer die in Aufgabenkatalogen (Aufgabenmodelle) gesammelten Aufgaben konkreten Teilsystemen eines Subsystems zuordnet. Die Prozesse werden demnach subsystemspezifisch auf die Entscheidungs-, Informations- oder physische Ebene verteilt. Im Rahmen der Verbundmodellierung bedeutet dies, daß die Tabellen oder Kataloge durch die Ergänzung der Informationen in den jeweils relevanten Sichten zu Teilmodellen weiterentwickelt werden. In ähnlicher Weise wird mit den übrigen Teilmodellen verfahren.

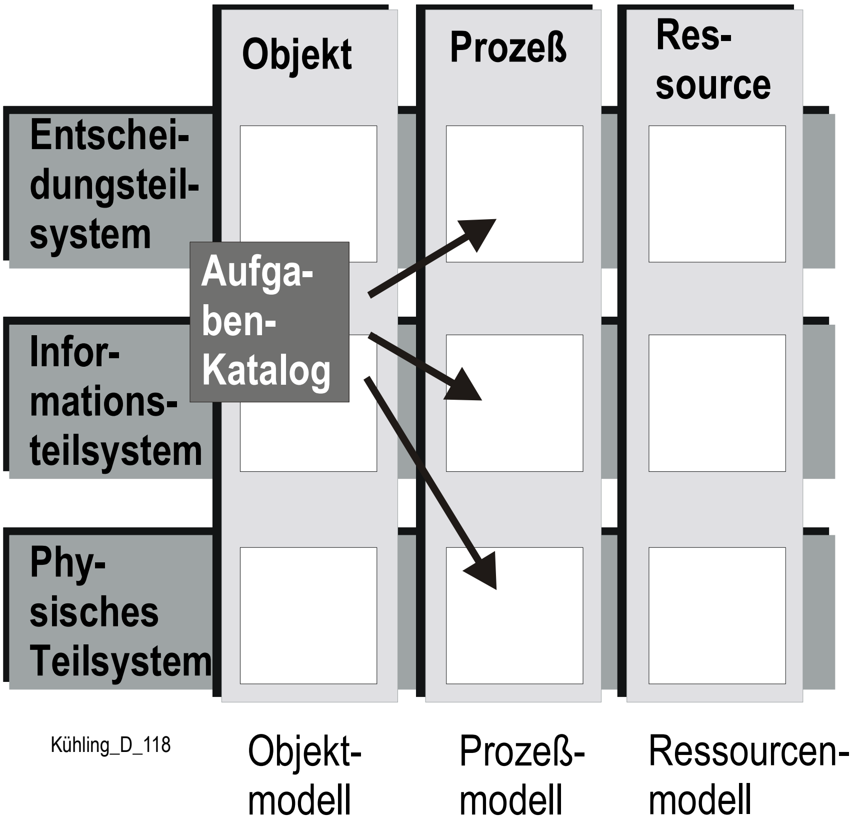


Bild 35: Modellierung auf der Basis von Katalogen

Im Gegensatz zu den Teilmodellen basieren **Strukturierungsmodelle** auf einer Kombination unterschiedlicher Kataloge. Je nachdem, ob Relationsmodelle, Spektrenmodelle oder Strukturmodelle erstellt werden sollen, kommen Beziehungskataloge, Bestandteilkataloge oder Systemkataloge zum Einsatz (s. **Bild 36**).

Strukturierungsmodelle ergänzen die Teilmodelle um weitere gestaltungsrelevante Informationen. Mit der Modellierung von Strukturierungsmodellen tritt der Gestalter von der Betrachtung einzelner Bestandteile eines soziotechnischen Systems in die Darstellung und Untersuchung der „Anatomie" soziotechnischer Systeme über. Das Interesse liegt dabei nicht mehr auf der gestalterischen Erfassung einzelner „Bauteile" des Systems, sondern auf der gestalterischen Erfassung des gesamten „Konstruktes". Die Strukturierungsmodelle konzentrieren den Blick des Gestalters dabei jedoch zunächst auf die strukturellen Eigenschaften des Systems und noch nicht auf das Gesamtsystem selbst.

[21] In ähnlicher Weise erfolgt auch die Modellierung der übrigen Dekompositionsstufen.

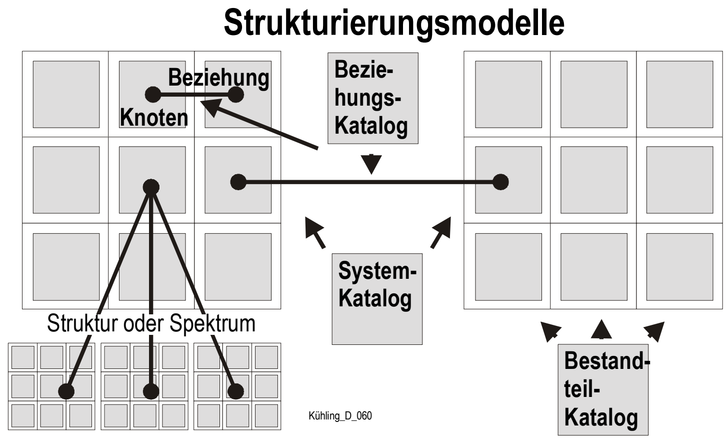


Bild 36: Modellierung von Strukturierungsmodellen aus Katalogen

Die höchste Stufe der Beschreibungsmodelle sind die **Gesamtmodelle**. Bei Gesamtmodellen muß zwischen Analyse- und Synthesemodellen unterschieden werden. Bei den Analysemodellen wird ein vorhandenes System auf seine Zusammensetzung bzw. seine Bestandteile (Gliederung in Teilmodelle), seinen strukturellen Aufbau (Ableitung von Strukturierungsmodellen) sowie sein Verhalten untersucht. Synthesemodelle (s. **Bild 37**) werden dagegen auf der Basis einer geeigneten Kombination von zuvor erstellten Teil- und Strukturierungsmodellen erstellt. Im Sinne der Verbundmodellierung werden sowohl bei der analytischen als auch bei der synthetischen Erstellung von Gesamtmodellen die Informationen ergänzt, die sich nur aus der Betrachtung des gesamten Systems ergeben und nicht als Information in seinen Bestandteilen stecken.

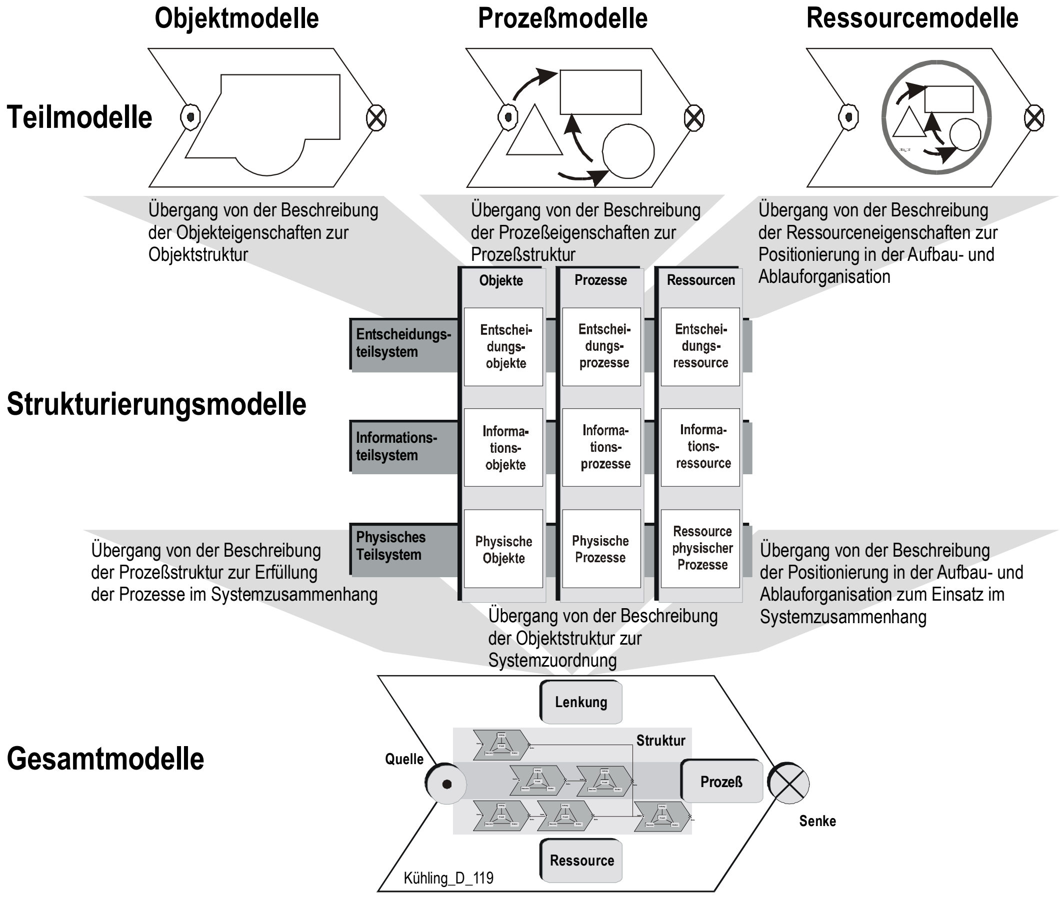


Bild 37: Synthese von Gesamtmodellen

Bei der Synthese von Gesamtmodellen gehen die Informationen der Teil- und Strukturierungsmodelle jedoch nicht verloren. Sie ergänzen vielmehr die Informationen des Gesamtmodells auf einer detaillierteren Stufe. Die in Teilmodellen modellierten Informationen werden dabei integrativ genutzt, um die Zusammenstellung der einzelnen Bestandteile eines Systems zu unterstützen. Dies führt dazu, daß im Rahmen der Erstellung der Gesamtmodelle lediglich die zusätzlichen Informationen modelliert werden, die sich nicht aus den Eigenschaften der Einzelteile, sondern aus deren Zusammenstellung und Zusammenwirken ergeben. Teilmodelle, Strukturierungsmodelle und Gesamtmodelle existieren in der Modellierungsumgebung somit parallel und gleichberechtigt. Nur durch die kombinierte Betrachtung aller Modelle erschließen sich dem Gestalter alle relevanten Informationen über das zu gestaltende System. **Bild 37** verdeutlicht die damit verbundene Modellierungsstrategie am Beispiel der Synthese von Gesamtmodellen.

5.2.1.8 Die Nutzung von Katalogen zur Zusammenstellung von Modellen aus den Modellkomplexen

Bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme muß der Gestalter die Möglichkeit haben, die Informationen auf den einzelnen Dekompositionsstufen vor dem Hintergrund eines spezifischen Gestaltungsproblems situationsspezifisch zusammenzustellen. Dazu wurde in dieser Arbeit das Konzept der Modellkataloge entwickelt.

Nach diesem Konzept hat der Modellierer die Möglichkeit, beliebige Informationen unterschiedlicher Modelle situationsspezifisch zusammenzustellen. Bei der Katalogerstellung werden die einzelnen Modelle unter speziellen Betrachtungsweisen zu situationsspezifischen Gestaltungskatalogen zusammengestellt. Gestaltungskataloge sind somit (temporäre) Zusammenstellungen, die einen bestimmten anwendungsmethodischen Gehalt und Sinn durch die spezifische Sammlung und Kombination einzelner Modelle bzw. Informationen erhalten.

Die Katalogisierung kann für die Dokumentation von Gestaltungsaspekten und –elementen eingesetzt werden, indem bestimmte Katalogisierungskriterien auf die Gesamtheit des Themenkomplexes bzw. der verfügbaren Modelle angewendet werden, um diesen in entsprechende Teilkomplexe zu zerlegen. Dadurch können bestimmte Fragestellungen mit Hilfe der Katalogisierungskriterien isoliert und abstrahiert betrachtet werden. Ein Katalog umfaßt damit alle Aspekte und Elemente zu den vorher durch die Katalogisierungsstruktur vorgegebenen Rubriken. Darüber hinaus bleibt der Katalog beliebig erweiterbar, da sowohl innerhalb der Teilkomplexe Erweiterungen vorgenommen werden können als auch zusätzliche Teilkomplexe hinzu kommen können.

Kataloge ermöglichen somit eine anwendungsmethodisch unterstützte Dokumentation gemeinsam zu betrachtender Modelle und Informationen. Aufgrund der ausgewählten Kriterien läßt sich der Inhalt so strukturieren, daß sowohl bei der Erstellung als auch bei der späteren Anwendung eine gezielte Selektion der relevanten Untersuchungsaspekte möglich ist. Je nachdem, welcher Sachverhalt dargestellt werden soll, kommen innerhalb der Katalogteile weitere Dokumentationsformen zum Einsatz.

Um aus den aufgestellten Modellen Kataloge zu erstellen, ist es notwendig, neben der Erweiterung durch zusätzliche Aspekte eine Einteilung der Modelle hinsichtlich ausgewählter Aspekte vorzunehmen, die Modelle danach zu ordnen und vor dem Hintergrund der jeweiligen Problemstellung geeignet zusammenzufassen. Das Ergebnis sind katalogisierte Zusammenstellungen organisatorischer Tatbestände und gestalterischer Analyse- und Syntheseergebnisse (vgl. /GROß74/, S. 20ff.). Die Vorgehensweise bei der Katalogerstellung (s. **Bild 38**) beginnt dabei mit der Festlegung von Betrachtungsobjekt und –ziel. Anschließend werden für jedes einzubeziehende Modell die zu untersuchenden, wesentlichen Eigenschaften identifiziert und ausgewählt, bevor mögliche Merkmalsarten gebildet werden. Anschließend werden die Modelle gemäß ihrer Ausprägung im Hinblick auf die definierten Merkmalsarten kombiniert. Hierbei können eindimensionale Elementartypen mit einer Merkmalsausprägung und mehrdimensionale Elementartypen, die sich durch sinnvolle Zuordnung von Ausprägungen und mehrere Merkmale auszeichnen, unterschieden werden. Nach der Entwicklung von Elementartypen können Verbundtypen eingeteilt werden. Dies bedeutet, daß Elementartypen, die häufig zusammen auftreten, zu Gruppen zusammengefaßt werden. (vgl. /GROß74/, S. 50ff.). **Bild 38** zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Kataloges.

Dem Verwendungszweck bei der Gestaltungsarbeit entsprechend gibt es vier Klassen von Katalogen – nämlich die Aspekt- und Bestandteil-, die Strukturierungs-, die Lösungs- sowie die Methodenkataloge (vgl. dazu /BECK98/).

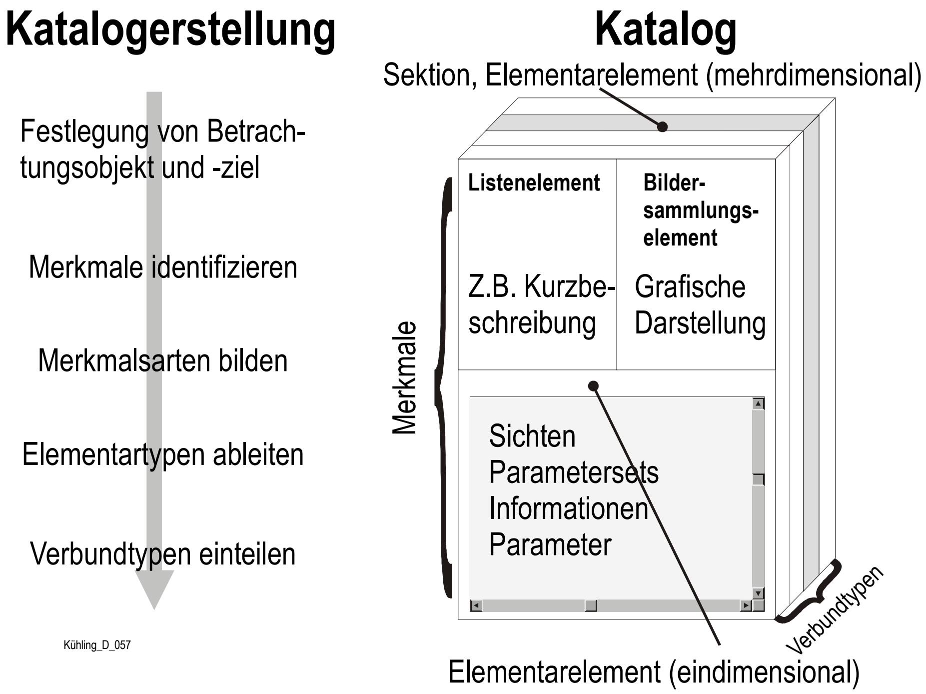


Bild 38: Aufbau eines Kataloges

5.2.2 Sichtenkonzept soziotechnischer Systeme

Bei der Gestaltung komplexer soziotechnischer Systeme gibt es zahlreiche Bestandteile, Aspekte und Interdependenzen, die zwischen verschiedenen und gleichartigen Systemelementen zu gestalten sind. So müssen z.B. Funktionen detailliert, Befugnisse zwischen Mitarbeitern definiert oder der Ablauf eines bestimmten Prozesses festgelegt werden. Eine „chirurgisch" abgegrenzte Einflußnahme auf die Vielzahl der einzelnen Bestandteile oder Relationen ist selten möglich, ohne daß unmittelbar weitere Veränderungen im System induziert werden.

Die mit den heutigen Gestaltungsmethoden getroffenen Gestaltungsentscheidungen bestimmen zwar die einzelnen Bestandteile eines Systems und die zwischen ihnen bestehenden Relationen. Es wird jedoch implizit oder z.T. auch explizit davon ausgegangen, daß die einzelnen Bestandteile und Relationen unabhängig voneinander gestaltet werden können. So wird z.B. durch eine Gestaltungsmaßnahme festgelegt, an welcher Stelle des Gesamtprozesses ein bestimmter Teilprozeß erfolgen soll. Durch eine weitere Maßnahme wird bestimmt, welche personelle Ressource diesen Teilprozeß auszuführen hat. Diese Entscheidung wird oft dadurch beeinflußt, in welcher Weise der vorgesehene Mitarbeiter in die betriebliche Stellenhierarchie eingeordnet ist. Zusätzliche Gestaltungsmaßnahmen beziehen sich auf die Wahl der maschinellen Ressource, die Versorgung der betrachteten Maschinen mit den notwendigen Materialien, die informationstechnische Unterstützung etc. Dadurch besteht die Gefahr, daß die Abhängigkeiten zwischen diesen Maßnahmen, die sich alle auf einen einzigen Gestaltungsgegenstand bzw. eine spezifische gestalterische Fragestellung beziehen, verborgen bleiben oder übersehen werden. Diese Zerstückelung von interdependenten Aspekten einer einzigen Gestaltungsentscheidung wird durch die bekannten organisationstheoretischen Ansätze unterstützt. Auch die bei der Organisationsmodellierung verwendeten „Beschreibungssprachen" verbessern diese Situation nicht, da bei ihnen meist eine eindimensionale Abbildung der Realität auf der Basis von Knoten und Kanten erfolgt, ohne daß die bestehenden Abhängigkeiten auf allen relevanten Ebenen betrachtet werden (vgl. /REMM97/, S. 89). Darüber hinaus sind die verfügbaren Methoden und Modelle oft nicht ausreichend aufeinander abgestimmt, so daß im Rahmen von Gestaltungsmaßnahmen starke Reibungsverluste auftreten können.

Eine zusätzliche Problematik entsteht dadurch, daß der Weg zu einer Gestaltungsentscheidung oft nicht transparent nachvollziehbar ist. Dadurch fehlt die entstehungslogische Beziehung zwischen der Ausgangssituation, einer gestalterischen Maßnahme (Fragestellung) und ihrer spezifischen Beantwortung bzw. den daraus entstehenden Konsequenzen. Solche Konsequenzen können grundsätzlich für alle Bestandteile des Systems und ihre gestalterischen Aspekte entstehen. So können z.B. zusätzliche Prozesse erforderlich werden, wenn sich die ablauflogischen Zusammenhänge ändern. Als weitere Wirkung ändert sich z.B. die Struktur der Unternehmensdaten, da evtl. zusätzlich Daten an bestimmten Orten zur Verfügung gestellt werden müssen.

Die in den einzelnen Modellkomplexen enthaltenen Modelle spannen trotz ihrer Konzentration auf einzelne Teilaspekte soziotechnischer Systeme unter gestalterischen Gesichtspunkten jeweils noch einen äußerst vieldimensionalen „Raum" auf. Dies hängt damit zusammen, daß die modellierbaren Gestaltungsgegenstände und Teilaspekte selbst komplexe und äußerst vielschichtige Konstrukte darstellen. Darüber hinaus stehen die einzelnen Modelle miteinander in Beziehung, und der Gestalter möchte oft mit ein und demselben Modell sehr unterschiedliche Fragestellungen beantworten (s. **Bild 39**, unten).

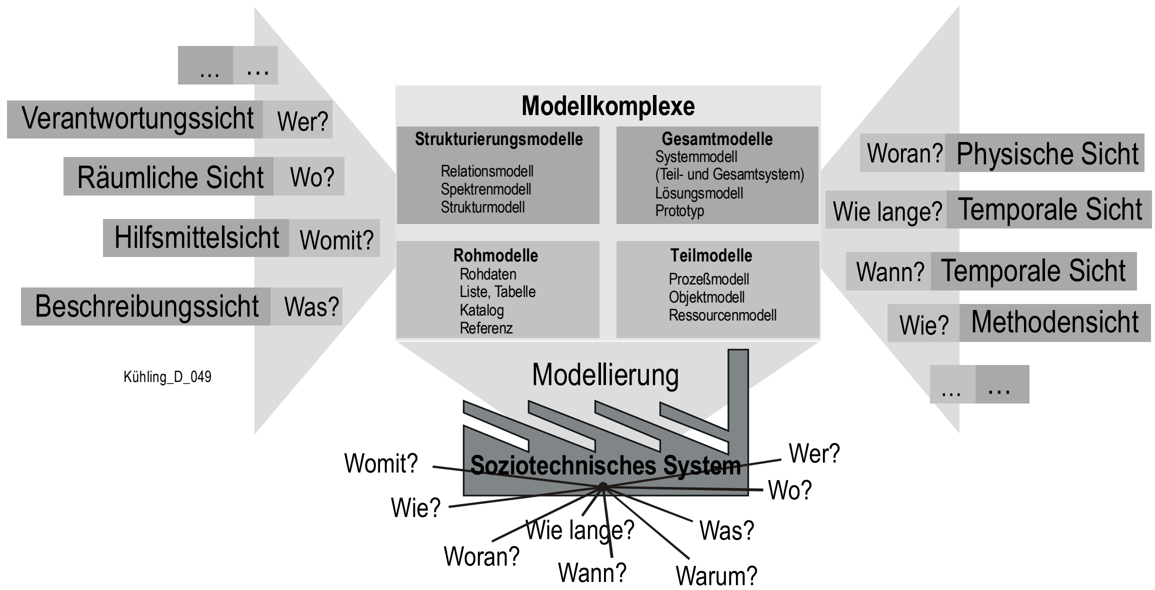


Bild 39: Ableitung von Sichten aus Modellen

Die Anzahl der Dimensionen und die Größe des aufgespannten „Raumes" hängen sowohl vom konkreten Gestaltungsgegenstand als auch von den Interessen des Gestalters ab. Sie können hier nicht geschlossen und allgemeingültig angegeben werden. Um in dieser Arbeit dennoch zu verwendbaren Aussagen zu kommen, wurde das **Sichtenkonzept zur Gestaltung soziotechnischer Systeme** entwickelt. Grundgedanke der Entwicklung war die Betrachtung betriebsunabhängiger

Aspekte, die mit wenigen Änderungen und Konkretisierungen an unternehmensspezifische Gegebenheiten angepaßt und umgesetzt werden können. Ein solches Sichtenkonzept selektiert einzelne Fragestellungen, die mit Hilfe eines Modells oder Teilmodells des realen Systems gestalterisch behandelt werden sollen. Es geht demnach nicht primär um Fragestellungen an das System selbst, sondern um Fragestellungen an modellierte Teilaspekte und damit um Fragestellungen an Modelle eines Systems (s. **Bild 39**).

In der Literatur sind unterschiedliche Konzepte dokumentiert, die gewissermaßen als „Sichtenkonzepte" interpretiert werden können, auch wenn diese von den Autoren bisher noch nicht explizit als solche bezeichnet wurden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Konzepte untersucht[22]. Bei der Untersuchung der Konzepte ist deutlich geworden, daß sie sowohl grundsätzlich (Betrachtungsgegenstand, Einteilung, Verwendung, Interpretation) als auch inhaltlich (Ausrichtung, Umfang, theoretische Untermauerung) für ein Sichtenkonzept soziotechnischer Systeme nicht geeignet waren, so daß ein spezifisches Konzept entwickelt werden mußte. Die Untersuchung hat ebenfalls deutlich gemacht, daß es keine einheitliche Definition des Sichtenbegriffes und seines Umfangs gibt. Ebenso ist in der Literatur bisher nicht beschrieben, was unter einer Sicht zu verstehen ist und was zu einer vollständigen Sicht gehört. Aufgrund dieser fehlenden Definition wird hier folgende Festlegung getroffen:

Eine Sicht wird definiert als bewußt zusammengestellter Ausschnitt aus dem möglichen Modellierungsumfang mit speziellem Interessenhintergrund. Eine Sicht befaßt sich mit einem speziellen Sachverhalt, der auch modellübergreifend von Interesse ist und gestalterisch behandelt wird.

Durch diese Eigenschaft stellen Sichten eine gestalterisch nutzbare Verbindung zwischen unterschiedlichen Modellen auf der einen Seite sowie zwischen Modellen und Gestaltungsproblemen auf der anderen Seite her. Bei näherer Betrachtung von **Bild 39** fällt auf, daß lediglich Fragestellungen abgebildet sind, die sich auf das System selbst beziehen, nicht jedoch auf die Vorgehensweise zur Gestaltung des Systems. Dies reicht nicht aus, denn in einem konkreten Gestaltungsprojekt können sich Fragestellungen bzgl. des Ergebnisses (Modell, System) und bzgl. der Vorgehensweise (Projekt, Methode) ergeben. Solche Fragestellungen sind beispielhaft in **Bild 40** dargestellt. Sie sollen zusammen mit den Fragestellungen aus **Bild 39** durch das Sichtenkonzept abgebildet werden.

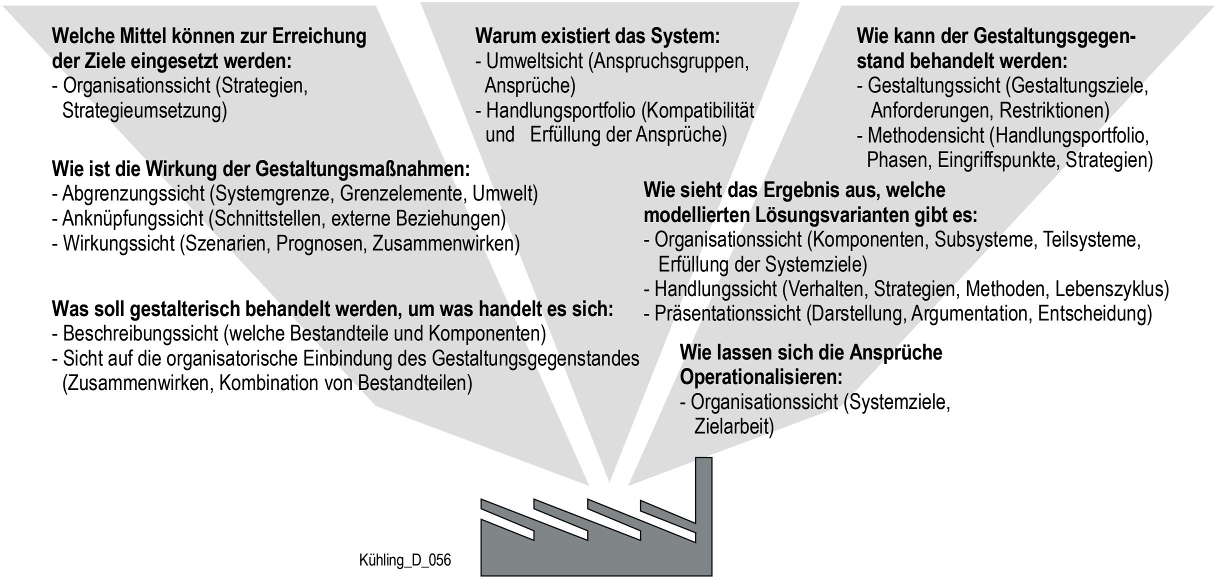


Bild 40: Fragestellungen bei der modellgestützten Gestaltung

[22] Untersucht wurden das Aachener PPS-Modell, die ARIS-Sichten, der CIMOSA-Würfel, das betriebswirtschaftliche Konzept der Anspruchsgruppen, die Parameters of Change und das 7-S-Modell.

Das Sichtenkonzept dieser Arbeit umfaßt deshalb mit den **phasenspezifischen und den modellspezifischen Sichten** (s. **Bild 41**, und **Bild 43**) zwei grundsätzlich unterschiedliche Ausrichtungen. Die Trennung zwischen einem phasenspezifischen und einem modellspezifischen Sichtenkonzept unterstützt die Bildung von Modell- und Methodenbausteinen. Die einzelnen Sichten werden in einem phasenspezifischen und einem modellspezifischen Sichtenkonzept verwaltet und aufeinander abgestimmt. Die beiden Sichtenkonzepte ergänzen sich dabei gegenseitig.

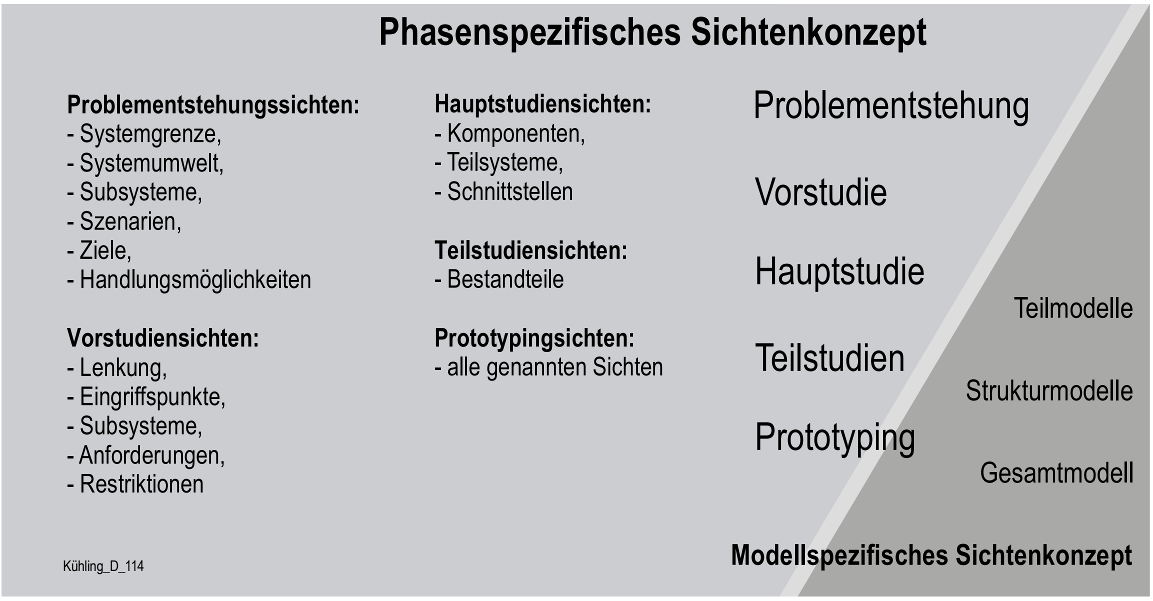


Bild 41: Phasenspezifisches Sichtenkonzept

Wichtig für das Verständnis des Konzeptes der phasenspezifischen Sichten ist dabei, daß die im Kapitel 6 beschriebene Vorgehensweise weitgehend allgemeingültig formuliert ist und durch den Anwender sowohl in ihrer konkreten Ausprägung (tatsächlich durchzuführende Phasen und Schritte) als auch im Detail (Auswahl der Methodenbausteine für die einzelnen Teilschritte) stets spezifiziert werden muß. Diese notwendige Spezifikation kann im Vorfeld der eigentlichen gestalterischen Aktivitäten mit Hilfe der Definition phasenspezifischer Sichten unterstützt werden.

Bild 42 zeigt ein Angebot an möglichen phasenspezifischen Sichten. Diese Sichten können im Rahmen der Abarbeitung der einzelnen Phasen und Schritte vom Gestalter durch die Präzisierung seiner konkreten Fragestellungen phasenspezifisch angepaßt werden.

Nachdem der Gestalter mit Hilfe der phasenspezifischen Sichten die in den einzelnen Gestaltungsphasen und –schritten zu modellierenden Bereiche und Umfänge festgelegt hat, kann er mit Hilfe der modellspezifischen Sichten (s. **Bild 43**) für jede Modellart aus den verschiedenen Modellkomplexen gemäß einer vorher festzulegenden Auswahlbeschränkung die entsprechende Konfiguration der zu modellierenden Aspekte aus einer vorgegebenen Liste zusammenstellen. Die vorher festzulegende Auswahlbeschränkung fixiert dabei im Rahmen eines konkreten Gestaltungsprojektes, für welche Modelle einer bestimmten Art die anschließend festgelegte Konfiguration gelten soll. Mit Hilfe der modellierten Sichten hat der Gestalter demnach die Möglichkeit, den Modellierungsumfang der später zu erstellenden Modelle näher einzugrenzen und bzgl. der projektspezifischen Fragestellungen zu konkretisieren und für alle Projektmitarbeiter einheitlich und verbindlich festzulegen.

Auch wenn die beiden Sichtenkonzepte eine Strukturierung der einzelnen Sichten entweder nach Phasen oder nach Modellierungsaspekten vorsehen, ist die Verwendung jeder einzelnen Sicht nur von den Interessen abhängig, die der Gestalter mit dem jeweiligen Modell bzw. in der jeweiligen

Phase verfolgt. Die Sichtenkonzepte sind als offen gegenüber Änderungen und Ergänzungen zu verstehen. Eine wichtige Eigenschaft von Sichten in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, daß ein Modell- bzw. ein Methodenbaustein durch eine Sicht näher spezifiziert bzw. ausgearbeitet wird. Dies bedeutet, daß über die Veränderung oder Ergänzung des Sichtenkonzeptes eine Veränderung der Modelle erreicht werden kann. Diese Eigenschaft der Sichten ist ausdrücklich erwünscht und soll vom Anwender aktiv genutzt werden, um seine Modelle an die unternehmensspezifischen Gegebenheiten anzupassen.

Bild 42: Angebot an möglichen phasenspezifischen Sichten

Bild 43: Modellspezifisches Sichtenkonzept

Die Vorkonfiguration der Modellierungsinteressen und –umfänge bzgl. spezifischer Fragestellungen mit Hilfe des Sichtenkonzeptes übernimmt neben einer allgemein disziplinierenden und einschränkenden Wirkung insbesondere bei der Strukturierung der Modellierungsaufgabe in größeren Gestaltungsprojekten zusätzlich eine heuristische Leitfunktion.

5.2.3 Sichtenspezifische Parametersets

Für einige Sichten ist es sinnvoll, neben der kompakten Darstellung eines Sachverhaltes in textueller oder grafischer Form bestimmte „Parameter“ oder „Variablen“ festzulegen, die das Modell in seinen Dimensionen konkretisieren. Die Modellierungsumgebung bietet dem Gestalter mit dem in dieser Arbeit entwickelten Sichtencustomizer (s. **Bild 44**) dazu die Möglichkeit, übergeordnete, sichten- und modellspezifische Parametersets zu definieren.

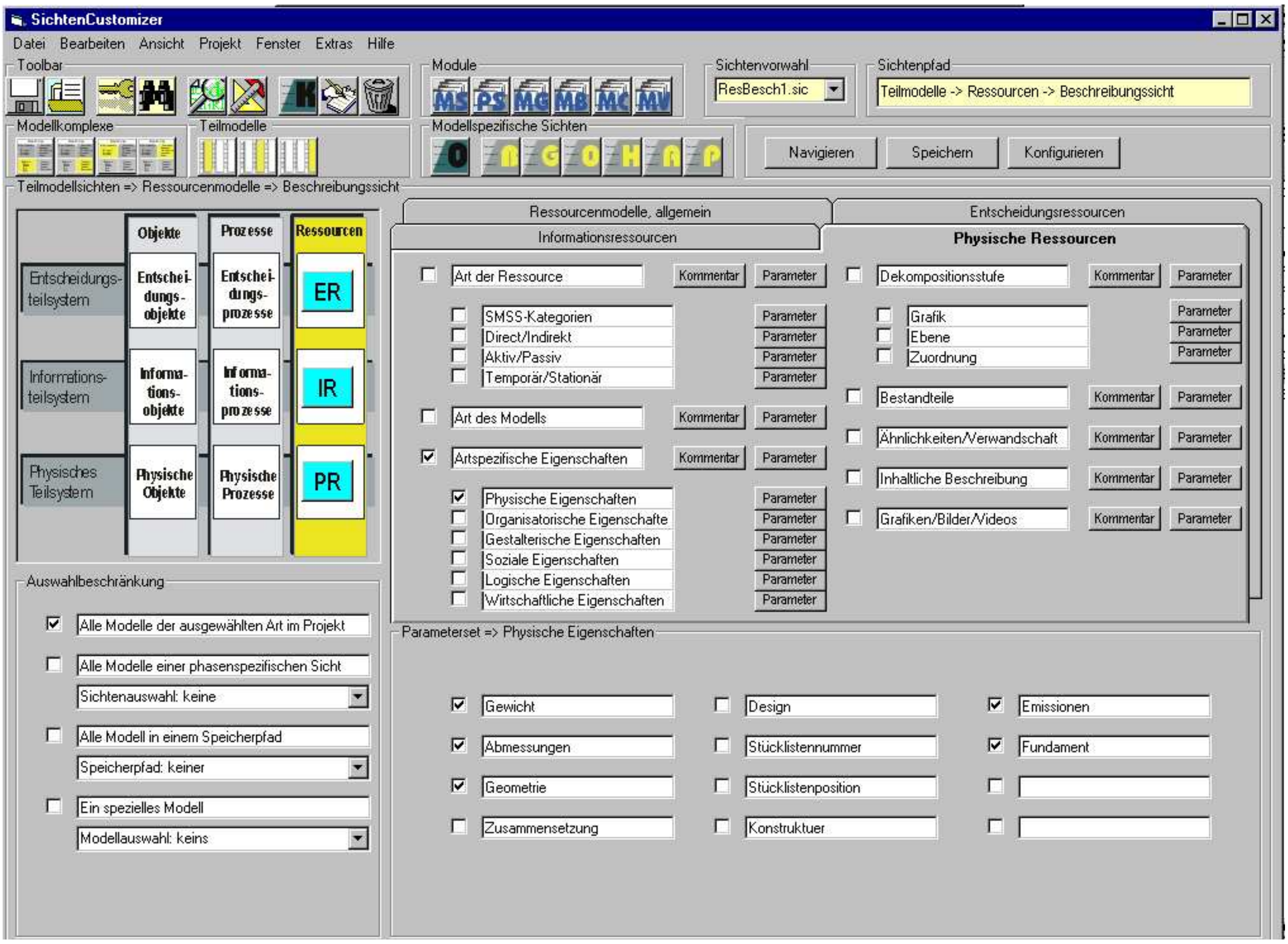


Bild 44: Studie des Sichtencustomizers am Beispiel modellspezifischer Sichten

Ein solches Parameterset stellt dabei eine für den jeweiligen Anwendungsfall hinreichende Menge an Parametern dar, die einmalig für jede Sicht und jedes Modell aus den einzelnen Modellkomplexen definiert werden kann. Parametersets können nicht allgemeingültig vorgegeben werden. Es besteht lediglich die Möglichkeit eine Auswahl an Standardparametern vorzugeben, die dann von Fall zu Fall angepaßt oder ergänzt werden muß. Dadurch entsteht die Möglichkeit, den Modellierungsumfang projektspezifisch festzulegen. Diese Möglichkeit ist z.B. in keinem der bekannten DV-gestützten Instrumente aus dem Bereich der Geschäftsprozeßmodellierung gegeben, so daß der Anwender entweder einen enormen Parameterumfang durch die gesamte Modellierung „mitschleppt“, oder auf einen meist zu geringen „Standard“ eingeschränkt ist. Der Gestalter hat aber oft den Wunsch und damit auch die Aufgabe für jede Sicht auf sein Modell das endgültige Parameterset in

Abhängigkeit vom Anwendungsfall und den konkreten Gestaltungszielen vor der eigentlichen Modellierung festzulegen. Diese Festlegung gilt dann für alle Modelle der gleichen Art. Im Rahmen der eigentlichen Modellierung werden diese Parameter dann mit konkreten Werten hinterlegt. Die Definition von Parametersets entspricht somit dem objektorientierten Ansatz, in sog. Objektklassen für jede Art von Objekt (in diesem Fall eine Sicht auf ein spezielles Modell) einen definierten Umfang von Attributen vorzugeben, der bei der Instanziierung eines Objektes mit konkreten Werten ausgefüllt wird. Die einzelnen Attribute einer Objektklasse (hier Parametersets einer Sicht) werden an die einzelnen Objekte (hier Modelle) vererbt.

Parametersets ermöglichen die anwendungsspezifische Dokumentation der unterschiedlichsten Daten und Informationen, die im Rahmen der Modellierung und Gestaltung gesammelt, manipuliert und genutzt werden. Im Rahmen der Verbundmodellierung (s. Kapitel 5.2.4.3) werden diese Daten und Informationen in unterschiedlichster Form und auf unterschiedlichsten Datenträgern gespeichert. Die Parametersets ermöglichen den gezielten Zugriff auf eine modell- und sichtenspezifische Auswahl der Gesamtheit der erfaßten Daten, ohne sie jeweils in jedem einzelnen Modell tatsächlich hinterlegen zu müssen. Dadurch entfällt eine mehrfache Datenhaltung, die Datenintegrität kann besser sichergestellt werden und die Bedeutung gewisser Daten für die Gestaltung soziotechnischer Systeme wird deutlich. Ein Beispiel für solche Parametersets ist in **Bild 44** aufgeführt.

Bild 45 zeigt die Struktur eines vollständigen Beschreibungsmodells wie sie durch die in dieser Arbeit entwickelte Modellierungsumgebung vorgegeben wird.

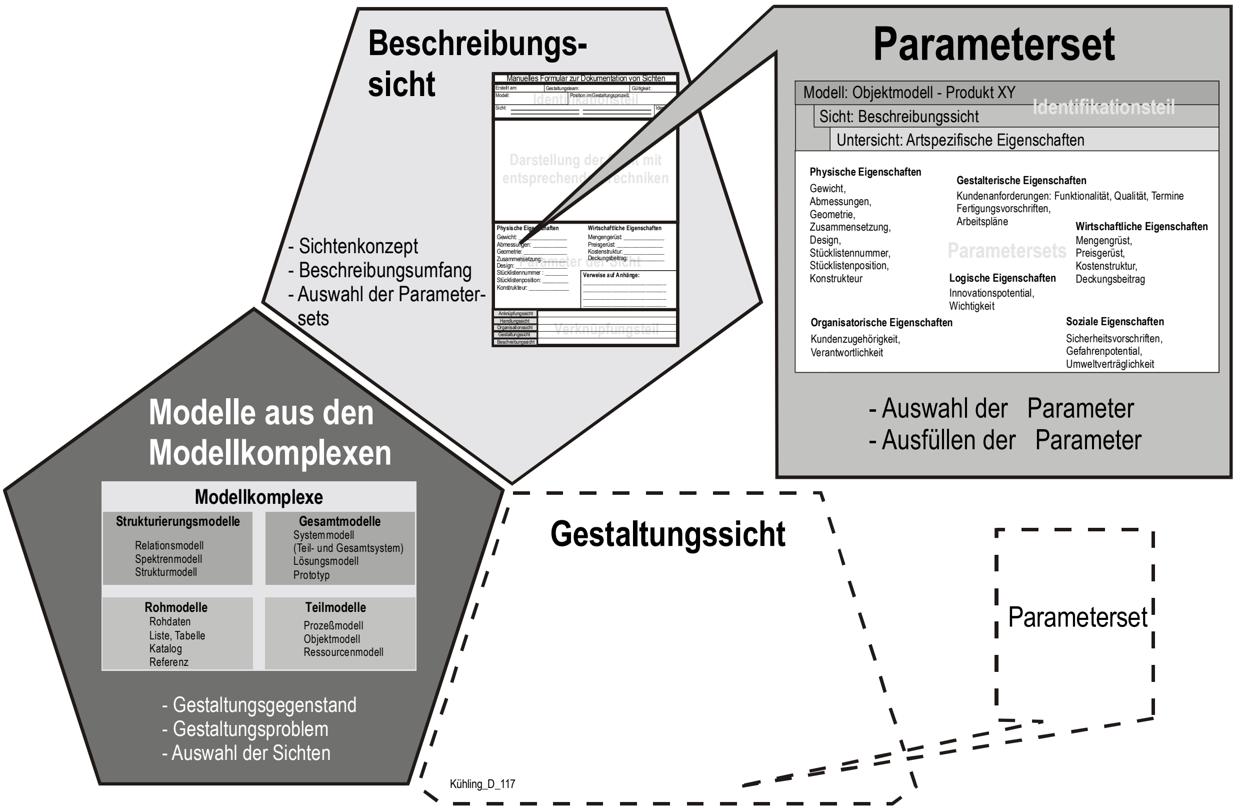


Bild 45: Ausschnitt aus der Struktur der konfigurierten Beschreibungsmodelle

Dabei wird ein entsprechendes Beschreibungsmodell aus den Modellkomplexen ausgewählt, um die relevanten Sichten ergänzt und mit seinen sichtenspezifischen Parametern letztlich vollständig ausgearbeitet. Im konkreten Fall ist es jedoch nicht erforderlich, immer den gesamten Modellierungsumfang auch tatsächlich auszufüllen. Letztlich legt der Gestalter fest, welchen Umfang und welchen

Inhalt die von ihm modellierten Beschreibungsmodelle haben sollen, die Modellierungsumgebung liefert ihm nur den Rahmen.

5.2.4 Hilfestellungen durch die Modellierungsumgebung bei der Erstellung von Beschreibungsmodellen

Betrachtet man ein Gestaltungsprojekt aus der Sicht des Gestaltungsgegenstandes, so wird die Wahrnehmung und damit auch die Modellierung des Gestaltungsgegenstandes von zahlreichen projektspezifischen Aspekten (z.B. Marktsituation und Transparenz der Problemstellung) beeinflußt. Die Wahrnehmung und letztlich auch die endgültige Festlegung des Gestaltungsgegenstandes ist darüber hinaus noch von weiteren externen Faktoren wie z.B. der Aufgaben- und Problemstellung sowie von konkreten Erfahrungen aus der Vergangenheit abhängig (s. **Bild 46**).

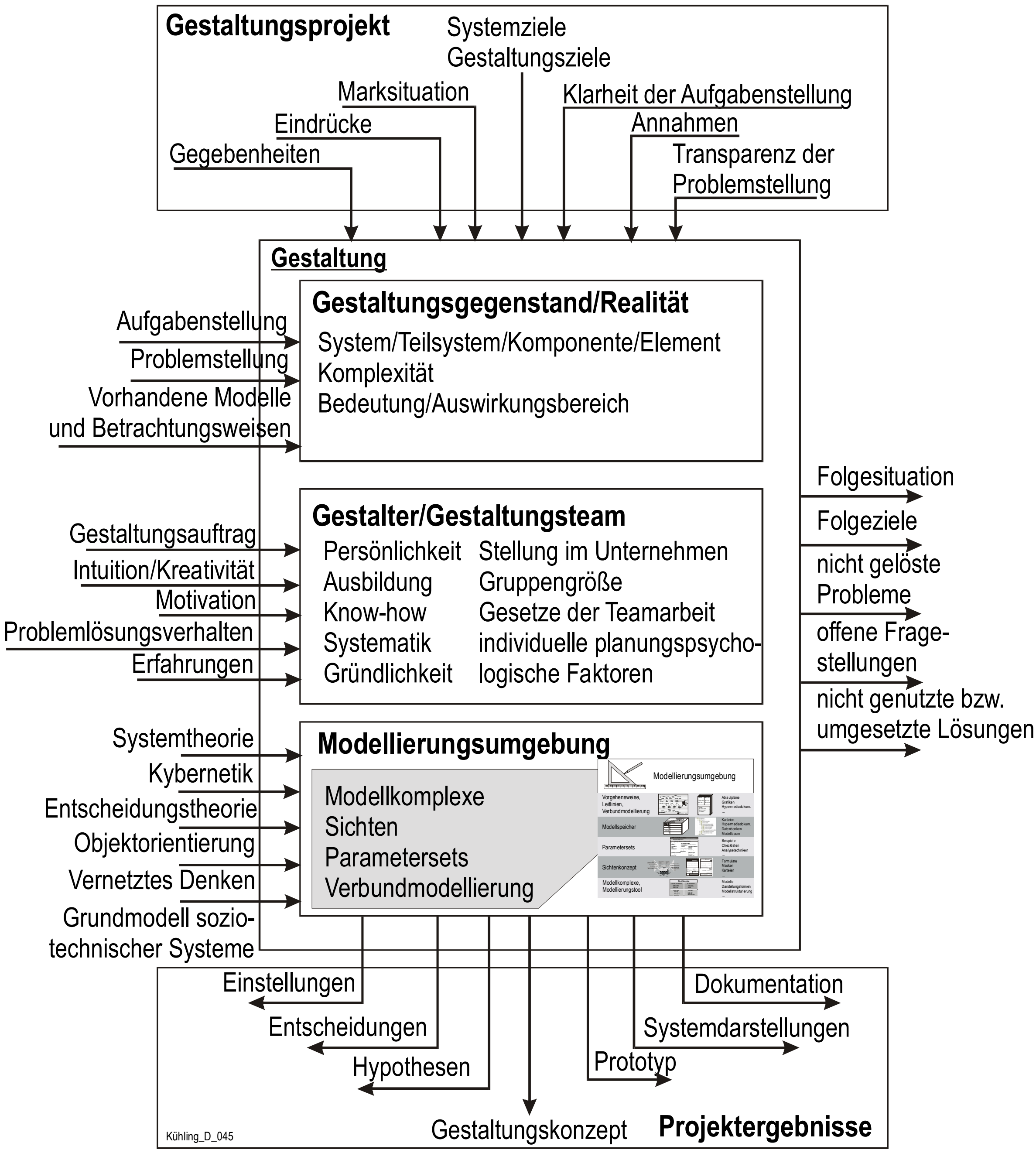


Bild 46: Gestaltung soziotechnischer Systeme mit Hilfe von Modellen

Die Aufgabe eines Gestaltungsteams ist es, einen festgelegten Ausschnitt der Realität (Gestaltungsgegenstand) gestalterisch zu bearbeiten. Ein solches Gestaltungsteam zeichnet sich durch zahlreiche Eigenschaften (z.B. Persönlichkeit, Know-how oder Einstellung zum Projekt) aus, die den Projekterfolg maßgeblich beeinflussen. Obwohl es in der Literatur zahlreiche Hinweise für die optimale Zusammenstellung von Gestaltungsteams gibt, können diese Eigenschaften nur im konkreten Fall bestimmt werden. Ein Gestaltungsteam ist darüber hinaus zahlreichen externen Einflüssen ausgesetzt, die sich im Laufe des Projektes auch ändern können. Um trotz dieser zahlreichen Einflüsse auf den Gestaltungsgegenstand und das Gestaltungsteam einen weitgehend vorhersehbaren Verlauf des Gestaltungsprojektes zu gewährleisten, ist eine Gestaltungsmethodik erforderlich, die das Gestaltungsteam bei seiner Aufgabe unterstützt. Eine solche Methodik umfaßt meist mehrere Phasen und Schritte sowie verschiedene Hilfsmittel zur Erfassung des Gestaltungsgegenstandes. Die einzelnen Phasen und Schritte der Gestaltungsmethodik werden im Kapitel 6 näher betrachtet. In diesem Kapitel geht es um die Vorgehensweise und die Hilfsmittel auf die der Gestalter beim Einsatz der entwickelten Modellierungsumgebung zur Erstellung von Beschreibungsmodellen zurückgreifen kann.

5.2.4.1 Allgemeine Vorgehensweise zur Erstellung von Beschreibungsmodellen

Die Erstellung der einzelnen Beschreibungsmodelle folgt einer spezifischen Vorgehensweise, die in ihrer Ausprägung von den jeweils zu beantwortenden Fragestellungen abhängt. **Tabelle 3** enthält die wesentlichen Schritte der Vorgehensweise sowie einige erläuternde Hinweise, die bei der Erstellung von Beschreibungsmodellen beachtet werden sollten.

Tabelle 3: Vorgehensweise bei der Erstellung von Beschreibungsmodellen

Schritt bei der Erstellung von Beschreibungsmodellen	Erläuterung
Analyse und Modellierung des Ist-Zustandes: • Festlegung des gewünschten Detaillierungsgrades • Erfassung der nötigen Informationen • Integration und Dokumentation in Modellen	Der in den einzelnen Modellkomplexen bereitgestellte Umfang an Beschreibungsmodellen kann bei der Analyse soziotechnischer Systeme auf nahezu beliebiger Detaillierungsstufe genutzt werden. Der Gestalter hat hier lediglich die Aufgabe die beobachteten Sachverhalte zu erfassen und in einem der Modelle zu dokumentieren. Liegen für einzelne Aspekte bereits Tabellen oder Kataloge vor, so ermöglicht es das Konzept der Verbundmodellierung (s. Kapitel 5.2.4.3), lediglich Verweise auf die entsprechenden Tabellen oder Kataloge zu setzten und entsprechend aufzurufen. Liegen keine Tabellen oder Kataloge vor, so müssen die entsprechenden Sichten des Modells ausgearbeitet werden (s.u.).
Dokumentation der entwickelten Konzepte: • Modifikation von Beschreibungsmodellen des Ist-Zustandes • Modifikation von Beschreibungsmodellen vorangegangener Konzeptionen (Alternativkonzepte) • Kreative Generierung neuer Beschreibungsmodelle	Bei der konzeptionellen Arbeit kann der Gestalter entweder auf Beschreibungsmodelle des derzeitigen Ist-Zustandes bzw. bereits gesicherter Alternativkonzepte zurückgreifen oder er muß in einem kreativen Prozeß eine völlig neue Konzeption erstellen. Liegen Modelle des Ist-Zustandes oder bereits gesicherte Alternativkonzepte vor, so reichen i.d.R. Modifikationen der Modelle in einzelnen Sichten oder Parametern aus. Die veränderten Modelle werden als neue Version im Modellspeicher gesichert. Die „Ausgangsversion“ bleibt jedoch erhalten.

Schritt bei der Erstellung von Beschreibungsmodellen	Erläuterung
Ausarbeitung der relevanten Sichten: • Auswahl relevanter Sichten • Bestimmung des Beschreibungsumfangs der einzelnen Sichten • Reduzieren oder ergänzen der vordefinierten Sichtenkonzepte • Festschreiben des spezifischen Sichtenkonzeptes	Unabhängig davon, ob es um die Modellierung des Ist-Zustandes oder um die Konzeption neuer Gestaltungsvarianten geht, sind die relevanten Sichten eines Modells auszuarbeiten. Dabei kann der Gestalter auf die im Kapitel 5.2.2 erläuterten Sichtenkonzepte der einzelnen Modelle zurückgreifen. In den meisten Fällen müssen die spezifischen Sichten jedoch an die jeweilige Problemstellung angepaßt werden. Bei dieser Ausarbeitung kann der Gestalter auf die Leitlinien der modellgestützten Gestaltung zurückgreifen (s. Kapitel 5.2.4.2). Die einzelnen Sichten eines Beschreibungsmodells werden dabei in einem fortschreitenden Prozeß nach und nach entwickelt.
Ausarbeitung der sichtenspezifischen Parametersets: • Spezifikation des Beschreibungsumfangs einer Sicht durch sichtenspezifische Parametersets • Verweis auf vorhandene Tabellen oder Kataloge • Ausfüllen der Parameter	Stehen die problemspezifischen Sichten fest, müssen die sichtenspezifischen Parametersets ausgearbeitet werden. Diese Parametersets sind es, die letztlich den Beschreibungsumfang einer Sicht und damit den Beschreibungsumfang des gesamten Modells bestimmen. Die einzelnen Parameter einer Sicht müssen dann anschließend ausgefüllt und mit konkreten Werten hinterlegt werden.
Rückgriff auf den Modellspeicher, der bereits in der Vergangenheit erstellte Modelle bzw. Varianten oder allgemeine Referenzmodelle beinhaltet: • Suche nach ähnlichen Modellen • Veränderung der gefundenen Modelle	Die Modellierungsumgebung stellt einen Modellspeicher bereit, der entweder Referenzmodelle und/oder Modellvarianten aus der Vergangenheit enthält. Bei kontinuierlicher Fortschreibung der Modelle im Rahmen der Gestaltung eines Systems kann in den meisten Fällen auf vorhandene Modelle zurückgegriffen werden, die dann lediglich modifiziert und als neue Variante gesichert werden müssen.
Beachtung der Grundprinzipien der Modellierung (s. Anhang II): • Permanente Vergegenwärtigung der Prinzipien • Kombinierte Anwendung	Die Modellierung komplexer Systeme ist selbst eine komplexe Aufgabe, die nicht immer auf Anhieb gelingt. Die im Anhang II vorgestellten Modellierungsprinzipien unterstützen den ungeübten Modellierer genauso wie den erfahrenen. Durch ihre kombinierte Beachtung verbessert sich das Modellierungsergebnis signifikant.

5.2.4.2 Konzept der Gestaltungsleitlinien

Vergegenwärtigt man sich den groben Ablauf der modellbasierten Gestaltung (s. **Bild 47**, links), so kann die Modellierung sowohl bei der Idealkonzeption als auch bei der Realkonzeption durch die Bereitstellung von Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodellen wertvolle Dienste leisten (s. **Bild 47**, rechts). Die Zuordnung der jeweils nützlichen Modelle zu den einzelnen Gestaltungsschritten stellt jedoch eine Aufgabe dar, die Erfahrung und das Gespür für die jeweilige Situation erfordert. In vielen Fällen ist dieses Know-how entweder nicht vorhanden, oder kann mit den herkömmlichen Mitteln nur schwer vom einem Anwender zum anderen übertragen werden. Durch das Konzept der Gestaltungsleitlinien wird es möglich, Erfahrungen und situatives Know-how von erfolgreichen Projekten mit Hilfe der Modellierungsumgebung zu „konservieren".

Die Leitlinien der modellgestützten Gestaltung binden die Modellierung in den Gestaltungsprozeß ein. Sie beruhen auf Erfahrungen konkreter Gestaltungsprojekte und bieten dem Modellierer einen Rahmen zur schrittweisen Modellierung und Gestaltung soziotechnischer Systeme. Die einzelnen Leitlinien dienen dabei der Integration von Modell- und Methodenbausteinen[23] (s. **Bild 48**). Die Grundidee bei der Definition und Dokumentation von Leitlinien der Gestaltung ist dieselbe wie bei den Modell- und Methodenbausteinen: Der Gestalter soll die Möglichkeit haben, sein spezifisches Wissen bei der Kombination von Modell- und Methodenbausteinen zu dokumentieren bzw. auf dokumentiertes Wissen zurückzugreifen.

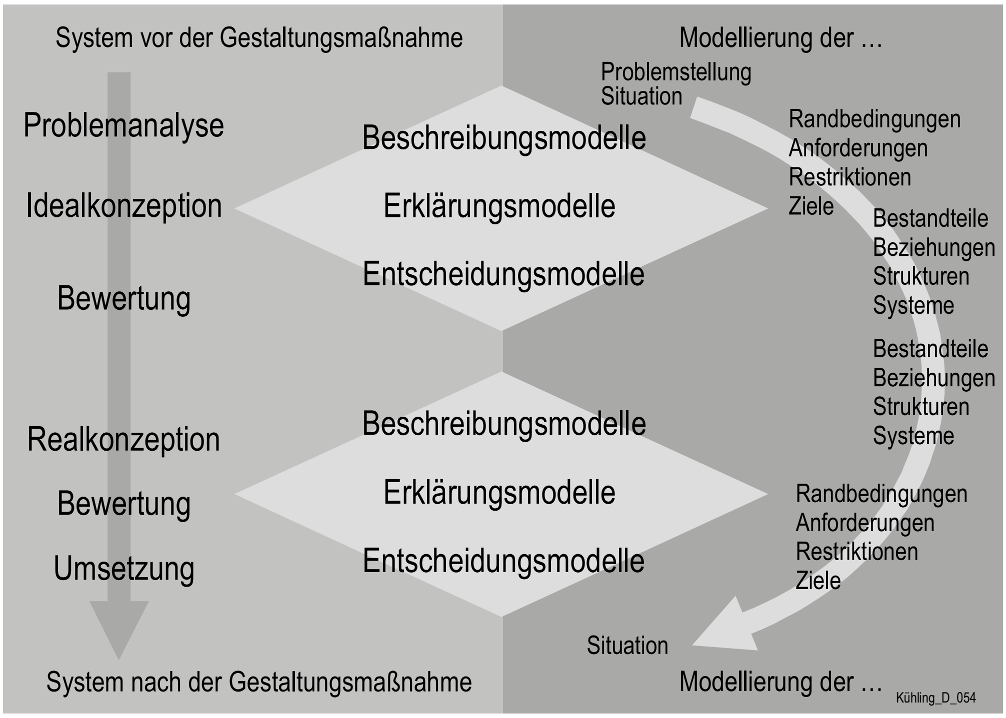


Bild 47: Modellierung als Unterstützung bei der Gestaltung

Bild 48 verdeutlicht, daß im Laufe der Entwicklung einer bestimmten Lösung unterschiedliche Abschnitte der Konzeption mit Hilfe von Methodenbausteinen unterstützt werden. Die Methodenbausteine ziehen ihrerseits jeweils entsprechende Modellbausteine zur Unterstützung heran. Eine Leitlinie der Gestaltung dokumentiert diese Verbindung zwischen der Abfolge der Methodenbausteine und den Modellbausteinen. Dadurch wird es möglich, erfolgreiche Kombinationen im Wissensspeicher der Modellierungsumgebung zu dokumentieren um bei späteren Projekten auf sie zurückgreifen zu können.

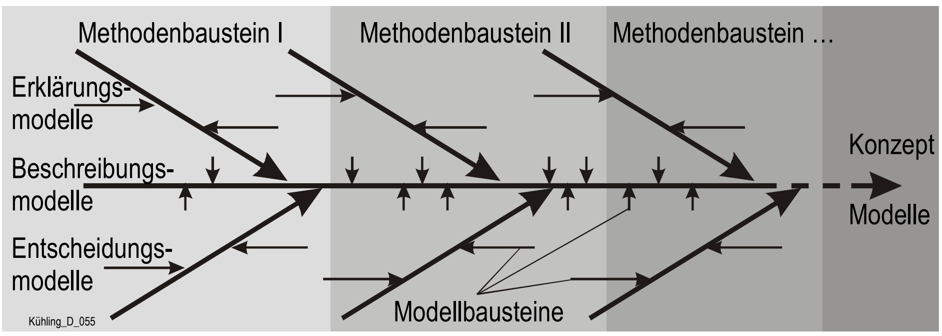


Bild 48: Integration von Modell- und Methodenbausteinen

[23] Zur Definition der Begriffe „Modell- und Methodenbausteine“ vgl. Kapitel 2.1

5.2.4.3 Konzept der Verbundmodellierung

Das Konzept der Verbundmodellierung sieht vor, sämtliche Informationen, die im Rahmen der Gestaltung erhoben, verarbeitet und dokumentiert werden, nur einmal zu „modellieren“. Dabei werden folgende drei Stufen der „Modellierung“ unterschieden:

- Stufe I: Modellierung der „Rohdaten“ (s. **Tabelle 4**)
- Stufe II: Modellierung aufbereiteter Daten und Informationen („Rohmodelle“) (s. **Tabelle 5**)
- Stufe III: Modellierung der Teilmodelle, Strukturierungsmodelle und Gesamtmodelle (s. **Tabelle 8**)

Bevor auf den Ablauf der Verbundmodellierung eingegangen wird, sollen die einzelnen Stufen tabellarisch vorgestellt und erläutert werden.

Stufe I - Rohdatenmodellierung:

Im Rahmen der Rohdatenmodellierung werden zunächst die Daten in ihrem ursprünglichen Zustand dokumentiert. Dabei werden die unterschiedlichsten Datenquellen genutzt und ausgewertet. In problemadäquaten Datenblättern werden im Vorfeld einer Datenerhebung die benötigten Daten, ihre Quellen, ihre Form und ihre Qualität festgelegt. Anschließend werden die Daten nach diesen Festlegungen erhoben. Die erfaßten Daten werden dann gesichert und für die jeweilige Problemstellung entsprechend aufbereitet. Die Rohdaten sind die Ausgangsinformationen einer jeden Gestaltungsmaßnahme. Sie umfassen diejenigen Angaben zu einem System, die zwar Einfluß auf seine Gestaltung haben, selbst allerdings nicht zur Disposition stehen, d.h. nicht veränderbar sind. Sie stellen gewissermaßen „vororganisatorische“ Informationen dar, die noch nicht durch bereits gefällte Gestaltungsentscheidungen beeinflußt wurden.

Tabelle 4: Rohdatenmodellierung

<table>
<tr><td rowspan="4">Datenerhebung –sammlung –analyse</td><td>Problemadäquate Datenblätter
• Art und Umfang der benötigten Daten
• Datenquellen
• Form der Bereitstellung
• Datenqualität</td></tr>
<tr><td>Datenerfassung
• Erhebungs- und Fragebögen
• Datenbanken
• Karteien, Archive
• Notizen
• Beobachtungen</td></tr>
<tr><td>Datensicherung
• Archive
• Datenbanken
• Ordner</td></tr>
<tr><td>Grundlegende Datenmodellierung
• Bezüge herstellen
• Kombination bestimmter Datenpaare
• Fehlerkorrekturen
• Interpretation</td></tr>
</table>

Stufe II - Grunddatenmodellierung:

In der zweiten Stufe werden die aufbereiteten Rohdaten problemspezifisch selektiert, sortiert und strukturiert. Dadurch entsteht aus einer allgemeingültigen Sammlung aufbereiteter Rohdaten eine Sammlung modellierungsrelevanter Grunddaten (Rohmodelle), die im Rahmen des konkreten Gestaltungsprojektes schrittweise zu spezifischen Modellen ausgebaut werden. Die Rohdaten aus Stufe I bleiben dabei erhalten und können für andere Projekte bzw. Zwecke weiter verwendet werden. Die strukturierten Grunddaten sind zunächst projektspezifisch, können jedoch ebenfalls für andere Projekte bereitgestellt werden.

Tabelle 5: Grunddatenmodellierung („Rohmodelle")

	Listen/Galerien aufstellen	**Tabellen generieren**	**Kataloge zusammenstellen**
Selektion, Sortierung, Strukturierung, Dokumentation	• selektieren • Bezüge herstellen • Kriterien festlegen • sortieren • bereinigen • ergänzen • interpretieren	• selektieren • Bezüge herstellen • Kriterien festlegen • kombinieren • sortieren • bereinigen • ergänzen • interpretieren	• festlegen von Betrachtungsobjekt und -ziel • Merkmale identifizieren • Merkmalsarten bilden • Elementartypen ableiten • Verbundtypen einteilen

Die Rohmodelle werden im Rahmen der Verbundmodellierung lediglich als Begriffssammlung im Sinne einer referenziellen Ausgangsbasis für die weitere Modellierung genutzt. So werden z.B. organisatorische Tatbestände, einzelne Systemelemente oder Beziehungen mit ihren Bezeichnungen und einigen ergänzenden Informationen (z.B. eine Kurzbeschreibung) in getrennten Listen gesammelt. Die Anzahl der Listen ist dabei vom Untersuchungsgegenstand und der konkreten Problemstellung abhängig.

Die in **Tabelle 6** und **Tabelle 7** aufgeführten Zusammenstellungen enthalten beispielhaft ausgewählte Listen für die Gestaltung der Produktion.

Tabelle 6: Ausgewählte Listen zur Sammlung **gestalterischer Aspekte** in der Produktion

Anforderungssammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Anspruchsgruppen, Kundenanforderungen, Benutzeranforderungen
- Erhebungstechnik: Umfeldanalyse, Marktstudien, Konzeptionsstudien
- Dokumentationstechnik: Pflichtenheft, Lastenheft, Anforderungsliste

Randbedingungen- und Restriktionssammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Organisatorische Restriktionen, Randbedingungen der jeweiligen Gestaltungsgegenstände, Einschränkungen der Gestaltungsfreiheit
- Erhebungstechnik: Machbarkeitsstudie, Potentialstudie, Extremwertuntersuchung
- Dokumentationstechnik: Metaplanbilder, Listen

Zielsammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Produktionsziele, Gestaltungsziele
- Erhebungstechnik: Methode zu systematischen Zielarbeit
- Dokumentationstechnik: Metaplanbilder, Listen

Tabelle 7: Listen zur Sammlung **gestalterischer Grundelemente** in der Produktion

Allgemeine Funktions- und Aufgabensammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Überblick über die insgesamt anfallenden Aufgaben, ohne konkreten organisatorischen Bezug zu ihrer Erfüllung im System
- Erhebungstechnik: Aufgabenanalyse, Aufgabensynthese, Datenanalyse, Befragung, Workshop
- Dokumentationstechnik: Listen, Funktionsbäume

Allgemeine Aufgabenträgersammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Überblick über die in einem System insgesamt verfügbaren aktiven Objekte
- Erhebungstechnik: Aufgabenanalyse, Aufgabensynthese, Datenanalyse, Befragung, Workshop
- Dokumentationstechnik: Listen, Funktionsträgerbäume

Allgemeine Objektsammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Passive Gegenstände, die im System manipuliert, verwaltet etc. werden
- Erhebungstechnik: Aufgabenanalyse, Aufgabensynthese, Datenanalyse, Befragung, Workshop
- Dokumentationstechnik: Listen, Objektbäume

Systemspezifische Operationssammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Aufgabenzuordnung zu einzelnen Systemen bzw. Subsystemen
- Erhebungstechnik: Systemanalyse, Konzeptionsstudien
- Dokumentationstechnik: Listen und Teillisten nach unterschiedlichen Kriterien sortiert

Systemspezifische Operationsträgersammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Verteilung der aktiven Operationsträger auf einzelne Subsysteme
- Erhebungstechnik: Systemanalyse, Konzeptionsstudien
- Dokumentationstechnik: Listen und Teillisten nach unterschiedlichen Kriterien sortiert

Allgemeine Relationssammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Überblick über die in einem System insgesamt auftretenden Relationen
- Erhebungstechnik: Datenanalyse, Befragung, Workshop, Beobachtung
- Dokumentationstechnik: Listen

Systemspezifische Relationssammlung:
- Untersuchungsgegenstand: Beziehungen zwischen einzelnen Systemen, Subsystemen oder Bestandteilen
- Erhebungstechnik: Systemanalyse, Konzeptionsstudien
- Dokumentationstechnik: Listen und Teillisten nach unterschiedlichen Kriterien sortiert

Stufe III - Systemische Modellierung:

Tabelle 8: Systemische Modellierung

Model-lierung, Gestal-tung	**1. Modell festlegen**	**4. Sichten und Parameter ausarbeiten**
	2. Sichten festlegen	**5. Modellbausteine erstellen und nutzen**
	3. Parametersets festlegen	**6. Prototypen verabschieden**

Die systemische Modellierung stellt die letze Stufe der Verbundmodellierung dar. Hier werden aus den Rohmodellen Teil-, Strukturierungs- und Gesamtmodelle soziotechnischer Systeme erstellt. **Tabelle 8** zeigt die wesentlichen Schritte der systemischen Modellierung. Diese Schritte werden unter Berücksichtigung der im Anhang II behandelten Modellierungsprinzipien durchgeführt.

Bild 49 zeigt zusammenfassend die Vorgehensweise bei der Verbundmodellierung. Im Rahmen der Gestaltung soziotechnischer Systeme entstehen Konzepte mit unterschiedlichem Detaillierungs- und Konkretisierungsgrad. Diese Konzepte sind sowohl für die Vorbereitung von Zwischenentscheidungen als auch für die Verwendung in weiteren Gestaltungsschritten zu dokumentieren. Während im modellgestützten **Gestaltungsprozeß** (Prototyping) neben den Modellen insbesondere **Gestaltungs**informationen eingesetzt werden (s. **Bild 49**, unterer Teil), spielen bei der gestaltungsbegleitenden **Dokumentation** und Modellierung zahlreiche **Modellierungs**informationen (s. **Bild 49**, oberer Teil) eine Rolle. Diese Informationen werden in unterschiedlichen Modellierungsstufen verwendet. Beim Ansatz der Verbundmodellierung wird nun versucht, die einzelnen Daten und Informationen aus den unterschiedlichsten Quellen und den unterschiedlichsten Formaten lediglich auf **einer** Modellierungsstufe abzubilden.

Durch die Modellierung verändern die Daten und Informationen ihren Zustand und ihren Informationsgehalt im Hinblick auf gestalterische Aussagen. Diese Änderungen werden auf der jeweils höheren Modellierungsstufe hinterlegt, während die ursprünglichen Daten und Informationen auf der Ausgangsstufe unverändert erhalten bleiben. Darüber hinaus entstehen durch gestalterische Entscheidungen oder modellierte Konstrukte neue Informationen, die auf einer jeweils höheren Modellierungsstufe dokumentiert werden. Über Verbindungen zwischen den Modellierungsstufen hat der Gestalter jederzeit die Möglichkeit auf Informationen der niedrigeren Modellierungsstufen zurückzugreifen, ohne daß diese auf allen Stufen tatsächlich hinterlegt sind.

Aus den verfügbaren bzw. gesammelten Unternehmensdaten werden anschließend die entsprechenden Modelle abgeleitet. Die Modelle werden dann bei der Gestaltung verwendet. Nach einer gestalterischen Entscheidung fließen die entsprechenden Informationen zur Dokumentation in die jeweiligen Modelle zurück, wodurch die Konsequenzen einer Gestaltungsentscheidung in den Modellen jeweils direkt berücksichtigt werden. Modellierung und Gestaltung wachsen im Prototypingprozeß zusammen, indem die Gestaltungsentscheidung gemäß der in den Modellen hinterlegten Zwischenergebnisse und Rahmenbedingungen gefällt werden. Die Anwendung eines Modells einer beliebigen Stufe wird im Rahmen des Gestaltungsprozesses in ein Zwischenergebnis und damit in eine neue Version des Modells transformiert. Die neue Version wird wiederum in einem weiteren Abschnitt des Gestaltungsprozesses angewendet, um so schrittweise die gewünschte Gestalt des Systems zu konzipieren. Zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit der Entwicklungsschritte werden alle Versionen und die Faktoren, die bei der Auswahl und Anwendung eines Prozeßabschnitts maßgeblich waren, dokumentiert.

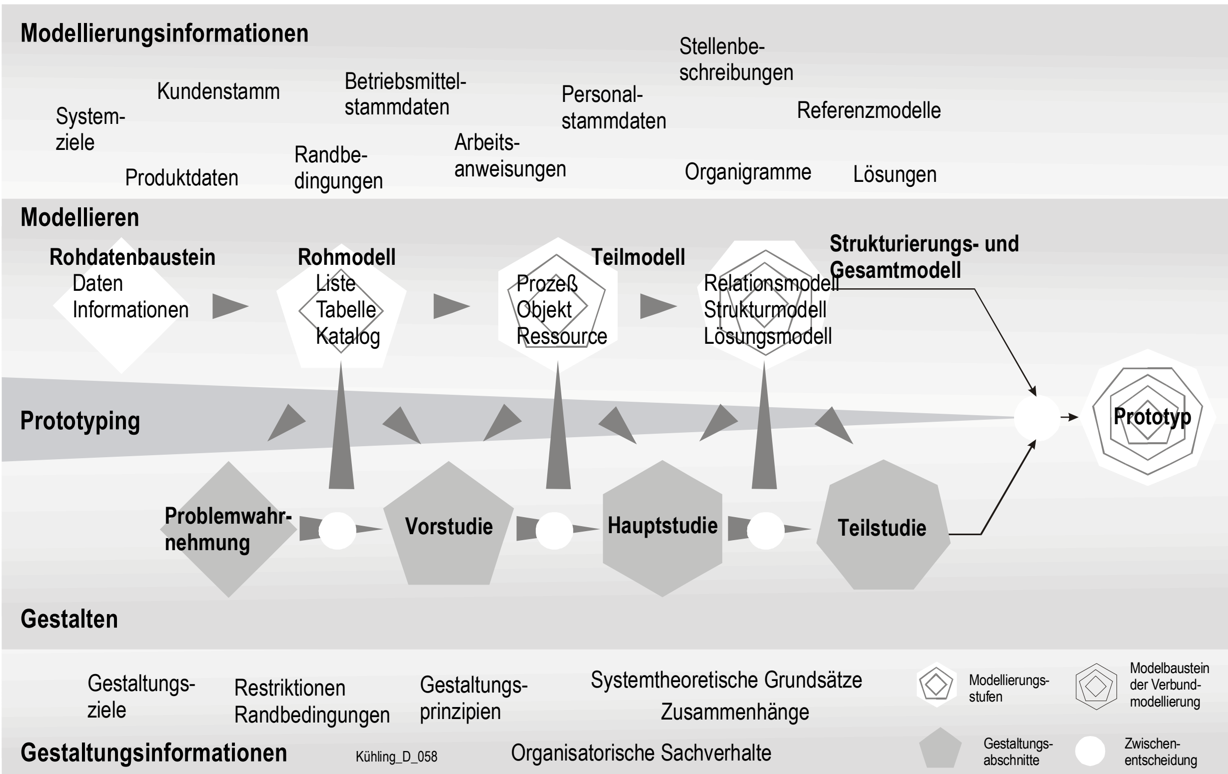


Bild 49: Vorgehensweise bei der Verbundmodellierung

Je nach Art des Modells werden die Beschreibungsmodelle im Rahmen der Modellierung auf der Basis von Listen, Tabellen, Katalogen oder vorhandenen (Teil-)modellen bzw. Modellbausteinen erstellt. Der Umfang verfügbarer Beschreibungsmodelle wird dabei durch die Modellkomplexe vorgegeben (s. Kapitel 5.2.1).

6 Gestaltung soziotechnischer Systeme

Bei der Ableitung der Modellierungsumgebung in Kapitel 5.2 konnte gezeigt werden, daß es innerhalb komplexer soziotechnischer Systeme, wie z.B. der Produktion, zahlreiche Bestandteile, Aspekte und Interdependenzen gibt, die zwischen verschieden- und gleichartigen Systemelementen zu gestalten sind. So müssen z.B. Prozesse detailliert, Befugnisse von Mitarbeitern definiert oder der Ablauf eines bestimmten Prozesses festgelegt werden. Eine „chirurgisch“ abgegrenzte Einflußnahme auf die Vielzahl der einzelnen Bestandteile oder Relationen ist selten möglich, ohne daß unmittelbar weitere Veränderungen im System induziert werden. Solche Eingriffe bedürfen daher einer umfassend und systematisch vorgedachten Vorgehensweise.

Die mit den heute verfügbaren Gestaltungsmethoden getroffenen Gestaltungsentscheidungen bestimmen zwar die einzelnen Bestandteile eines Systems und die zwischen ihnen bestehenden Relationen. Es wird jedoch implizit oder z.T. auch explizit davon ausgegangen, daß die einzelnen Bestandteile und Relationen unabhängig voneinander gestaltet werden können. So wird z.B. durch eine Gestaltungsmaßnahme festgelegt, an welcher Stelle des Gesamtprozesses ein bestimmter Teilprozeß erfolgen soll. Durch eine weitere Maßnahme wird bestimmt, welche personelle Ressource diesen Teilprozeß auszuführen hat. Diese Entscheidung wird oft dadurch beeinflußt, in welcher Weise der vorgesehene Mitarbeiter in die betriebliche Stellenhierarchie eingeordnet ist. Zusätzliche Gestaltungsmaßnahmen beziehen sich auf die Wahl der maschinellen Ressource, die Versorgung der betrachteten Maschinen mit den notwendigen Materialien oder die informationstechnische Unterstützung des Systems. Durch diese Trennung besteht die Gefahr, daß die Abhängigkeiten zwischen einzelnen Maßnahmen, die sich alle auf einen einzigen Gestaltungsgegenstand beziehen, verborgen bleiben oder übersehen werden. Die Zerstückelung interdependenter Aspekte einer einzigen Gestaltungsentscheidung wird durch die bekannten organisationstheoretischen Ansätze unterstützt. Auch die bei der Organisationsmodellierung verwendeten „Beschreibungssprachen“ verbessern diese Situation nicht, da bei ihnen meist eine eindimensionale Abbildung der Realität auf der Basis von Knoten- und Kantendarstellungen erfolgt, ohne daß die bestehenden Abhängigkeiten betrachtet werden (vgl. /REMM97/, S. 89). Darüber hinaus sind die verfügbaren Methoden und Modelle oft nicht ausreichend aufeinander abgestimmt, so daß im Rahmen von Gestaltungsmaßnahmen starke Reibungsverluste auftreten können. Eine zusätzliche Problematik entsteht dadurch, daß der Weg zu einer Gestaltungsentscheidung oft nicht transparent nachvollziehbar ist. Dadurch fehlt die entstehungslogische Beziehung zwischen der Ausgangssituation, einer gestalterischen Maßnahme und ihren Konsequenzen. Solche Konsequenzen können grundsätzlich für alle Bestandteile des Systems und ihre gestalterischen Aspekte entstehen. So können z.B. zusätzliche Prozesse erforderlich werden, wenn sich die ablauflogischen Zusammenhänge ändern. Als weitere Wirkung ändert sich z.B. die Struktur der Unternehmensdaten, da evtl. zusätzlich Daten an bestimmten Orten zur Verfügung gestellt werden müssen.

Es existieren also auch heute noch methodische Defizite, die mit Hilfe neuer Ansätze vermindert werden können. Dazu wurde auf der Basis bekannter Vorgehensweisen und Ansätze in dieser Arbeit eine geeignete Vorgehensweise entwickelt, die in den folgenden Kapiteln beschrieben wird. Wesentlicher Grundgedanke dabei war die Entwicklung einer geeigneten, allgemeingültigen Vorgehensweise, die im jeweiligen Anwendungsfall durch spezifische Modell- und Methodenbausteine konkretisiert und angepaßt werden kann. In die Systematik sind bewährte Methodenbausteine integriert worden, die zur besseren Integrierbarkeit jedoch z.T. überarbeitet werden mußten.

6.1 Grundsätzliche Voraussetzungen und Vorbemerkungen

Gestaltungsprozesse in soziotechnischen Systemen finden weder zum Selbstzweck noch in isolierter, „klinischer“ Umgebung statt. Auch wenn die folgenden Erläuterungen zur Vorgehensweise und zu den einzelnen Methodenbausteinen z.T. diesen Eindruck erwecken, darf nicht vergessen werden, daß es sich hier um ein Instrumentarium zur Gestaltung sozialer Systeme in Verbindung mit der Gestaltung technischer Systeme und damit um ein Instrumentarium zur Gestaltung äußerst komplexer Systeme handelt, die letztlich in ihrer spezifischen Umgebung nur als Gesamtheit Bestand haben können.

Die Entwicklung einer geeigneten Vorgehensweise zur Gestaltung solcher Systeme kann nur auf der gleichberechtigten Beachtung evolutorischer und konstruktiver Ansätze (s. dazu Kapitel 3.1) gelingen. Dies bedeutet, daß jede vorgedachte Vorgehensweise und die instrumentarische Bereitstellung hilfreicher Methodenbausteine nicht ohne die Intelligenz und die Interaktion des Anwenders und die Beteiligung der „Betroffenen" funktioniert. Auf der einen Seite hat also der Anwender die Aufgabe, die bereitgestellten Ansätze und Bausteine situationsgerecht auszuwählen und zu kombinieren, um sie zum Nutzen des Systems einzusetzen. Auf der anderen Seite ist der Erfolg einer Gestaltungsmaßnahme von der Akzeptanz und dem späteren Verhalten der „Betroffenen" bzw. Beteiligten abhängig. Diese Interdependenz führt dazu, daß in wissenschaftlichen Arbeiten, wie der vorliegenden, nur „Gerüste" vorgedacht und vorgestellt werden können. Diese Gerüste müssen vom Anwender konstruktiv spezifiziert und von den Beteiligten evolutorisch umgesetzt werden.

Da es keine umfassende und für alle Systeme geltende Idealorganisation gibt, sondern allenfalls Referenzbeispiele für gelungene Bereichslösungen, die lediglich einen oberflächlichen Vergleichsmaßstab liefern können, kann eine praxisorientierte Methode, die eine unternehmensspezifische Gestaltung der Produktion unterstützen soll, lediglich Hilfsmittel und systematische Vorgehensweisen anbieten, welche die Kreativität der Systemmitglieder unterstützt, um zu spezifischen und umfassend akzeptierten Lösungen zu gelangen.

Da der Stand der Organisationsforschung bis heute nur tendenzielle Aussagen hinsichtlich der anzustrebenden Soll-Zustände zuläßt, hat der Gestalter beim Entwurf von Soll-Zuständen einen großen Variationsspielraum. Darüber hinaus ist der Nachweis der Vorteile, die gegenüber dem Ist-Zustand erreichbar sind (positive Zielwirkung), nur mit Plausibilitätsüberlegungen zu führen, da empirisch gesicherte „Gesetzmäßigkeiten" nur für einzelne Aspekte bekannt sind. Daraus wiederum folgt die Notwendigkeit einer intensiven Beteiligung der Betroffenen am Entwurfs- und Evaluationsprozeß. Dies ist sinnvoll um die Lösungsqualität zu erhöhen und eine positive Identifikation mit dem Organisationsprojekt zu erreichen. Eine auf breiter Basis in Forschung und Praxis anerkannte und vielfach erfolgreich praktizierte Möglichkeit dazu bietet sich durch die Modellierung des Ist- und des Soll-Zustandes. Die im Kapitel 5.2 vorgestellte Modellierungsumgebung liefert hierzu in Verbindung mit den Möglichkeiten der frei konfigurierbaren Modellbausteine eine ideale Plattform für die Beteiligung der Betroffenen am Gestaltungsprozeß. Die in diesem Kapitel vorgestellte Vorgehensweise bedient sich dabei in allen Phasen und Schritten der im Kapitel 5.2 vorgestellten Modellierungsumgebung, indem sie jeweils an geeigneter Stelle Methodenbausteine mit Modellbausteinen verbindet.

Neben der Beachtung der angemessenen Informationspolitik während eines Gestaltungsprojektes und der Wahl des angemessenen Partizipationsgrades der Betroffenen hat der Gestalter vor allem die unternehmerischen Strategien zu berücksichtigen, denn sie bestimmen bereits im Vorfeld die Gestaltungsarbeit und sind Ergebnis übergeordneter Planungsprozesse, die im Rahmen dieser Arbeit nicht näher betrachtet werden. Wichtige Strategien sind z.B. „Investitionsstrategien (Investition in Hardware oder in „Orgware")", „Technologiestrategien (Technologieführerschaft oder konservativer Technologieeinsatz)", „Wettbewerbsstrategien (offensive Marktbearbeitung oder Reaktionen auf die Konkurrenz)", „Preisstrategien" oder „Outsourcingstrategien (Konzentration auf Kernkompetenzen oder Integration einer breiten Know-how-Palette)". Neben diesen durch die Unternehmensleitung festzusetzenden Strategien liefern auch die politischen Gegebenheiten, zeitliche Vorgaben und der allgemeine „Leidensdruck“ des Unternehmens wichtige Voraussetzungen, die im Rahmen des Gestaltungsprozesses berücksichtigt werden müssen.

Selbst wenn alle systemimmanenten Eigenschaften und Randbedingungen berücksichtigt und im Methodenumfang geeignet abgebildet werden, stellt sich bei jedem Gestaltungsprojekt die Frage nach der geeigneten Kombination aus methodisch unterstützter Konzeption und Umsetzung der Konzeption in die Realität. In diesem Zusammenhang nutzt MALIK das sog. „Drei-Welten-Konzept“ von POPPER (vgl. /POPP72/) (vgl. /MALI92/) als Grundlage für die Ableitung von vier grundsätzlichen Ansätzen zur praxisorientierten Problemlösung in komplexen Systemen:

- Beim ersten Ansatz bewegt sich der Problemlöser ausschließlich in der physischen Realität. Bei dieser Art des Vorgehens wird überhaupt nicht nachgedacht, d.h. es geht keine „geistige Simulationsphase“ voraus, sondern der Problemlöser bewegt sich ausschließlich in der Ausführungsebene. Entscheidungen werden spontan und adhoc getroffen, häufig aufgrund der sogenannten „Erfahrung“ und müssen ebenso oft wieder zurückgezogen werden, wenn sich unerwartete Widerstände zeigen. Diese Vorgehensweise entspricht etwa jener Art des Versuch-Irrtum-Verhaltens, das zu Recht als primitiv und damit letztlich als unzureichend empfunden wird (vgl. dazu /MALI92/).
- Ein zweiter Ansatz bewegt sich ausschließlich auf geistiger Ebene. Hier kommt praktisch nie eine effektive Entscheidung, d.h. eine Einwirkung in die physischen Systemzusammenhänge zustande. Mit dieser Vorgehensweise wird kein Fortschritt erreicht, sie ist damit ebenfalls unbrauchbar.
- Beim dritten Ansatz handelt es sich schließlich um eine Variante, bei der das Problemlösen zunächst ausschließlich auf der geistigen Ebene stattfindet und nach einer gewissen Zeit, d.h. wenn eine „Lösung“ gefunden wurde, diese in die Tat umgesetzt wird. Je nach Situation kann die Phase der gedanklichen Beschäftigung mit dem Problem mehr oder weniger lange dauern, und in Abhängigkeit davon wird sich auch die Realisierungsphase mehr oder weniger schwierig gestalten (vgl. dazu /MALI92/). Diese Vorgehensweise ist aus der Konstruktionslehre bekannt und wird dort erfolgreich angewendet. Bei der Gestaltung und Realisierung soziotechnischer Systeme mit Hilfe klassischer Methoden liegen die Phasen der gedanklichen Beschäftigung und der Umsetzung oft zu weit auseinander, so daß eine reine Übertragung dieser Methode auf die Gestaltung soziotechnischer Systeme wenig vielversprechend erscheint. Eine geeignete Vorgehensweise zur Gestaltung soziotechnischer Systeme muß eine kurzzyklische Interaktion mit dem System unterstützen. Dies führt zum Ansatz des Prototyping, der ebenfalls aus der Konstruktionslehre bekannt ist, aber auch in anderen Disziplinen wie z.B. der Informatik erfolgreich eingesetzt wird.
- Die vierte Möglichkeit ist letztlich jenes Vorgehen, wie es aus rein evolutionärer oder kybernetischer Sicht anzustreben ist. Die Phase der geistigen Auseinandersetzung mit einem Problem ist immer wieder durchbrochen durch reale Tests, die dazu beitragen, die gedanklichen Vorstellungen auf ihre Haltbarkeit, Realitätsbezogenheit, Realisierbarkeit usw. zu überprüfen. Wenn der Schwerpunkt der Problemlösungsaktivitäten von der gedanklichen auf die reale Ebene verlagert wird, d.h. also, in die Implementierungsphase tritt, dann wirken die vorher entwickelten gedanklichen Vorstellungen als Erwartungen. Anhand dieser Erwartungen wird der Implementierungsfortschritt beurteilt. Der Problemlösungsprozeß bricht also nicht ab, sondern es wird lediglich sein Schwerpunkt verlagert. Durch die in die Zukunft projizierten Erwartungen, die ihrerseits aufgrund des tatsächlichen Realisierungsverlaufes immer wieder korrigiert werden können, entsteht die für jeden Lenkungsprozeß fundamentale Vergleichsmöglichkeit zwischen erwartetem und tatsächlichem Verlauf. Je komplexer eine Problemsituation ist, um so intensiver muß die Interaktion zwischen den geistigen und den realen Aktivitäten sein und zwar sowohl in jener Phase, die schwerpunktmäßig der geistigen Erfassung gilt, als auch in jener, die hauptsächlich

der Realisierung dient. Eine brauchbare Problemlösungsmethodik muß daher diese Wechselwirkungen und Interaktionen stimulieren und provozieren (vgl. dazu /MALI92/). Für die Betrachtung reiner **Gestaltung**sprozesse liefert diese Vorgehensweise zunächst wenig Anhaltspunkte. Sie zeigt jedoch, in welcher Weise Gestaltung und Umsetzung miteinander interagieren müssen.

In dieser Arbeit wird eine Kombination zwischen der dritten und der vierten Vorgehensweise angestrebt. Die Kombination basiert dabei auf einer gedanklichen Zwischenschicht (Zwischenwelt), die mit Hilfe der in Kapitel 5.2 beschriebenen Modellierungsumgebung erzeugt werden kann. In dieser Zwischenwelt kann sowohl die gedankliche Konzeption als auch die gedankliche Umsetzung erfolgen. Aufgrund der stets erforderlichen Abstraktion der gedanklichen Welt (Modelle, Prototypen) ist eine möglichst zeitnahe Umsetzung der entwickelten Konzepte in der Realität jedoch immer noch erforderlich und sinnvoll. Diese Arbeit legt den Schwerpunkt jedoch auf die Betrachtung der Zwischenschicht und die Ableitung geeigneter Methoden zu ihrer „Erschaffung".

Neben dieser Einteilung können für organisatorische Vorhaben zwei idealtypische Vorgehensweisen unterschieden werden (vgl. /SIEM74/, S. 74 f.; /SCHM94/, S. 83 f.):

- Bei der **empirischen** (induktiven) Methode wird der Ist-Zustand erhoben und die vorhandene Organisation auf Mängel untersucht. Die Ursachen der Mängel werden analysiert und darauf aufbauend Verbesserungsvorschläge erarbeitet. Es werden keine grundlegenden Veränderungen des vorgefundenen Ist-Zustandes in die Überlegungen mit einbezogen. Die Methode bietet sich an, wenn ohne großes Risiko und mit geringem Aufwand vorhandene Mängel schnell beseitigt werden sollen.
- Bei der **konzeptionellen** (deduktiven) Gestaltung werden, ausgehend von allgemeingültigen organisatorischen Erkenntnissen, in einem kreativen Prozeß Idealmodelle entwickelt. Der Soll-Zustand kann zunächst auch unbeeinflußt vom vorliegenden Ist-Zustand konzipiert werden. Anschließend muß er jedoch an die konkreten Bedingungen angepaßt werden. Dabei werden nur solange Abstriche am Idealkonzept gemacht, bis ein brauchbarer Kompromiß zwischen den Erfordernissen des Unternehmens und den Potentialen der Ideallösung gefunden ist. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist darin zu sehen, daß innovative Lösungen erarbeitet werden und substanzielle Verbesserungen erreicht werden können.

In der Praxis hat es sich als sinnvoll erwiesen, die organisatorische Gestaltung soziotechnischer Systeme eher als laufendes Wechselspiel zwischen den beiden idealtypischen Vorgehensweisen durchzuführen. So werden z.B. nach einer groben Analyesphase zunächst konzeptionell entwickelte Groblösungen erarbeitet, die anschließend empirisch auf ihre grundsätzliche Realisierbarkeit überprüft werden, bevor sie erneut konzeptionell verfeinert werden. Anschließend werden auch konzeptionelle Detaillösungen erneut empirisch überprüft.

Um dieses Wechselspiel in der Praxis auch tatsächlich umsetzten zu können wurde die im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte Vorgehensweise bewußt flexibel gehalten, damit sie sich nahezu beliebig in vorhandene unternehmerische Planungsabläufe einbinden läßt, ohne Zwänge zu erzeugen, die eine Akzeptanz der mit ihr erreichbaren Ergebnisse reduzieren. Dies wurde durch die Beachtung folgender Grundüberlegungen möglich, die als konzeptionelle Aspekte in die Entwicklung der Vorgehensweise eingeflossen sind:

- Komplexe Systeme können mit den heutigen Mitteln nicht **erschaffen**, sondern lediglich über längere Zeiträume **entwickelt** werden. Versteht man den Gestaltungsprozeß soziotechnischer Systeme als iterativen Entwicklungsprozeß, so setzt die Gestaltung komplexer Systeme **immer** auf bereits existierenden oder zumindest grundsätzlich bekannten Systemen auf. Es ist eine ständige Interaktion zwischen gedanklich abstrahiertem System und der Realität erforderlich. Ausgangspunkt der Gestaltung sind demnach existierende Systeme, die umzugestalten, zu erneuern oder auf andere Objekte oder Orte zu übertragen sind. Demnach kann grundsätzlich von der Funktionalität existierender Systeme ausgegangen werden. Aus diesem Grund beginnt eine Methode zur Gestaltung komplexer Systeme meist mit einer Analysephase (Systemanalyse) eines in der Realität vorhandenen oder in „Modellen" abgebildeten Systems.

- Häufig gehen in der Praxis der eigentlichen Analyse des Systems unterschiedliche Phasen voraus, die sich entweder im Bereich der Entstehung und Wahrnehmung von Problemen abspielen oder im Zusammenhang mit allgemeinen, oft politisch oder normativ gefärbten Entwürfen (die grobe Idee über die Gestalt des zukünftigen Systems) des Systems stehen. Diese voranalytischen Phasen werden bisher methodisch kaum berücksichtigt. Damit ist aber bereits ein gravierender Grundkonflikt der praktischen Gestaltungsarbeit vorprogrammiert. Der Konflikt entsteht zwischen dem Gestalter, der durch Analyse und Synthese eine gesteuerte Entwicklung des neuen Systems anstrebt, und den meist politisch oder normativ gewollten groben „Entwürfen". Aus diesem Grund ist es notwendig, auch die voranalytischen Phasen der Gestaltung komplexer Organisationen methodisch zu unterstützen, um zumindest eine integrative und iterative sowie rekursive und regulierte Kommunikation zwischen Gestaltern und „politischen" Entscheidern herbeizuführen.
- Die Lösung gestalterischer Probleme wird maßgeblich durch die zu erreichenden Ziele und die einschränkenden Bedingungen bestimmt. Dabei bestehen als generelle Zielsetzungen die Erfüllung der Funktion eines Systems, die wirtschaftliche Realisierung dieser Funktion sowie die Abstimmung dieser Funktion mit der Umgebung des Systems.
- Die Gestaltung soziotechnischer Systeme hat sich stets an der Überlegung zu orientieren, wie bestimmte Vorgaben mittels gestalterischer Maßnahmen in konkreten Situationen umzusetzen sind. Die Bestimmung dessen, was als organisatorisch machbar erscheint und als beherrschbar gilt, was bei alternativen Möglichkeiten vorgezogen wird (Bewertung) und was als Sachzwang deklariert wird (Restriktion), hängt nicht zuletzt von den „politischen" Vorgaben übergeordneter Entscheider ab. Diese Vorgaben werden im allgemeinen nicht explizit mit der Vergabe eines Auftrags zur Reorganisation dem Gestalter transparent mitgeteilt. Auch hier existiert erhebliches Konfliktpotential, welches oft erst im Verlauf des Projektes zu Tage tritt. Eine Methode zur Gestaltung soziotechnischer Systeme sollte aus diesem Grund bereits für die Formulierung des Gestaltungsauftrages geeignete Hilfsmittel bereitstellen.
- Die Gestaltung eines soziotechnischen Systems schließt, wenn man den Begriff weiter faßt, die Systemgeschichte mit ein, also auch dessen vorherigen „Normalbetrieb". Gerade aber der „Normalbetrieb" ist keine stabile Phase, in der das System unverändert bleibt, sondern es finden laufend Modifikationen, Störungen, Erweiterungen etc. statt. Daraus resultiert, daß eine permanente Kontrolle und Analyse über eine geeignete „Sensorik" stattfinden muß. Dies bedeutet, daß in einer Gestaltungsmethode einerseits ein Kreislauf (s. **Bild 50**, **Spiralmodell**) und andererseits Methodenbausteine zur Entwicklung des Systems von innen heraus eingebunden sein müssen.
- Die Gestaltung, die permanente Analyse, aber auch die permanente Begleitung der Entwicklung komplexer soziotechnischer Systeme verlangt einen enormen Umfang generellen, systemunabhängigen aber auch systemspezifischen Wissens. Um Gestaltungsentscheidungen treffen zu können, ist neben diesem Wissen aber auch eine detaillierte Kenntnis über den aktuellen Zustand der Organisation[24] notwendig. Dieses Wissen kann in angepaßten Modellen „gespeichert" werden. Diese Tatsache führt zu der Forderung, daß eine Integration zwischen Modell- und Methodenbausteinen notwendig ist, um eine Dokumentation, Analyse, Synthese, Diagnose und den Zugriff auf die spezifischen Informationen zu gewährleisten.

[24] Damit ist die Gesamtheit aller Elemente und ihrer aktuellen Relationen gemeint.

6.2 Entwicklung der Vorgehensweise

Systemgestalter (extern und intern) bedienen sich heute bei ihren Gestaltungsaufgaben mehr oder weniger komplexer Vorgehensmodelle. Ihre Logik ist immer ähnlich. Die einzelnen Methoden lassen sich oft sogar ohne größeren Aufwand ineinander überführen. Dies hängt damit zusammen, daß hinter diesen Methoden eine bewährte Logik steckt, die auch in dieser Arbeit weitgehend unangetastet bleibt. Dem Autor kommt es jedoch besonders darauf an, das systemische Denken in der Praxis besser nutzbar zu machen. Aus diesem Grund wurde das Grundmuster aufbereitet, um modellierungsspezifische Methodenbausteine ergänzt und im Hinblick auf die praktische Nutzung der organisationstheoretischen Systemtheorie weiterentwickelt.

Im Laufe der Zeit wurde die Methode zur Abwicklung von Gestaltungsprozessen zunehmend differenziert (vgl. /SCHM80/, S. 324 ff.). Als Vertreter der klassischen Organisationslehre entwickelte KOSIOL (vgl. /KOSI61/) die Vorgehensschritte der Analyse und Synthese. ACKER (vgl. /ACKE66/) unterschied weiterführend die Schritte der Aufnahme von Ist-Daten, der Analyse und der Lösungsentwicklung. MÜLLER-PLEUSS (vgl. /MÜLL72/) entwickelte darauf aufbauend eine Konzeption, bei der ein Organisationsprojekt verschiedene zeitliche Schritte linear durchläuft. Die neueren zyklischen Vorgehensmodelle gründen auf dem Ansatz, daß Organisationsprozesse stufenweise ablaufen, wobei die Schritte der Planung sich lediglich im Konkretisierungsgrad voneinander unterscheiden (vgl. z.B. /SIEM74/, /GROC82/ oder /SCHM94/). Die in der Literatur beschriebenen Vorgehensmodelle unterscheiden sich zum Teil nur geringfügig voneinander (vgl. /DAEN92/, S. 46). Das Vorgehensmodell von SCHMIDT (vgl. /SCHM94/) entspricht im wesentlichen dem des System Engineering-Konzeptes (vgl. /DAEN76/) (s. Kapitel 3.2). Er nimmt eine Strukturierung des Ablaufs von organisatorischen Gestaltungsaufgaben in die Phasen „Vorstudie", „Hauptstudie", „Teilstudien", „Systembau", „Einführung" und „Erhaltung" vor. Dieser Ansatz wurde von KRÜGER (vgl. /KRÜG83/) um entscheidungstheoretische Aspekte ergänzt.

Die Einteilung in Phasen hat sich bei der praktischen Organisationsarbeit sehr bewährt und wird deshalb in seinen groben Zügen für diese Arbeit übernommen. Ergänzt wird diese Konzeption jedoch durch die intensive Nutzung der Modelle wie sie in Kapitel 5 vorgestellt wurden. Darüber hinaus werden die einzelnen Phasen vor dem Hintergrund der Gestaltung soziotechnischer Systeme systematisch in entsprechende Schritte unterteilt, die jeweils durch spezifische Modell- und Methodenbausteine konkretisiert werden können. Weiterhin wurde die von MÜLLER-PLEUSS vorgestellte lineare Vorgehensweise zu Gunsten einer vernetzten Vorgehensweise (s. **Bild 52**, Mitte) aufgegeben. Dies erscheint sinnvoll, da organisatorische Probleme i.d.R. so komplex sind, daß ein linear angelegter Gestaltungsprozeß selten erfolgreich ist. Die entwickelte Konzeption folgt dem Grundsatz, daß zunächst ein vollständiger gedanklicher Organisationszyklus auf grober Ebene durchlaufen werden sollte, ehe detailliertere Gestaltungsprozesse beginnen. Da aber jede grobe Betrachtung bereits zu Ergebnissen führen wird, die in weiteren Phasen genutzt werden können, kann von einer tatsächlichen Vernetzung der einzelnen Planungsschritte in der Realität ausgegangen werden. Werden die Vor- und Rückkopplungsmöglichkeiten voll genutzt, gleicht das hier entwickelte Vorgehensmodell einem dynamischen „Spiralmodell" (s. **Bild 50**), in dem die Ergebnisse der vorangegangenen Schritte die Ausgangsbasis für die folgenden Schritte darstellen. Die einzelnen Schritte sind dabei mit zunehmendem Feinheits- und Konkretisierungsgrad zu wiederholen.

Neben dem Ausbau der von DAENZER vorgeschlagenen Phasen „Vor-, „Haupt- und Teilstudien" sind die Phasen „spontane Problemwahrnehmung", „permanente Problemwahrnehmung" und „gestaltungsbegleitende Dokumentation im Prototyping" als neue Bestandteile der vernetzten Vorgehensweise entwickelt worden. Aufgrund der Vernetzung dieser sechs Phasen wird es trotz der Entwicklung einer Gesamtlösung möglich, daß z.B. bereits während der Gesamtkonzeption einzelne Teilkonzeptionen durchgeführt werden, um Klarheit über bestimmte Details zu erhalten. Genauso ist es möglich, daß zusätzliche Teilkonzeptionen „eingeschoben“ werden oder einzelne Teilkonzeptionen ihrerseits weiter unterteilt werden. Somit besteht die Möglichkeit für jeden zu lösenden Problemfall eine individuelle Anpassung an die projektspezifischen Gegebenheiten vorzunehmen. Jede einzelne Phase stellt jedoch gleichzeitig eine weitgehend abgeschlossene Einheit mit definierten Ergebnissen dar, so daß mit ihrem Abschluß eine Entscheidung über das weitere Vorgehen oder über einen Projektabbruch getroffen werden kann.

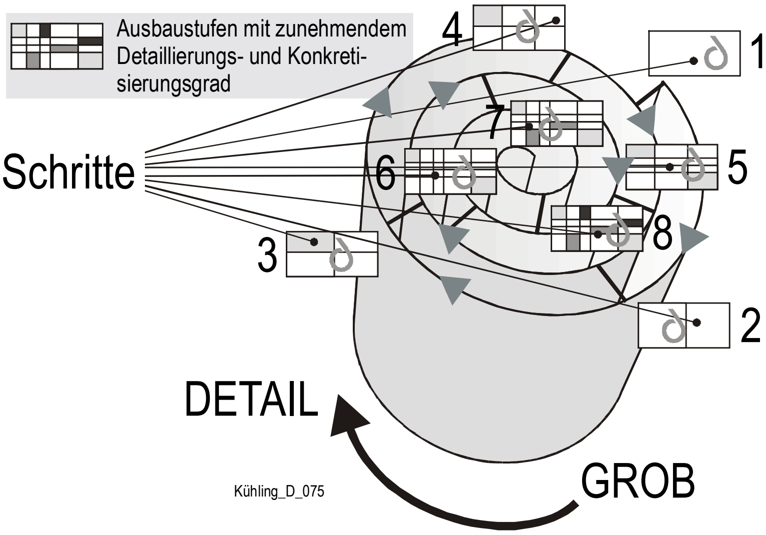


Bild 50: Spirale der Vorgehensweise

Die Vernetzung der einzelnen Phasen und Schritte zu einer spezifischen Vorgehensweise wird durch ein integriertes Konzept von Modell- und Methodenbausteinen ermöglicht, das eine spezifische Modell- und Methodenkombination (s. **Bild 51**) unterstützt. Im Bild wird deutlich, daß sich die bewußte Beeinflussung des Systemverhaltens erst nach der spezifischen Anpassung der Modell- und Methodenbausteine vollzieht (horizontale Achse). Die Anpassung der Modell- und Methodenbausteine erfolgt in Abhängigkeit von den Gestaltungszielen und der jeweiligen Situation (vertikale Achse). Sie führt zu einem modifizierten Vorgehensmodell welches konkrete, problembezogene Vorgehenspläne (Netzpläne, Arbeitsprogramme, Aufträge, Checklisten usw.) enthält.

Jeder Studienphase (s.o.) der Vorgehensweise liegt eine **allgemeine Arbeitsmethodik** zugrunde (sie wird als Zyklus bezeichnet), die auf einer neuen Kombination und Konkretisierung der Erkenntnisse der Systemtechnik und der Kybernetik beruht. Danach besteht das Lösen von Problemen in der abwechselnden Analyse und Synthese des Systems auf der einen Seite und auf der anderen Seite aus einer Kombination konstruktiver und evolutorischer Trail- and Error-Prozesse, welche mit jeder Phase der Vorgehensweise auf immer detaillierterem Niveau erfolgen. Dabei gewinnt die Analyse ihrem Wesen nach Informationen durch Zerlegen, Gliedern und Untersuchen von Eigenschaften einzelner Elemente und deren Zusammenhängen. Es geht dabei um Erkennen, Definieren, Strukturieren und Einordnen. Die Synthese ist dagegen in ihrem Wesenskern die kreative Informationsverarbeitung durch Bilden von Verbindungen, Verknüpfen von Elementen mit insgesamt neuen Wirkungen sowie die Darstellung einer zusammenfassenden Ordnung. Es ist der Vorgang des Suchens und Findens (Kreation) sowie des Zusammensetzens und Kombinierens. Nach dem Verständnis des Trail- and Error-Prozesses werden die erkannten Probleme zunächst nur versuchsweise „gelöst“. Die gefundenen Lösungen werden überprüft (z.B. in modellgestützten Diskussionen, durch Simulation oder durch versuchsweise Umsetzung in die Realität). Anschließend werden die übrig gebliebenen Lösungen durch Eliminieren der Fehler optimiert. Die Lösungssuche kann dabei im Laufe der Zeit durch Referenzieren auf bekannte Lösungen ständig verbessert und beschleunigt werden.

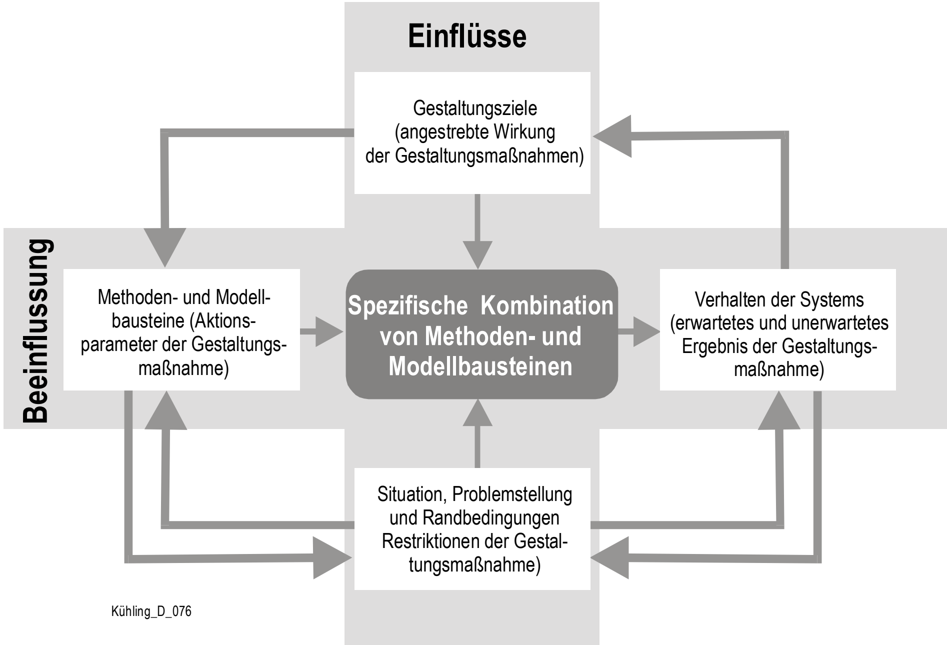


Bild 51: Situationsadäquate Modell- und Methodenspezifikation

Die Lösungssuche wird sowohl durch intuitives (einfallsbetont, überwiegend im Unterbewußtsein, kaum beeinflußbar, wenig nachvollziehbar) als auch diskursives (bewußt, schrittweise, mitteilsam) Denken unterstützt. Intuitiv betonte Methoden stützen sich weitgehend auf Ideenassoziation als Folge unbefangener Äußerungen von Partnern, Analogievorstellungen und gruppendynamischen Effekten. Sie sind mehr oder weniger formalisiert als Brainstorming /OSBO57/, Galeriemethode /HELL78/, Synektik /GORD61/, Methode 635 /ROHR69/ und Delphi-Methode /DALK63/ bekannt geworden. Am einfachsten und wenig aufwendig ist das Brainstorming, während die Galeriemethode bei Gestaltungsproblemen besonders hilfreich ist. Diskursiv betonte Methoden streben eine Lösung durch bewußt schrittweises Vorgehen an, was aber die Intuition nicht ausschließt. Im wesentlichen wird zum einen eine systematische Untersuchung des tatsächlichen oder denkbaren Geschehens angestellt, zum anderen werden aus bisher erkannten Zusammenhängen ordnende Gesichtspunkte abgeleitet, die in einem Suchschema (Ordnungsschema) Anregung für neue oder andere Lösungsprinzipien sein können. Es ist insbesondere aus den Ingenieurwissenschaften bekannt, daß eine systematische, geordnete Darstellung von Informationen zum Suchen nach weiteren Lösungen anregt. Ordnungsschemata lassen wesentliche Lösungsmerkmale erkennen, die wiederum Anregung zur Vervollständigung sein können. Sie geben einen Überblick über denkbare Möglichkeiten und Verknüpfungen (vgl. /PAHL90/). Ordnungsschemata sind im Zusammenhang mit der organisatorischen Gestaltung soziotechnischer Systeme bisher nur rudimentär vorhanden. Allgemein verfügbare und verwendbare Kataloge sind nicht bekannt.

6.3 Phasen der Vorgehensweise im Überblick

Bevor auf die einzelnen Phasen und Schritte der Vorgehensweise im Detail eingegangen wird, sollen sie in diesem Kapitel zunächst in ihrem grundsätzlichen Zusammenwirken anhand der Darstellung der methodischen Vorgehensweise bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme vorgestellt werden. Der Ablauf der Vorgehensweise wird mit seinen spiralförmig angeordneten und vernetzten Phasen in **Bild 52** skizziert. Die Phasen teilen sich wiederum in einen phasenspezifischen, spiralförmigen Zyklus ein. Der Ablauf der einzelnen Zyklen unterscheidet sich zwar von Phase zu Phase, jedoch nur im Detail und nicht im grundsätzlichen Aufbau. Die einzelnen Zyklen werden jeweils im Zusammenhang mit der Beschreibung der einzelnen Phasen in den Kapiteln 6.4 bis 6.9 dargestellt.

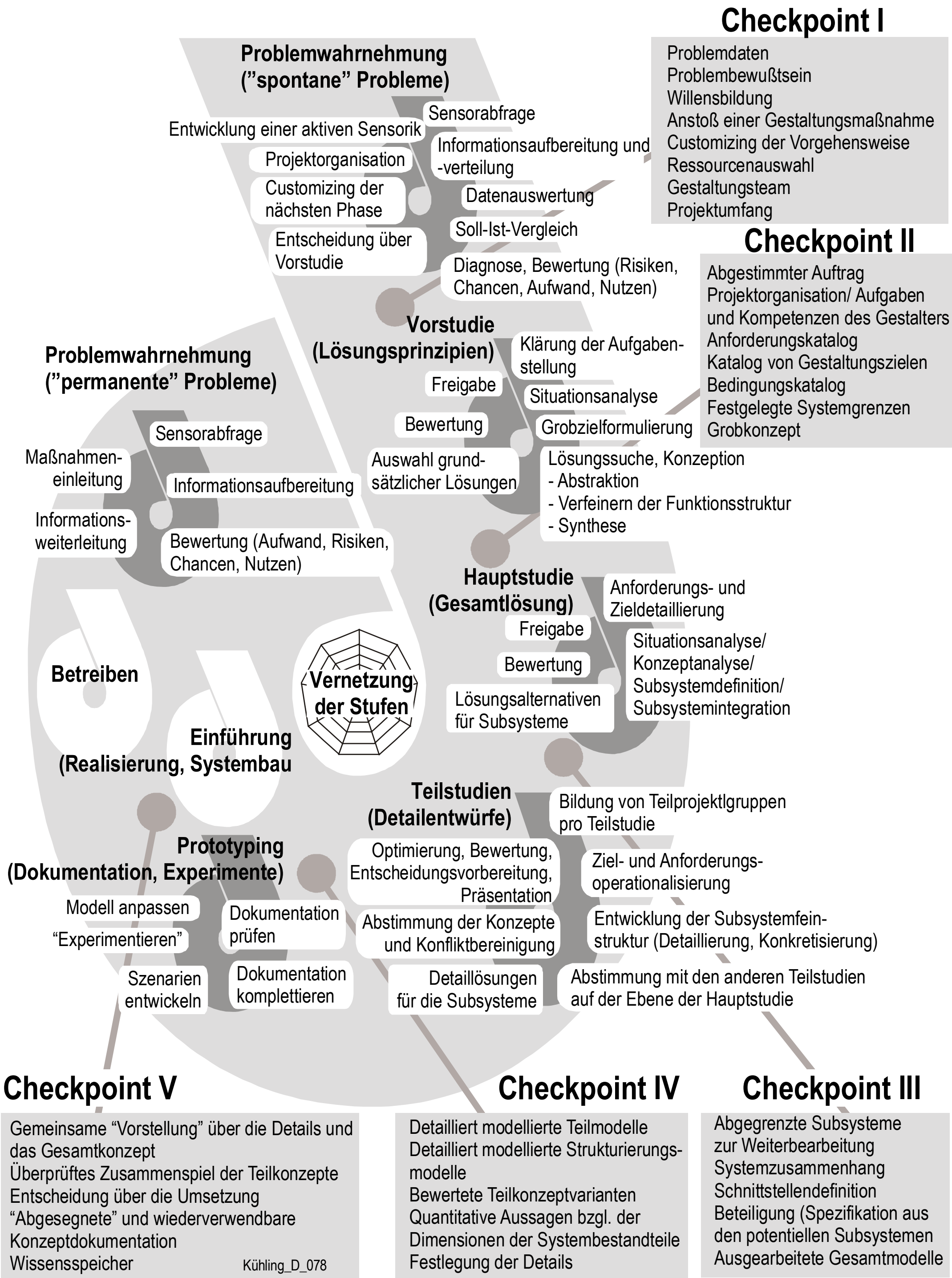


Bild 52: Allgemeine Vorgehensweise zur Gestaltung soziotechnischer Systeme

Die erste Phase der entwickelten Vorgehensweise stellt die Beachtung und Weiterverarbeitung der unterschiedlichen Möglichkeiten zur Auslösung eines Gestaltungsprozesses in den Vordergrund. Diese Phase beginnt mit der **Wahrnehmung eines Problems** bzw. einer Aufgabenstellung und geht mit der Aufnahme der Problemstellung in die permanente, aktive Sensorik (s. Kapitel 6.9) in die nächste Phase über. Die wesentlichen Ergebnisse (**Checkpoint I**) dieser Phase sind:

- Eine Dokumentation und Auswertung der relevanten **Problemdaten**.

- Ist das Problem durch die Auswertung der Daten eingegrenzt, müssen die Ursachen ermittelt werden, auf die es zurückzuführen ist. Dies erfordert Beurteilungskriterien für die kritische Analyse des Ist-Zustandes. Eine vorläufige Problemumschreibung und -diagnose schafft dazu ein systemspezifisches **Problembewußtsein**.
- Werden Probleme z.B. aufgrund von Zielabweichungen oder anderer Symptome diagnostiziert, ist der Umfang möglicher Maßnahmen zu prüfen. Dabei ist auch zu prüfen, ob das Problem ohne gestalterische Maßnahmen (z.B. durch Schulungen) lösbar ist. Im Falle der Entscheidung für eine Gestaltungsmaßnahme wird eine kollektive **Willensbildung** erreicht, die schließlich zum Anstoß einer **Gestaltungsmaßnahme** führt.
- Bevor in die eigentliche Projektarbeit mit Hilfe der hier entwickelten Vorgehensweise eingestiegen werden kann, ist in Abhängigkeit von den vorgesehenen Gestaltungsmaßnahmen eine situationsspezifische Anpassung (**Customizing)** der einzelnen Phasen und Schritte durchzuführen.
- Mit der Bestimmung des Gestalters bzw. des **Gestaltungsteams** und der Rollenverteilung wird eine grobe **Ressourcenbestimmung** vorgenommen, die den **Projektumfang** und die grobe Struktur des Gestaltungsprojektes fixiert.

An die Problemwahrnehmung schließt sich der eigentliche Gestaltungsprozeß an. Er umfaßt die Phasen „**Vorstudie**“, „**Hauptstudie**“ und „**Teilstudien**“ (**Phasen 2, 3 und 4**). Der Ablauf innerhalb der einzelnen Phasen kann jeweils in seinen Grundzügen als ähnlich angesehen werden. Der Gestaltungsgegenstand wird in jeder Phase lediglich auf einer unterschiedlichen Detaillierungsstufe betrachtet (s. **Bild 53**).

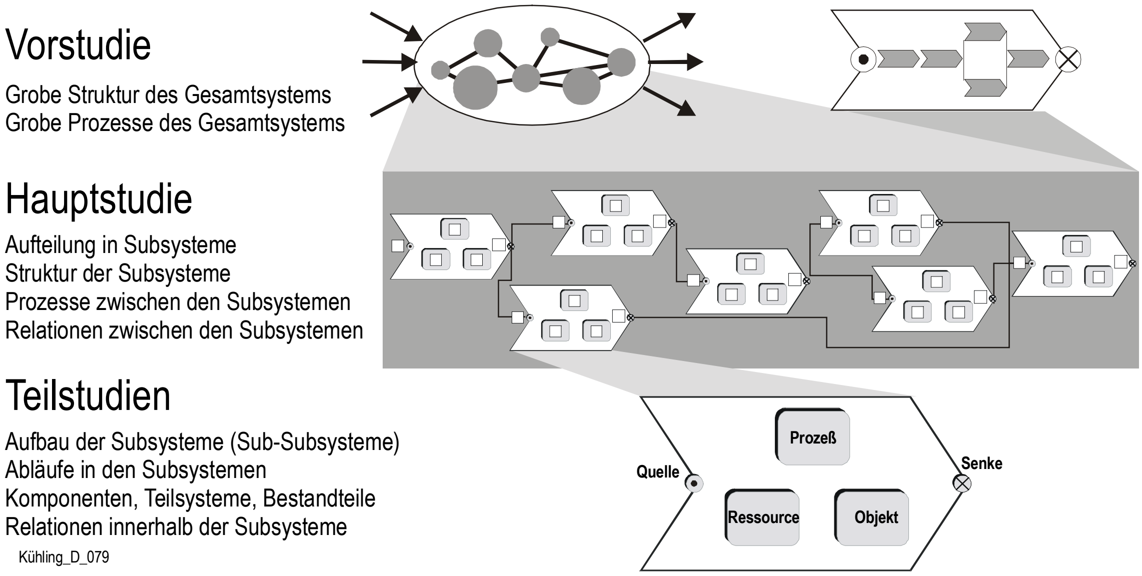


Bild 53: Schrittweise Detaillierung der Erkenntnisse im Rahmen des Gestaltungsprozesses

Der Ablauf der drei Phasen ist dabei durch einen Einstieg und einen vernetzten Kreislauf gekennzeichnet. Der Einstieg klärt dabei jeweils die Ausgangssituation für den vernetzten Kreislauf. Er dient gewissermaßen als Anstoß-, Einleitungs- und Integrationsteil für das Aufgreifen der jeweiligen Aspekte im Gestaltungsprozeß. Der vernetzte Kreislauf beginnt dann meist mit einer Analyse, die entweder die Einstiegsinformationen oder situationsspezifische Informationen aus dem vernetzten Kreislauf erhebt und aspektspezifisch aufbereitet. Die Organisationsdiagnose setzt sich wertend mit dem Ist-Zustand auseinander und versucht, Schwächen und Stärken der vorhandenen Organisation herauszufinden. Grundlage für die Beurteilung bilden dabei systematisch in Modellen dargestellte Informationen über den als problematisch angesehenen Ist-Zustand. Dabei werden sowohl systeminterne als auch systemexterne Aspekte berücksichtigt. Anschließend folgt der eigentliche gestalterische Schritt, in dem Lösungsalternativen erarbeitet und überprüft werden. Die Alternativenentwicklung und –überprüfung erfolgt dabei nach evolutorischen Gesichtspunkten (vgl. /MALI92/). Im nächsten Schritt werden die Lösungen bewertet und ausgewählt, bevor abschließend eine Festlegung der Ergebnisse erfolgt. In bestimmten Fällen können der Festlegung noch Kontroll- und Optimierungsschritte vorgeschaltet werden. Dies ist insbesondere im Bereich der quantitativen Auslegung von Systemen der Fall. Hier kommen dann z.B. mathematische Optimierungsverfahren oder die Simulation zum Einsatz. Auf die speziellen Aspekte der einzelnen Zyklen wird bei der Beschreibung der Phasen jeweils detailliert eingegangen. Im folgenden sollen die wesentlichen Ergebnisse der drei Phasen (**Checkpoints II bis IV**) vorgestellt werden.

Checkpoint der Vorstudie: Führen der grobe Soll-Ist-Vergleich und die anschließende Diagnose und Bewertung im Rahmen der Problemwahrnehmung zu dem Schluß, daß eine gestalterische Änderung in Richtung auf einen speziellen Soll-Zustand hin vorzunehmen ist, muß der Soll-Zustand in der Vorstudie weiter ausgearbeitet werden. Dabei ist eine möglichst frühe Beteiligung der Betroffenen sinnvoll, die evtl. ergänzende Maßnahmen (z.B. Schulungen) erfordert. Diese Phase beginnt mit der Problemerfassung durch den Gestalter und geht mit der Freigabe für die Erarbeitung einer Hauptstudie in die nächste Phase über. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Phase sind:

- Das Gestaltungsteam (im folgenden Gestalter genannt) hat sich mit dem Projekt und der **Projektorganisation** vertraut gemacht. Die **Aufgaben und Kompetenzen** sind klar verteilt. Es liegt ein unter allen Beteiligten **abgestimmter Auftrag** vor.
- Es liegt eine Sammlung von **Anforderungen**, **Gestaltungszielen** und **Bedingungen** vor. Diese wiederum determinieren die folgenden Schritte der Vorstudie.
- Durch die **Festlegung der Systemgrenzen** werden Problem-, Eingriffs- und Lösungsbereich ermittelt, um so bereits zu einer Reduzierung der Detaillierung in irrelevanten Bereichen zu kommen.
- Für den festgelegten Lösungsbereich wird ein **Grobkonzept** erarbeitet, welches den Rahmen für die weiteren Studien vorgibt.

Checkpoint der Hauptstudie: Das in der Vorstudie abgegrenzte System muß nun in handhabbare Subsysteme eingeteilt werden. Im Rahmen der Hauptstudie ist dafür zu sorgen, daß diese Subsysteme in ihrer Gesamtheit zusammen passen und den gesamten Umfang des Systems auch tatsächlich ausfüllen. In der Phase der Hauptstudie ist die Beteiligung der Betroffenen noch wichtiger als in der Vorstudie, da hier bereits Basis-Know-how erforderlich ist, um zu geeigneten Subsystemdefinitionen zu kommen. Diese Phase beginnt mit der Subsystemdefinition und geht mit der Freigabe für die Erarbeitung von Teilstudien in die nächste Phase über. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Phase sind:

- Es liegen **abgegrenzte Subsysteme** vor, die mit den Vorgaben des Lösungsbereiches abgestimmt sind. Diese Subsysteme sind innerlich und in ihren Schnittstellen so aufeinander abgestimmt, daß sie in weitgehend autonomen Teilstudien weiter bearbeitet werden können.
- Der **Systemzusammenhang** der einzelnen Subsysteme ist sichergestellt und die **Schnittstellen** zwischen den Subsystemen sind definiert und modelliert.
- Die maßgeblichen „**Betroffenen**“ sind in den Gestaltungsprozeß eingebunden. Sie wurden im Rahmen der Projektorganisation vom Tagesgeschäft zumindest teilweise entbunden. Durch ihre Beteiligung wird die **optimale Spezifikation** der potentiellen Subsysteme sichergestellt.
- Im Anschluß an die Teilstudien werden im Rahmen der Hauptstudie die einzelnen Teilkonzepte zu einem **Gesamtmodell** ausgearbeitet.

Checkpoints der Teilstudien: Die in der Hauptstudie abgegrenzten Subsysteme werden zur detaillierten Gestaltung in separaten Teilstudien weiter behandelt. Im Rahmen der Teilstudien ist stets Rücksprache mit den übrigen Teilstudien zu halten, so daß die gestalteten Subsysteme im Rahmen der Hauptstudie zu einem Gesamtsystem zusammengefügt und im Rahmen einer vernetzenden Systemplanung aufeinander abgestimmt werden können. Auch hier spielt die Beteiligung der Betroffenen eine wichtige Rolle. Die Phase einer Teilstudie beginnt mit der Definition der Subsystemfeinstruktur und geht mit der Festlegung der Detailentwürfe in die nächste Phase über. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Phase sind:

- Es liegen **detailliert modellierte Teil- und Strukturierungsmodelle** vor, die mit Hilfe der Modellierungsumgebung dokumentiert sind, so daß sie in der Hauptstudie zur integrativen Gestaltung von Gesamtmodellen genutzt werden können.
- Die **Teilkonzeptvarianten sind bewertet**, so daß sie einem Entscheidungsprozeß zugeführt werden können.
- Darüber hinaus sind **quantitative Aussagen** bzgl. der Dimensionen der Systembestandteile verfügbar, die im Rahmen der Hauptstudie zur genauen Auslegung des Systems genutzt werden können.
- Durch die **Festlegung der Details** liegen letztlich alle relevanten Informationen über das System, seine Subsysteme und deren Bestandteile und Relationen vor.

Die nächste Phase im Rahmen der Vorgehensweise ist das sog. **Prototyping**. Diese Phase schließt theoretisch den eigentlichen Gestaltungsprozeß ab. Dabei ist zu beachten, daß das Prototyping jedoch den gesamten Gestaltungsprozeß begleitet (vgl. dazu /BECK96/). Das Prototyping stellt damit einerseits eine Phase dar, die jeweils im Anschluß an eine der anderen Phasen des Gestaltungsprozesses erfolgt, andererseits aber auch bereits während der einzelnen Gestaltungsphasen methodisch über die Modellierungsumgebung in den jeweiligen Zyklus eingeflochten ist. Die Phase des Prototyping bildet aber auch gleichzeitig den Übergang von der Gestaltung zur Realisierung im Sinne der permanenten Interaktion zwischen Gestaltung und „Realisierung" in der gedanklichen „Zwischenwelt" (s. Kapitel 6.1). Sie weist damit auch eine starke Vernetzung zu den Phasen „Einführung" und „Betrieb" auf. Gemäß der Festlegung des Forschungsziels dieser Arbeit im Kapitel 1.2 soll jedoch auf diese Phasen nicht näher eingegangen werden. Die wesentlichen Ergebnisse der Phase des Prototyping sind:

- Durch die begleitende Dokumentation der Gestaltungsergebnisse im Prototyping entsteht im System eine gemeinsame **„Vorstellung" über die Details und das Gesamtkonzept**.
- Durch das „Experimetieren" mit den dokumentierten Prototypen kann das **Zusammenspiel der Teilkonzepte** überprüft werden. Daraus ergeben sich Rückschlüsse auf die Teilstudien und die Hauptstudie.
- Letztlich wird anhand der demonstrierten Modelle die endgültige **Entscheidung über die Umsetzung** eines Konzeptes getroffen.
- Die Prototypen, die am Ende des Prototyping verfügbar sind, stellen **„abgesegnete" und wiederverwendbare Konzeptdokumentationen** dar, die in einem **Wissensspeicher** gesichert werden.

Der vernetzte Gestaltungskreislauf der Vorgehensweise wird von der Phase der **permanenten Überwachung** geschlossen, die den Betrieb des Systems im Hinblick auf bekannte Probleme überwacht und bei entsprechenden Abweichungen einen erneuten Gestaltungsprozeß auslöst. Ein geschlossener Kreislauf ist erforderlich, weil jedes unternehmensspezifische Organisationskonzept einen ähnlichen Lebenszyklus durchläuft wie ganze Unternehmen bzw. Organisationen oder auch Produkte. Die mit den übrigen Phasen vernetzte Phase der permanenten Sensorik ermittelt den Zustand, in dem sich das System befindet und zeigt rechtzeitig, bevor der „Alterungsprozeß" eine kritische Grenze erreicht, entsprechende Diskrepanzen an. In den folgenden Kapiteln wird nun detailliert auf die einzelnen Phasen eingegangen.

6.4 Anstoß zur organisatorischen Gestaltung – systemspezifische Problemwahrnehmung

6.4.1 Generelle Anmerkungen zu Auslösern organisatorischer Gestaltungsmaßnahmen

Anstöße für organisatorische Gestaltungsmaßnahmen können einerseits aus dem Bestreben resultieren und darauf orientiert sein, möglichst viel Positives zu bewirken, sie können andererseits aber auch darauf gerichtet sein, möglichst viele Mängel zu beseitigen. Im Zusammenhang mit sozialen Systemen sind grundsätzlich beide Alternativen sinnvoll. Es ist aber zu bemerken, daß es bei komplexen Sachverhalten schwieriger ist, zu bestimmen, wie das Gute oder der Fortschritt zu definieren sind, während es meistens vergleichsweise einfach ist, festzustellen, welches die Mängel sind (vgl. /MALI92/). Mögliche Auslöser für Gestaltungsmaßnahmen sind:

- institutionalisierte Früherkennung, permanente Sensorik;
- Eingriff Dritter (Gesetzgeber, Öffentlichkeit, Eigentümer, Kunden);
- erkannte Probleme oder sogar Krisen und deren Symptome;
- Zufall (z.B. Kongreßidee, Berateridee, sonstige Quellen);
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozeß.

Der hier verfolgte Ansatz zur **bewußten** Gestaltung unterstützt deshalb grundsätzlich beide Einstiegsmöglichkeiten in einen Gestaltungsprozeß. Auch wenn die Bezeichnung der Phase „Problemwahrnehmung“ eher auf die Beseitigung von Mängeln hinzuweisen scheint, wird hier jede Art von Abweichung zwischen einem Soll- und einem Ist-Zustand als „Problem“ erkannt. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Soll-Zustand als „gut“ definiert wird, oder der Ist-Zustand als „schlecht“. Der Problembegriff, als Abweichung zwischen Soll- und Ist-Zustand, beinhaltet trotz dieser Neutralität eine Reihe von subjektiven Faktoren seitens der Beteiligten (vgl. dazu /SCHU95/):

- unterschiedlicher Stand der Kenntnisse und Einschätzungen über den Ist-Zustand;
- Unterschiede in den Vorstellungen über den anzustrebenden Soll-Zustand;
- unterschiedliche Ansichten über den Sinn und die Möglichkeiten einer Problemlösung;
- Unterschiede in der Beurteilungen der Dringlichkeit und der Angriffspunkte;
- unterschiedliche Vorstellungen über den Lösungsweg und die Projektorganisation;
- unterschiedliche Einschätzung des Nutzens;
- weiterhin ist unklar, wer die notwendige Kompetenz zur Erarbeitung einer Problemlösung besitzt und ob Externe am Gestaltungsprozeß beteiligt werden sollen.

Diese Faktoren führen in der Praxis mitunter zu erheblichen Auffassungsunterschieden bzgl. der weiteren Vorgehensweise. Eine Betrachtung der Auslöser und eine intensive Verständigung der Beteiligten über die zu ziehenden Schlüsse und die Möglichkeiten der Problemlösung in einer möglichst frühen Phase der Gestaltung legt damit die wesentliche Grundlage für den Projekterfolg.

Dies wird noch wichtiger, sobald die Verhältnisse nicht mehr einfach überschaubar sind, vor allem dann, wenn die systemischen Charakteristika nicht vorwiegend sinnesmässig registriert werden können, sondern eine geistige Rekonstruktion des Gesamtsystems notwendig ist (Modellierung komplexer Systeme). In solchen Fällen wird in der Praxis nur selten die Frage nach den Systemcharakteristika gestellt. Dies führt sehr häufig dazu, daß Problemlösungsprozesse mit einer großen Naivität betrieben werden, die an der Natur des Systems vorbeigehen. Die Charakteristika der zu gestaltenden Systeme erfordern jedoch, daß jeder Schritt einer Methodik in fundamentaler Weise davon abhängt, welche Eigenschaften die Systeme haben (vgl. /MALI92/). In diesem Zusammenhang wird der Zweck der Problemwahrnehmung i.A.a. /SCHU95/ erreicht, indem

- die Probleme und deren Erscheinungsformen klar beschrieben und bewertet werden;
- das Problemfeld klar erkennbar abgegrenzt wird, die als wichtig erachteten Bereiche und Aspekte dargestellt und die nicht problemrelevanten Bereiche und Aspekte ausgegrenzt werden;
- die hauptsächlich von der Problemstellung betroffenen Personen identifiziert und die an der Problemlösung zu beteiligenden Personen bestimmt werden und
- die problemrelevanten Einflußgrößen, die Problemursachen und deren Zusammenhänge systematisch analysiert werden.

Bereits die Frage nach der Problemerfassung stößt jedoch in der Praxis auf Schwierigkeiten. Handelt es sich um einen abgegrenzten Bereich, dessen wesentliche Strukturen und Eigenschaften durch eine einzelne Technologie geprägt sind, so wird es sehr viel leichter möglich sein, Störungen zu erkennen, zu lokalisieren und in ihren Gesamtzusammenhängen sowie möglicherweise auch ihre Ursachen zu erfassen. Völlig anders hingegen ist die Situation, wenn man es mit den strategischen Problemen eines großen, multinational tätigen Unternehmens zu tun hat. Aber auch in einigermaßen überschaubaren Bereichen existiert eine Vielzahl möglicher Probleme, die meist eng miteinander vernetzt sind (z.B. Fragen der Mitarbeitermotivation und der gerechten Entlohnung). Im Bereich derartiger Fragestellungen kann häufig nicht klar beurteilt werden, ob bestimmte Zustände oder Ereignisse als Störungen zu interpretieren sind oder nicht und welches die relevanten Variablen sind. Alle diese Überlegungen zeigen, daß die Eigenschaften eines Systems für die spezifische Handhabung einer Methodik von fundamentaler Bedeutung sind, und daß die Steuerung des Prozeßablaufes wesentlich von diesen Eigenschaften bestimmt wird. Aus diesem Grund wird hier nicht eine fixierte Methode zur Erfassung der Problemstellung vorgegeben, sondern lediglich eine grundsätzliche Vorgehensweise, die verschiedene Methodenbausteine verbindet. Wichtigste Voraussetzung für die Umsetzung der hier gemachten Vorschläge ist die konstruktive Übertragung auf die spezifischen Verhältnisse durch den Anwender.

6.4.2 Die Schritte der Phase „Problemwahrnehmung“ im Zyklus

Als Anstoß für ein Gestaltungsprojekt kommen allgemein „Probleme“ oder deren „Ursachen“ in Frage, die folgendermaßen eingeteilt werden können:

- **Äußere Probleme oder Ursachen:** Sie lassen sich auf einen äußeren Wandel zurückführen. Sie können entweder gezielt einzelnen Systemen der Umwelt oder einer Gruppe von Umweltsystemen zugeordnet werden. So können z.B. wechselnde Marktbedingungen eine Anpassung der Organisationsstruktur in der Produktion erfordern.
- **Innere Probleme oder Ursachen:** Sie sind bedingt durch einen Wandel innerhalb des Systems. Hier sind meist Veränderungen auf Seiten der Systemteilnehmer, der Technologie, der Strukturen, einzelner Regeln oder Abläufe (Systemelemente und interne Relationen) die Ursache von Problemen. Eine weitere „Problemursache“ stellen bewußte Entscheidungen des Systems selbst dar, die z.B. zu einer Veränderung des Leistungsprogramms führen können, die Veränderungen der internen Strukturen betreffen oder die das Verhalten des Systems gegenüber seiner Umwelt beeinflussen.

Voraussetzung für die Einleitung einer Veränderung ist die Wahrnehmung eines Problems und die Untersuchung seiner Ursachen. Dazu ist eine entsprechende „Sensorik“ erforderlich, die verschiedene Aufgaben erfüllen muß, um spezifische Maßnahmen zur Problemlösung einzuleiten, die zum gewünschten Erfolg führen. **Bild 54** zeigt die Schritte der Problemwahrnehmung im Zusammenhang mit der Einleitung von Gestaltungsmaßnahmen. Eine allgemeingültige Methode zur unternehmensspezifischen Gestaltung der Produktion kann eine solch spezifische „Sensorik“ nicht vorgeben, sondern lediglich die erforderlichen Funktionen und Schritte zur Entwicklung einer spezifischen Sensorik beschreiben. Im folgenden werden diese Schritte erläutert.

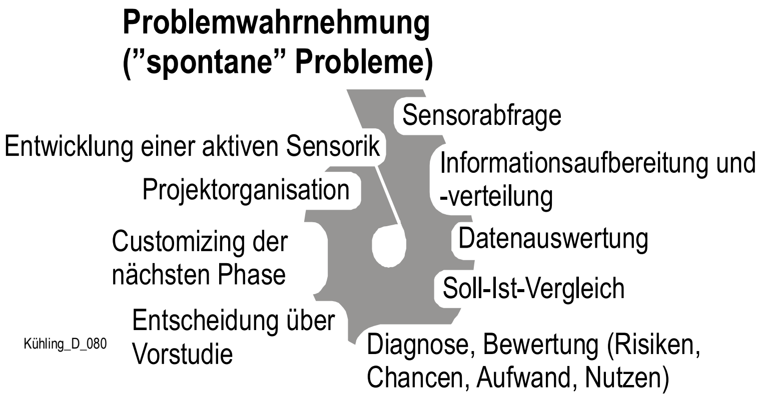


Bild 54: Die Schritte der Phase „Wahrnehmung spontaner Probleme"

6.4.2.1 Sensorabfrage

Ausgangspunkt für die Wahrnehmung tatsächlicher oder potentieller Probleme ist immer die Erfassung und erste Verarbeitung von Informationen aus dem System oder seiner Umwelt. Dieser erste Schritt soll hier als Sensorabfrage bezeichnet werden. Auch wenn das System nicht über eine bewußt installierte, aktive Sensorik (s.u.) verfügt, strömen ständig sensorisch verwendbare Daten innerhalb des Systems bzw. zwischen dem System und seiner Umwelt. In jedem soziotechnischen System werden aus diesen Datenströmen einzelne Daten ausgesondert und zur Auswertung in bezug auf gestaltungsrelevante Problemstellungen genutzt.

Verfügt ein System bzw. ein spezielles Subsystem über eine bewußt installierte, aktive Sensorik, so werden die existierenden Datenströme nach einem speziellen Muster im Hinblick auf zuvor festgelegte Informationen permanent abgefragt. Bekanntestes Beispiel für ein spezielles, sensorisches Subsystem in der Umwelt der Produktion ist das betriebliche Controlling, in dem zahlreiche Kennzahlen erfaßt, verarbeitet und ausgewertet werden (s. **Tabelle 9**).

Hier fließen zahlreiche, überwiegend finanztechnische Daten zusammen, die im Hinblick auf gestalterisch relevante Informationen ausgewertet werden könnten. Die Auswertung im Hinblick auf gestalterische Maßnahmen erfolgt in der Praxis bisher jedoch nur sehr unzureichend, da bis heute einerseits nur sehr wenig über die Zusammenhänge zwischen Finanzdaten und gestalterischen Problemen bekannt ist und andererseits aufgrund der Ausrichtung existierender Controllingabteilungen, denen der Bezug zu gestalterisch aktiven Bereichen fehlt. Oft werden Finanzdaten sogar bewußt zurückgehalten, sie stehen damit dem Gestalter nicht zur Verfügung. Diese Tatsachen haben dazu geführt, daß in der Produktion andere „Sensoren" ausgebaut wurden. So wurde z.B. erstmals mit dem sog. Aachener PPS-Modell das sog. PPS-Controlling als fester Bestandteil in den Aufgabenumfang der PPS aufgenommen (vgl. dazu /MUCH95/). Mit Hilfe des PPS-Controlling werden die Funktionen eines PPS-Systems auf ihre Tauglichkeit überprüft und ggf. Maßnahmen zu dessen Umgestaltung eingeleitet. Andere „Sensoren" werden z.B. auf Meisterebene eingesetzt, die sich oft spezifische Überwachungsinstrumente entwickelt haben. Trotz dieser unterschiedlichen, bereits heute weit verbreiteten Instrumente fehlt es noch an speziell auf die Gestaltung abgestimmten Sensoren, die einen direkten Zusammenhang zwischen Gestaltungsdaten und Gestaltungsmaßnahmen herstellen. Ein solcher „Gestaltungssensor" kann sich nur im Laufe der Gestaltungsarbeit eines Systems aus der Erfahrung heraus entwickeln. Die in dieser Arbeit entwickelte Gestaltungsmethode ermöglicht in Verbindung mit der Modellierungsumgebung (s. Kapitel 5.2) eine „Aufzeichnung" der Gestaltungserfahrungen in einem sog. Wissensspeicher. Damit besteht die Möglichkeit, einmal erkannte Problembereiche zu abstrahieren, zu archivieren und in Bezug zu den getroffenen Maßnahmen zu setzen. Eine Nutzung dieses Wissens ermöglicht die Implementierung einer aktiven, systemspezifischen Sensorik. Mögliche Daten eines solchen „Gestaltungssensors" sind:

- Kennzahlen über die Systemleistung in Bezug auf Quantität und Qualität;
- Kennzahlen über die Zielerreichung in Bezug auf die unterschiedlichen Systemziele;
- Modellvergleiche zwischen Soll- und Ist-Gestalt;
- Äußerungen aus dem System bzgl. Empfindungen, Stimmungen oder Meinungen;
- Äußerungen aus der Systemumwelt z.B. von übergeordneten Lenkungsinstanzen, Zulieferern oder Kunden.

Tabelle 9: Kennzahlen zur Wahrnehmung von Symptomen (/BRAN96/, S. 9.34)

Unternehmenskennzahlen	**Flächenkennzahlen**
Umsatz (Mio. DM)	Produktionsfläche (m²)
Marktanteil (% Weltmarkt)	Umsatz flächenbezogen (Mio. DM/m²)
...	...
Personalkennzahlen	**Wertschöpfungskennzahlen**
Gesamtpersonal	Wertschöpfung p.a. (Umsatz-Materialkosten)
Umsatz pro Kopf (Mio. DM/MA)	DM Wertschöpfung pro 1 DM Personalkosten
...	...
Produktionskennzahlen	
Stückzahl/Jahr	Investitionsvolumen/Jahr (Mio. DM p.a.)
Losgrößen (∅)	Instandhaltungskosten/Jahr (Mio. DM p.a.)
Durchlaufzeiten (∅)	...

6.4.2.2 Informationsaufbereitung und –verteilung

Die Daten aus dem Gestaltungssensor werden zu gestaltungsrelevanten Informationen aufbereitet und zur Auswertung an die entsprechenden Empfänger verteilt. Im Rahmen der Informationsaufbereitung werden z.B. Daten fortgeschrieben, Zeitreihen untersucht, Datenkombinationen und –vergleiche vorgenommen, Datenfehler bereinigt oder Daten zu Kennzahlen verdichtet (Rohdatenverarbeitung, s. dazu Kapitel 5.2.4.3). Die Verteilung der aufbereiteten Informationen richtet sich dann nach der Art und dem Inhalt der Information:

- Als Grundlage einer effektiven Sensorik im Sinne einer erfolgreichen Gestaltungsarbeit wird hier eine intensive Rückkopplung der erhobenen Daten an die Systemmitglieder als sinnvoll erachtet. Dabei sind sowohl „harte“ Kennzahlen wie z.B. die Visualisierungen der Systemleistung bzgl. der Qualität und Quantität als auch die Veröffentlichung von „Stimmungsbildern“ aus dem System sinnvoll.
- Die Hauptzielgruppe der aufbereiteten Gestaltungsinformationen ist das von den Informationen „betroffene“ Gestaltungsteam bzw. zunächst entsprechende Teams zur Problemanalyse. Im Rahmen der Informationsaufbereitung muß also erkannt werden, wer im System für die Ableitung gestalterischer Maßnahmen zuständig ist.
- Neben der Aufbereitung und Verteilung von „Rohinformationen“ sollten auch die aus ihnen entwickelten Maßnahmen veröffentlicht und diskutiert werden, um ein breites Verständnis für das Thema „Gestaltung“ im Unternehmen zu erzeugen.

6.4.2.3 Datenauswertung

Die Daten des Gestaltungssensors werden nach ihrer Erhebung, Aufbereitung und Verteilung einer entsprechenden Auswertung zugeführt. Die Auswertung erfolgt in entsprechenden Teams zur Problemanalyse und umfaßt im wesentlichen das Zusammenführen von unterschiedlichen Informationen, ihre Abbildung in entsprechenden Modellen sowie die Interpretation im Hinblick auf die jeweilige Fragestellung. Die Auswertung stellt damit bereits eine wichtige Grundlage für die Ableitung von Entscheidungen dar.

Im Vorfeld der Datenauswertung werden Probleme zunächst nur vermutet. Diese Vermutungen werden dann im Rahmen der Datenauswertung einer systematischen Problemsuche unterzogen. Die Problemanalyse umfaßt zunächst die systematische Erfassung und Beschreibung von organisatorischen Problemen. Die Diagnose und Beurteilung erfolgt erst in einem weiteren Schritt (s.u.). Die Problemanalyse kam in der Vergangenheit vor allem dann zum Tragen, wenn negative Abweichungen von einem definierten Soll-Zustand vermutet wurden. Da hier reale Mängel der Organisation betrachtet werden, wird dieser Schritt allgemein auch als Schwachstellenanalyse bezeichnet (vgl. /BLOH77/, S. 144). Die in dieser Arbeit vorgestellte Methode zur Gestaltung soziotechnischer Systeme soll jedoch auch zur proaktiven Entwicklung möglicher Soll-Zustände eingesetzt werden. Bei der Datenauswertung müssen demzufolge nicht nur Schwachstellen ermittelt werden, sondern allgemein Erkenntnisse über Möglichkeiten zur Optimierung der Gestalt des Systems. Für die Datenauswertung werden deshalb folgende Teilschritte vorgeschlagen (vgl. dazu auch /SCHU95/):

- **Problemerfassung:** Um eine Schwäche oder Stärke, eine Chance oder mögliche Bedrohungen eines Systems erkennen zu können, ist eine Vorstellung über das Verhalten, mögliche Auslöser für dieses Verhalten und Möglichkeiten zu dessen Veränderung notwendig. Derartige Vorstellungen können mit Hilfe von Leit- und Vorbildern, aus einem Vergleich mit ähnlichen Sachverhalten, aus intuitiven Erwartungen oder mit Hilfe von Checklisten bzgl. der entwickelten Sichten einzelner Modelle gewonnen werden. Dazu gibt es folgende einfache Möglichkeiten:
    - Eine sehr einfache Möglichkeit besteht dann, wenn bereits im Zusammenhang mit den vorangegangenen Ist-Aufnahmen einzelne Schwachstellen angedeutet werden. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn im Zusammenhang mit Befragungen einzelne Mitarbeiter übereinstimmend über bestimmte organisatorische Tatbestände ihren Unmut äußern. Aus diesen Äußerungen lassen sich bestimmte Vorstellungen über den Ist-Zustand aus dem System heraus fokussieren.
    - Erfahrene interne Gestalter oder externe Berater verfügen meist über ein geschultes, fachspezifisches Problembewußtsein. Sie können durch eine geschickte Kombination erfaßter Daten und kreierter Vorstellungen gezielt Problembereiche erfassen.
    - Mit Hilfe von thematisch sortierten Prüffragenkatalogen (die im Rahmen eines Projektes in Workshops spezifisch erarbeitet werden können) kann ein bestimmter Bereich im Hinblick auf spezifische Probleme überprüft werden. **Tabelle 10** zeigt einen Ausschnitt aus einem praktisch erprobten Prüffragenkatalog, der sich auf die Organisationssicht von Teilmodellen (s. Kapitel 5.2.1.2) bezieht. Für die übrigen Sichten wurden ähnliche Kataloge entwickelt.

Tabelle 10: Ausschnitt aus einem erprobten Prüffragenkatalog

Organisatorische Prüffragen „Produktion“
Werden einzelne Aktivitäten mehrfach und andere dafür gar nicht durchgeführt?
Werden Aktivitäten durchgeführt, die für die Abwicklung des Prozesses nicht erforderlich sind?
Ist der Aufwand für die Prozeßabwicklung für einige Prozesse unverhältnismäßig hoch?
Werden Aktivitäten ohne erkennbaren Wertzuwachs wiederholt durchgeführt?
Besteht Unklarheit darüber, wer welche Aufgaben wahrzunehmen hat?
Ist der Gesamtablauf in sehr viele kleine Bearbeitungsschritte aufgeteilt?
Fallen Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung auseinander?
Wird für einen Sachverhalt auf unterschiedliche Informationsquellen zugegriffen?
Existieren Medienbrüche bei der Informationsübertragung?
Dauert die Informationsübermittlung zu lange?
Sind häufig Rückfragen erforderlich?
...

- **Problembeschreibung:** Die erfaßten Probleme werden in der Problemerfassung zunächst nur unscharf beschrieben. Deshalb ist es erforderlich, in einem weiteren Teilschritt die festgestellten oder vermuteten Probleme präziser zu beschreiben. Dies kann z.B. mit Hilfe der in **Tabelle 11** dargestellten Kategorien erfolgen. Eine derartig standardisierte Abfrage stellt sicher, daß die relevanten Einflüsse auf das Problem ermittelt und bei der anschließenden Problemdiagnose berücksichtigt werden können. Durch die Beantwortung der angegebenen Fragen wird zunächst beschrieben, worin das Problem besteht. Einzelne Probleme müssen dazu ggf. genauer untersucht und quantifiziert werden. Das Problemfeld wird somit durch die genaue Beschreibung präzisiert.

Tabelle 11: Präzisierung von Problembereichen (i.A.a. /KEPN73/, S. 24)

Kategorie	**Mögliche Fragestellungen**
Inhalt, Kennzeichen, Art	• Was ist anders als es sein sollte? • Worin besteht die Abweichung? • Was ist daran besonders auffällig?
Ort	• Wo tritt die Abweichung in Erscheinung? • Was unterscheidet diesen Ort von den anderen Orten? • Gab es Veränderungen an diesem Ort?
Zeit, Häufigkeit des Auftretens	• Wann wurde die Abweichung zuerst beobachtet? • Welche anderen Veränderungen sind gleichzeitig aufgetreten? • Was ist in dieser Zeit noch geschehen?
Ausmaß	• Wie groß ist die aufgetretene Abweichung? • Warum ist diese Abweichung ungewöhnlich? • Wieviele Objekte sind betroffen? • Welcher Trend ist zu beobachten?

Hilfreich ist auch eine Beschreibung der Aspekte bzw. Objekte, an denen das Problem **nicht** existiert und wo bzw. wann das beschriebene Problem **nicht** festzustellen ist, obwohl aufgrund ähnlicher Bedingungen vergleichbare Probleme vermutet werden können. Durch den Vergleich des Ist-Bereiches mit dem Ist-Nicht-Bereich und die Frage nach den Unterschieden wird vor allem die Analyse der Problemursachen erleichtert (s. **Tabelle 12**). Denkbare Ursachen, die sowohl im Ist-Bereich als auch im Ist-Nicht-Bereich vorkommen, können dann nicht mehr in Betracht kommen, da sie andernfalls auch im Ist-Nicht-Bereich zu einem Problem führen müßten (vgl. /SCHU95/).

Tabelle 12: Vergleich des Ist-Bereiches mit dem Ist-Nicht-Bereich (i.A.a. /SCHU95/)

	Ist-Bereich	Ist-Nicht-Bereich
WAS	Hohe Fluktuation bei den Meistern und Gruppenleitern	Bei den ausführenden Mitarbeitern sowie bei den Abteilungsleitern
WO	Im Bereich der Produktion insbesondere in der Montage	In den anderen Unternehmensbereichen
WANN	Seit Mitte letzten Jahres	Vorher
WIE GROSS	Verdoppelung bis Verdreifachung	Normale Fluktuation gegenüber den Vorjahren

- **Problemüberlagerung und -verknüpfung:** In vielen Fällen tritt ein spezielles Problem nicht alleine auf. Es kommt zu einer Überlagerung bzw. Verknüpfung mehrerer Probleme. Eine Problemverknüpfung liegt vor, wenn ein übergeordnetes Problem mit mehreren Teilproblemen verbunden ist, deren gemeinsame Ursache das jeweils übergeordnete Problem ist. Eine Problemüberlagerung liegt vor, wenn unterschiedliche Probleme, die inhaltlich voneinander unabhängig sind, dennoch signifikant oft gemeinsam auftreten. Eine sinnvolle Gruppierung gleichartiger oder verwandter Probleme fördert das Erkennen von Abhängigkeiten und Zusammenhängen, die bei der Lösung der Teilprobleme zu berücksichtigen sind. Durch die Bildung von Problemgruppen und die Formulierung von Problemüberschriften wird eine Katalogisierung der erkannten Teilprobleme erreicht (vgl. dazu auch /SCHU95/).

6.4.2.4 Soll-Ist-Vergleich

Mit der Darstellung des Untersuchungsbereiches ist zwar der Ist-Zustand hinreichend bekannt, die Abweichungen und damit die Probleme können jedoch erst dann genau formuliert werden, wenn auch der Soll-Zustand klar beschrieben ist. Im Rahmen des Soll-Ist-Vergleiches wird der modellierte und interpretierte Ist-Zustand mit dem modellierten Soll-Zustand verglichen. Es handelt sich dabei um einen umfassenden Modellvergleich, der alle relevanten Modellbereiche berücksichtigen muß, um die anschließende Diagnose und Bewertung auf einer gesicherten Basis vornehmen zu können. Das Ergebnis des Soll-Ist-Vergleichs ist eine konsensfähige Wahrnehmung über die möglichen Gestaltungsprobleme. Liegen keine aussagekräftigen Modelle des Soll- und Ist-Zustandes vor, kann der Soll-Ist-Vergleich auch durch Vergleich mit anderen Unternehmen derselben oder fremder Branchen oder durch das Studium von Fachliteratur durchgeführt werden. Diese Möglichkeiten liefern i.d.R. jedoch weniger spezifische und oberflächliche Aussagen.

6.4.2.5 Diagnose, Bewertung (Risiken, Chancen, Aufwand, Nutzen)

Probleme können nun entweder relativ konkret formuliert sein oder auch als grobe, oftmals nur vage Vorstellungen über einen veränderten Soll-Zustand bestehen. Ebenso können die Problemsituationen bereits eingetreten sein (aktuelle Probleme) oder erst noch erwartet werden (potentielle Probleme). Dabei ist es zunächst immer völlig offen, welche Maßnahmen geeignet sind, um das Problem zu lösen und mit welchem Aufwand der Organisationsprozeß verbunden ist. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Informationen aus dem Soll-Ist-Vergleich einer intensiven Diagnose und Bewertung zu unterziehen. Dabei sind alle ermittelten Probleme zunächst grundsätzlich nur als Symptome anzusehen, die Mängel und Schwachstellen im betrachteten Bereich signalisieren. Die Problemdiagnose beschäftigt sich mit der Untersuchung der lokalisierten Abweichung unter der Zielsetzung, die Ursachen für die erkannten Probleme festzustellen und mögliche Ursachenketten herauszuarbeiten. Wenn diesem Teilschritt nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt wird, besteht die Gefahr, daß nicht die Probleme gelöst werden, sondern lediglich „an Symptomen kuriert" wird (vgl. /SCHU95/).

In einfacheren Problemsituationen sind die Wirkungszusammenhänge oft linear miteinander verknüpft, sie können mit einfachen Beschreibungstechniken dargestellt werden (z.B. in Form von Ursache-Wirkungs-Diagrammen). Dagegen erfordern komplexere Problemsituationen eine Technik, mit der die Vielzahl der miteinander wirkenden Problemfaktoren und die Komplexität ihrer ursächlichen Zusammenhänge anschaulich dargestellt werden können. Die Technik des vernetzten Denkens (s. Kapitel 4.1.5) stellt ein geeignetes Hilfsmittel dar, komplex vernetzte Problemsituationen darzustellen (vgl. auch /PROB91/).

Das Ergebnis der Diagnose sind Erkenntnisse über die möglichen Ursachen eines wahrgenommenen Problems. Es ist dann zu prüfen, wie die diagnostizierten Ursachen beseitigt werden können. Dabei sind insbesondere Risiken und Chancen hinsichtlich der Durchführung oder Unterlassung potentieller Gestaltungsmaßnahmen zu ermitteln. Darüber hinaus ist der mögliche Aufwand zu schätzen und dem potentiellen Nutzen gegenüberzustellen. Im Bereich der Diagnose und Bewertung steht die Konsensfindung im Entscheidungsgremium im Vordergrund. Diese ist wichtig, um bei mehreren Entscheidern eine Einigung über die tatsächlichen Ursachen und die zu treffenden Maßnahmen zu erzielen. In den meisten Fällen stehen jedoch weder genügend Zeit noch Mittel zur Verfügung, um alle erkannten Probleme sofort zu lösen. Deshalb ist eine Entscheidung zu treffen, ob sich der Aufwand zur weiteren Problemlösung lohnt oder ob man „mit dem Problem leben" kann. Für diese Entscheidung können folgende Kriterien herangezogen werden (vgl. /KEPN73/, S. 16):

- Die **Bedeutung** eines erkannten Problems gibt seine organisatorische Tragweite wieder. Die Anzahl der davon betroffenen Mitarbeiter, Abteilungen und Kunden, die Auswirkung auf die Effizienz und Zufriedenheit oder die durch ein Problem verursachten Kosten sind beispielhafte Prüfmerkmale zur Beurteilung der Bedeutung.
- Die **Dringlichkeit** des Problems wird daran gemessen, wieviel Zeit zur Problemlösung zur Verfügung steht und mit welchen Konsequenzen es verbunden ist, wenn der Problemlösungsprozeß aufgeschoben wird.
- Die **Tendenz** eines Problems gibt an, ob für den Fall, daß keine Maßnahmen eingeleitet werden, die Bedeutung und Dringlichkeit des Problems zunehmen oder abnehmen werden. Darüber hinaus können aber auch Widerstände gegen eine Veränderung vorliegen, so daß eine Maßnahme nicht durchsetzbar ist.

Sehr wichtige und dringende Probleme sind vorrangig zu lösen, während eher unbedeutende und weniger dringende Probleme bei knappen Ressourcen nicht weiter verfolgt werden sollten. Eine Problemfixierung legt letztlich fest, welche Probleme und Teilprobleme im anschließenden Gestaltungsprozeß gelöst werden sollen. Sie grenzt auch ab, welche benachbarten Probleme bewußt ausgeschlossen und nicht weiter behandelt werden.

6.4.2.6 Entscheidung über Vorstudie

Es liegen nun einzelne potentielle Ansatzpunkte für die Ableitung von Gestaltungsmaßnahmen vor, die einerseits untereinander und andererseits mit der Alternative der vollständigen Unterlassung und anderen Alternativen, die z.B. im Bereich der Lenkung liegen, verglichen werden müssen. Erst wenn eine Entscheidung für eine Variante getroffen wurde, wird eine sog. Vorstudie in Auftrag gegeben, welche den ausgewählten Ansatzpunkt näher ausarbeitet.

6.4.2.7 Projektorganisation

Das Ergebnis des Projektanstoßes drückt sich in der Entscheidung aus, in bezug auf ein wahrgenommenes, konsensfähiges Problem etwas Konkretes zu unternehmen. Hierzu wird i.d.R. ein Projekt definiert[25] und für die erste Gestaltungsstufe (Vorstudie) ein Projektauftrag formuliert. Dabei sind auch die notwendigen Ressourcen zu definieren und bereitzustellen sowie die Personen konkreten zu bestimmen, die mit der Projektaufgabe betraut werden sollen. Für diesen Schritt der Phase „Problemwahrnehmung" gelten alle Gesetzmäßigkeiten des Projektmanagements, die der entsprechenden Literatur entnommen werden können.

Zum Aufbau der Projektorganisation gehört auch das Customizing der Vorgehensweise in Abhängigkeit von den wahrgenommenen Problemen. Die Konfiguration der Vorgehensweise und die Struktur des Projektes müssen aufeinander abgestimmt werden. Dabei geht es darum, die Arbeitspakete, ihre Abfolge, ihren Aufwand und ihre Ausstattung anhand der in dieser Arbeit entwickelten Konzeption abzuschätzen und festzusetzen.

6.4.2.8 Entwicklung einer aktiven Sensorik

Die Komplexität und Dynamik des Systems „Produktion" erfordert mehr und mehr, daß man seine Gestaltung als einen permanenten (Lern)prozeß erkennt. Aufgabe des Gestalters ist es demnach auch, laufend zu prüfen, ob die bestehenden Strukturen und Prozesse noch bestmöglich den verfolgten Zielen entsprechen. Ist das nicht mehr der Fall, hat er ab einem bestimmten Maß von Abweichungen entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Zur Wahrnehmung von Problemen sind sog. „Gestaltungssensoren" erforderlich, die sich im Laufe der Entwicklung eines Systems nach und nach ausbilden können. Der Schritt „Entwicklung einer aktiven Sensorik" dient der Übernahme der Ergebnisse der aktuell durchlaufenen Phase „Problemwahrnehmung" in den Erfahrungsspeicher des Systems und damit der Entwicklung eines spezifischen Gestaltungssensors. Das System entwickelt und „konserviert" dadurch Erfahrungen auf dem Gebiet der Wahrnehmung von gestaltungsrelevanten Problemen und der Ableitung geeigneter Maßnahmen.

Die Gestaltungssensoren eines Systems sind im Informationsteilsystem zu implementieren. Sie nehmen dort über den System-Input die als relevant definierten sensorischen Daten auf, verarbeiten sie zu Sensor-Informationen und leiten sie an das Entscheidungsteilsystem weiter, wo dann eine Klärung herbeigeführt und weitere Maßnahmen beschlossen werden. Grundsätzlich kann nicht nur das Gesamtsystem der Produktion, sondern jedes seiner Subsysteme über Gestaltungssensoren verfügen. Die Ausbildung einer aktiven Sensorik ist letztlich die Voraussetzung für die permanente Wahrnehmung von bekannten Problemen gleicher oder ähnlicher Art. Erst dadurch ergibt sich die Möglichkeit für ein System, aus seiner Vergangenheit zu lernen und auf die Notwendigkeit für weitere gestalterische Maßnahmen aufmerksam zu werden.

6.4.3 Einsatzhinweise für die Phase der Problemwahrnehmung

Neben der Erkenntnis, daß eine geeignete Problemwahrnehmung in jedem System erst „reifen" muß und der damit zusammenhängenden Tatsache, daß sich eine spezifische Sensorik erst im Laufe der Zeit entwickelt, sind beim Einsatz der hier vorgestellten Methodenbausteine einige allgemeine Gefahren im Zusammenhang mit der Initiierung von Gestaltungsprojekten zu beachten:

[25] Bei sehr kleinen gestalterischen Eingriffen kann auf die Bildung eines Projektes verzichtet werden. Dies bedeutet jedoch auch, das die hier entwickelte Methode nicht sinnvoll erscheint, da sie erst ab einer gewissen Größenordnung und Komplexität in ihrem vollen Umfang hilfreich ist.

- Besonders in der frühen Entwicklungsphase einer spezifischen Sensorik dominieren die akuten Organisationsanlässe. Es kommt nahezu zwangsläufig zu einer Vernachlässigung weniger auffälliger oder dringlicher Probleme, auch wenn sie weitreichende organisatorische Potentiale in sich bergen. Das System muß erst lernen, wichtige Maßnahmen mit der gleichen Priorität zu behandeln wie dringliche Maßnahmen.
- Wird bei der Entwicklung keine zuverlässige Früherkennung organisatorischer Probleme institutionalisiert, gleicht die Problemwahrnehmung eher einer Zufallssteuerung.
- Oft werden Gestaltungsmaßnahmen zu spät eingeleitet, da die Systemleitung den Schwerpunkt auf die operative Lenkung gelegt hat. Es wird dann zu lange versucht, Probleme und Defizite durch Lenkungsmaßnahmen zu beheben, anstatt frühzeitig strukturelle Maßnahmen zu ergreifen.
- In vielen Systemen existieren bewußte oder unbewußte Wahrnehmungslücken. Durch die Sensorik wird nur wahrgenommen, was vertraut ist. Neue Entwicklungen werden ignoriert oder übersehen. Hier ist bewußte „Wachsamkeit“ und ein permanenter Ausbau der Sensorik gefragt.
- Oft haben die Beteiligten bereits in der Phase der Problemwahrnehmung fertige Lösungen im Kopf. Dies hängt oft mit Erfolgsgeschichten bekannter Ansätze in anderen Unternehmen zusammen. Hier ist eine bewußte Lösungsneutralität dringend ratsam, da sonst zu schnell unspezifische, wenig durchdachte Konzepte übernommen werden, die sich bereits nach kurzer Zeit als untauglich erweisen.
- Auch an der Problemwahrnehmung sind die Betroffenen frühzeitig zu beteiligen, da nur sie über das notwendige Situationswissen verfügen. Diese Beteiligung unterbleibt oft mit dem Argument, „die Pferde nicht zu früh scheu machen zu wollen“.
- Die zu lösenden Probleme sollten in jeder weiteren Phase entsprechend dem jeweiligen Detaillierungsgrad präzisiert, bei Vorliegen neuer Erkenntnisse auch revidiert werden.

6.4.4 Modell- und Methodenbausteine für die Phase der Problemwahrnehmung

Die bisher vorgestellten Schritte der Phase „Problemwahrnehmung“ stellen eine Möglichkeit dar, bereits in einem frühen Stadium der Problementstehung eine gezielte Wahrnehmung der Probleme und ihrer Ursachen zu erreichen und dadurch eine konsensfähige Basis für die weiteren gestalterischen Maßnahmen zu legen. In den vorangegangenen Kapiteln wurden bereits einige direkt verwendbaren Methoden und Hilfsmittel genannt, die im Sinne von „Methodenbausteinen“ zur Unterstützung der Problemwahrnehmung und zum Gestaltungsanstoß geeignet sind. Eine umfassende Behandlung aller bereits vorhandenen und neu entwickelten Modellbausteine ist hier nicht möglich.

Da diese Methoden und Instrumente meist nicht nur in einer Phase oder einem Schritt zum Einsatz kommen können und der tatsächliche Einsatz einer solchen Methode dem Gestalter überlassen bleiben soll, wurde in dieser Arbeit das Konzept der Modell- und Methodenbausteine entwickelt (s. dazu auch Kapitel 2.1.2). Das Konzept der Methodenbausteine sieht vor, auf bekannte Methoden, erfolgreich eingesetzte Verfahren und Instrumente sowie speziell für diese Arbeit entwickelte Methoden und Instrumente zu verweisen, die geschlossen in einem Methodenkatalog zusammengefaßt sind.[26] Aus diesem Methodenkatalog („Bausteinkasten“) können dann vom Anwender einzelne Methoden ausgewählt und für die Lösung spezifischer Aufgabenstellungen eingesetzt werden. Ein Methodenbaustein setzt sich dabei jeweils aus einem Schritt einer bestimmten Gestaltungsphase sowie entsprechenden Ebene-3-Methoden, Verfahren, Instrumenten und Prinzipien zusammen, aus denen der Anwender sich dann „bedienen“ kann. Der Begriff des Methodenbausteins wurde gewählt, weil der Anwender die Möglichkeit hat, sich eine spezifische Zusammenstellung von Methoden zu erstellen, die meist lediglich für ein begrenztes praktisches Problem einsetzbar sind, jedoch

[26] Die Veröffentlichung dieses Methodenkataloges bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

für einen bestimmten Schritt einer bestimmten Phase im unternehmensspezifischen Gestaltungsprozeß zu einer Einheit (Baustein) zusammengefaßt wurden.

Bild 55 zeigt das grundlegende Konzept der unternehmensspezifischen Konfiguration von Modell- und Methodenbausteinen. Auf der rechten Seite sind beispielhaft einzelne Kategorien und Beispiele hilfreicher Methoden für die Phase der Problemwahrnehmung aufgeführt. Die Kategorien sind dabei in der gleichen Reihenfolge (von oben nach unten) angeordnet wie die Schritte in der Phase. Den einzelnen Kategorien kann dann unternehmensspezifisch i.d.R. eine Vielzahl spezieller Methoden, Verfahren und Hilfsmittel zugeordnet werden.

Im **Bild 55** sind neben den Methodenbausteinen auch ausgewählte Modellbausteine aufgeführt (s. linke Bildhälfte). Da es sich bei der Phase der Problemwahrnehmung eher um eine sensorische Phase und weniger um eine gestalterische Phase handelt, spielen Modelle insbesondere in ihrer Eigenschaft als „gedankliche Zwischenwelt“ zwischen der Realität, in der die Probleme entstehen und der gedanklichen Welt, in der Konzepte zur Lösung der Probleme entwickelt werden, eine Rolle. Modelle dienen in dieser Phase aber auch als Wissensspeicher zum Aufbau einer permanenten, aktiven Sensorik. In dieser Eigenschaft stellen sie jeweils den Zusammenhang zwischen identifizierten Problemstellungen und entwickelten Lösungen her. Eine allgemeingültige Eingrenzung der einzusetzenden Modelle in dieser Phase kann nicht vorgenommen werden. Diese Eingrenzung muß systemspezifisch gefunden werden.

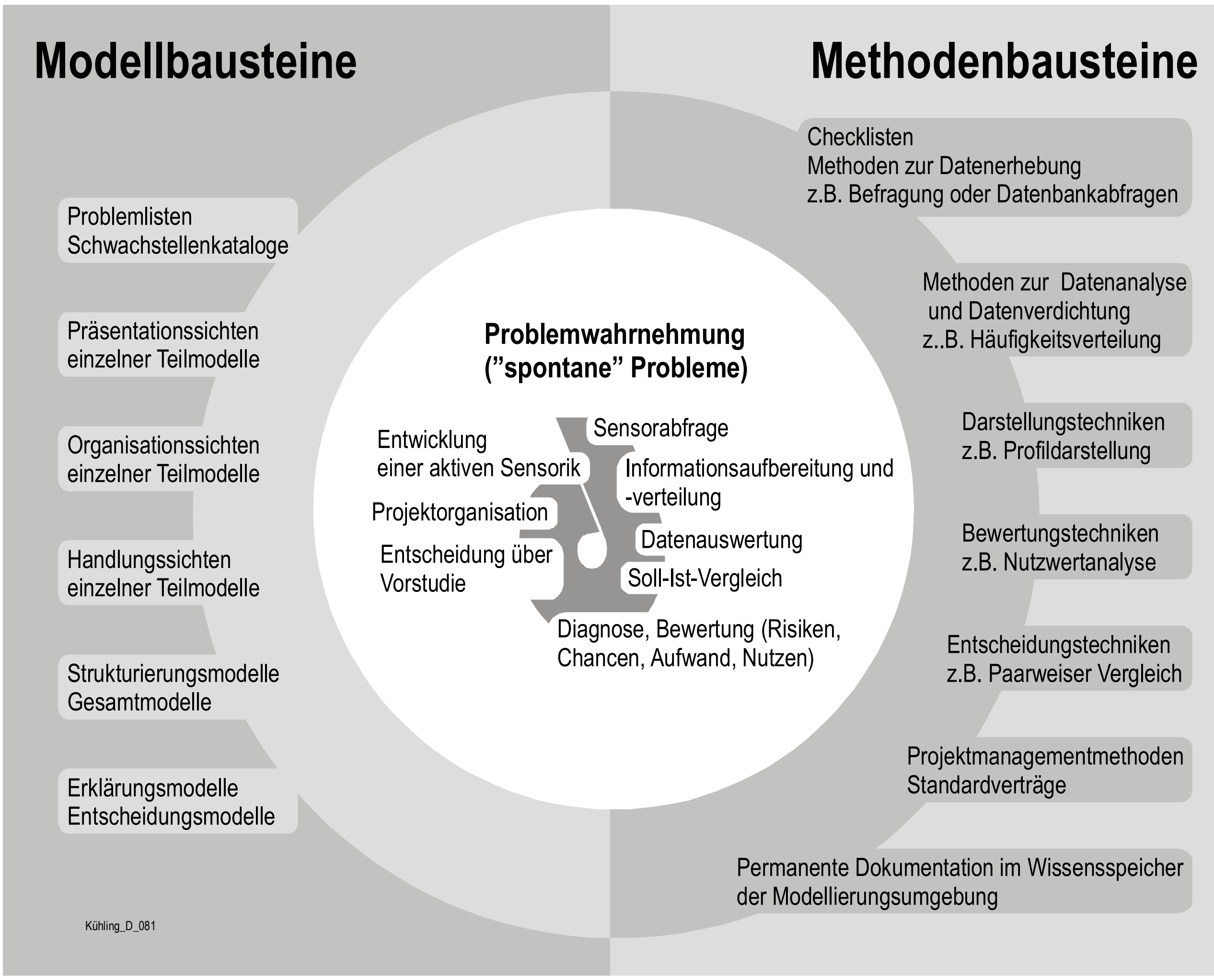


Bild 55: Modell- und Methodenbausteine bei der Problemwahrnehmung

Eine detaillierte Auflistung der nützlichen Methodenbausteine für die einzelnen Phasen der entwickelten Vorgehensweise bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten. In der für 2001 geplanten Veröffentlichung werden dann auch für jeden Schritt entsprechende Modell- und Methodenbausteine sowie geeignete Ebene-3-Methode angegeben. Neben einer ausführlichen Liste sinnvoller Methoden, Instrumente und Hilfsmittel referenzieren die dort dargestellten Methodenbausteine auch auf die zu nutzenden Modelle, Sichten und Abstraktionsebenen aus der korrespondierenden Modellierungsumgebung.

6.5 Vorstudie

Bei Gestaltern, Organisationsmitgliedern und insbesondere bei den Entscheidungsträgern bestehen meistens unterschiedliche, oftmals konträre Vorstellungen darüber, welche Elemente in welcher Form verändert werden sollten und was überhaupt machbar und sinnvoll ist, um die diagnostizierten Probleme zu lösen. Aus diesem Grund wird bei komplexeren Fragestellungen meist eine Vorstudie in Auftrag gegeben. Es ist das Ziel einer solchen Studie, in relativ kurzer Zeit und mit möglichst geringem Aufwand Klarheit über die zu verändernden Bereiche und die grundsätzlich sinnvollen und möglichen Lösungen zu schaffen (vgl. /SCHM94/, S. 48 ff.). Nimmt ein Gestalter den Gestaltungsauftrag an, der in der Phase der Problemwahrnehmung ausgearbeitet wurde, ist für ihn die Phase der Vorstudie der eigentliche Einstieg in das Projekt. Die Vorstudie ist gleichzeitig die erste, im engeren Sinne gestalterische Phase im Projekt. In dieser Phase setzt sich der Gestalter zwar nur sehr grob, aber dafür sehr breit mit dem Gestaltungsgegenstand auseinander. Eine möglichst große Anzahl der grundsätzlich denkbaren Wege wird untersucht, darunter auch die sogenannte „Null-Variante“, d.h. die Variante, in der alles beim alten bleibt.

6.5.1 Generelle Anmerkungen zur Phase der Vorstudie

Der Untersuchungsbereich der Vorstudie wird durch das gesamte Problemfeld und seine relevante Umgebung gebildet. Es wird ein Rahmenkonzept mit generellen Zielsetzungen und alternativen Lösungsprinzipien erarbeitet. Hieraus ergibt sich der Charakter der Vorstudie als Grobstudie, durch die geklärt werden soll (vgl. dazu /SCHU95/),

- ob das richtige Problem angegangen wird und wo dessen Grenzen liegen;
- ob es zweckmäßig ist, Lösungen für das Problem zu suchen und für welche Bereiche eine Lösung erarbeitet werden soll;
- ob die Lösung punktuelle Verbesserungen oder grundlegende Neuerungen bringen soll;
- ob deren Realisierung aufgrund von Kriterien, die im Rahmen der Vorstudie zu erarbeiten sind, wünschenswert ist (positive und negative Wirkungen des Projektes);
- welche Ziele erreicht werden sollen und welchen Anforderungen die Lösung genügen soll;
- welche Lösungsprinzipien denkbar sind und ob sie in technischer, wirtschaftlicher, sozialer und zeitlicher Hinsicht realisierbar erscheinen;
- welches Lösungsprinzip das optimale ist;
- welches evtl. sinnvolle oder notwendige Sofortmaßnahmen sind.

Eine Vorstudie sollte insbesondere dann durchgeführt werden, wenn gravierende Unklarheiten über die eigentliche Problemstellung bestehen, wenn also kein Konsens im Rahmen der Phase der Problemwahrnehmung erzielt werden konnte, ein gestalterischer Eingriff allen Beteiligten jedoch als dringend notwendig erscheint. Ein weiterer Grund für die Beauftragung einer Vorstudie existiert, wenn Unklarheit über den grundsätzlichen Lösungsweg besteht. Dabei kann es aufgrund der Befangenheit und Subjektivität der Betroffenen zweckmäßig sein, die Vorstudie durch Personen durchführen zu lassen, die nicht unmittelbar von der Problemstellung betroffen sind. Hier können Gestalter aus vorhandenen Zentralabteilungen oder externe Berater eingesetzt werden.

Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung einer Vorstudie ist der offene und konstruktive Kontakt zwischen dem Auftraggeber der Vorstudie und dem Gestalter. Nur so kann es gelingen, einen geeigneten Mittelweg zwischen der notwendigen Breite einer Vorstudie und der Fokussierung auf die wahren Probleme des Systems zu finden. Darüber hinaus ist zu beachten, daß die Qualität der Ergebnisse der Vorstudie in erheblichem Umfang den Erfolg des gesamten Gestaltungsprozesses determiniert, denn in der Vorstudie wird bereits ein großer Teil der insgesamt entstehenden Aufwände festgelegt.

6.5.2 Die Schritte der Phase „Vorstudie" im Zyklus

Die Ausführungen in Kapitel 6.3 haben gezeigt, daß die drei Phasen „Vorstudie", „Hauptstudie" und „Teilstudie" in Bezug auf die grundsätzliche Vorgehensweise eine ähnliche Struktur aufweisen. Die drei Phasen unterscheiden sich im wesentlichen im Detaillierungsgrad und dem Betrachtungsgegenstand. Die Vorstudie befaßt sich dabei mit der Entwicklung grundsätzlicher Lösungsprinzipien auf einer relativ groben Detaillierungsstufe. Die im folgenden beschriebene methodische Vorgehensweise gilt jedoch auch grundsätzlich für die Hauptstudie und die Teilstudien.

Bild 56 zeigt die verschiedenen Schritte die im Rahmen der Vorstudie zu bearbeiten sind. Eine allgemeingültige Methodenbeschreibung mit detaillierten Vorgaben und Handlungsanleitungen ist genau wie bei der Phase 1 auch für die Phase der Vorstudie weder möglich noch sinnvoll. Im folgenden werden deshalb lediglich die grundsätzlich erforderlichen Funktionen und Schritte zur Entwicklung einer unternehmensspezifischen Methode beschrieben.

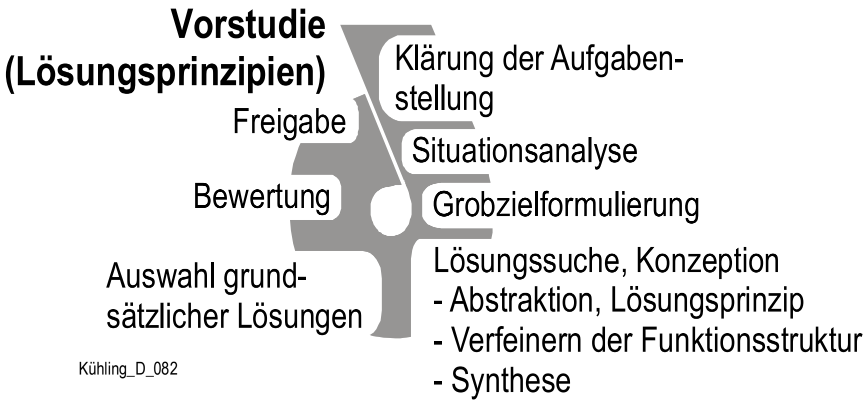


Bild 56: Die Schritte der Gestaltungsphase „Vorstudie"

6.5.2.1 Klärung der Aufgabenstellung

Mit der Klärung der Aufgabenstellung beginnt der Einstieg des Gestalters in das konkrete Gestaltungsprojekt. Dieser Schritt dient ihm zur Beschaffung aller bisher verfügbaren Informationen über das Projekt. In den meisten Fällen beginnt dieser Schritt mit der Analyse des Gestaltungsauftrages. Je nachdem wie detailliert der Auftrag ausgearbeitet ist, sind jedoch weitere Informationen zu sammeln oder z.T. auch erstmals zu erheben. Besonders wichtig in diesem Zusammenhang sind Informationen über die Anforderungen, die an die Lösung gestellt werden sowie über die bestehenden Randbedingungen, Restriktionen und ihre Bedeutung (Gestaltungssicht). Die Sammlung dieser Informationen führt im einfachsten Fall zur Erarbeitung von Anforderungs-, Randbedingungs- und Restriktionslisten. Als mögliches Ergebnis sind auch Lasten- und Pflichtenhefte bekannt. Solche Listen enthalten i.d.R. nur allgemeine Angaben, die noch nicht in der „Sprache" des Gestalters gehalten sind. Zur weiteren Aufbereitung der Anforderungen, Randbedingungen und Restriktionen erscheint es deshalb sinnvoll, die Listen und Tabellen zu Katalogen weiter zu entwickeln (s. Kapitel

5.2.1.1). Unabhängig davon, in welcher Form und Ausbaustufe die Anforderungen, Randbedingungen und Restriktionen letztlich erfaßt und dokumentiert werden, sind konkrete Forderungen, von denen in keinem Fall abgewichen werden darf und „Wünsche“, die erfüllt werden können oder auch nicht, klar voneinander zu unterscheiden:

- **Forderungen** müssen unter allen Umständen erfüllt werden. Es sind Mindestforderungen und Mindestanspruchsniveaus zu formulieren und anzugeben.
- **Wünsche** sollten nach Möglichkeit berücksichtigt werden, eventuell mit dem Zugeständnis, daß ein begrenzter Mehraufwand dabei zulässig ist.

Ohne bereits eine bestimmte Lösung festzulegen, sind die Forderungen und Wünsche mit Angaben zur Quantität und Qualität zu versehen. Erst dadurch ergibt sich eine ausreichende Informationsgrundlage für die weiteren Gestaltungsmaßnahmen. Zweckmäßigerweise wird auch die Quelle angegeben, aus der die Forderungen oder Wünsche stammen. Änderungen der Aufgabenstellung, wie sie sich im Laufe der Entwicklung nach besserer Kenntnis der Lösungsmöglichkeiten oder infolge zeitbedingter Verschiebung der Schwerpunkte ergeben können, müssen stets in der Anforderungsliste nachgetragen werden.

6.5.2.2 Situationsanalyse

Die Situationsanalyse setzt sich grundsätzlich mit dem Ist-Zustand auseinander. Ihr Zweck besteht vor allem darin, die Problemsituation zu erkennen und deutlich zu machen (/SCHU95/, S. 312 ff.). Die Untersuchung richtet sich sowohl auf die Ursachen als auch auf die Auswirkungen der Probleme, wie sie in der Phase der Problemwahrnehmung festgestellt und im Gestaltungsauftrag fixiert sind. Wurden keine konkreten Probleme vorgegeben, so hat der Gestalter an dieser Stelle die Aufgabe, eine umfassende Problemanalyse durchzuführen und seine Erkenntnisse mit dem übergeordneten Entscheidungsgremium zu diskutieren. Dabei kann er auf die methodischen Hinweise aus Kapitel 6.4 zurückgreifen. Die Ist-Situation soll möglichst transparent dargestellt, durch Fakten belegt und sachlich interpretiert werden, ohne daß dabei bereits Vorstellungen über mögliche Ziele und Lösungen einfließen. Die Situationsanalyse vollzieht sich in den in **Tabelle 13** aufgeführten Teilschritten (vgl. z.B. /SCHM94/, S. 254 ff.). Im folgenden sollen die einzelnen Teilschritte näher erläutert werden:

Tabelle 13: Teilschritte der Situationsanalyse im Rahmen der Vorstudie

Teilschritt	Aktivitäten
Abgrenzung und Beschreibung des Untersuchungsbereichs	• Subsysteme, Bestandteile und Relationen identifizieren und modellieren • Wichtige Umweltbeziehungen und Schnittstellen des gesamten Systems sammeln • Anforderungen, Randbedingungen und Restriktionen festhalten
Analyse des Untersuchungsbereichs	• Problemrelevante Komponenten (insbesondere die Geschäftsprozesse) bestimmen, modellieren und analysieren • Charakteristika des gesamten Systems (z.B. Input, Output, Teilprozesse) modellieren • Ausmaß der Problemrelevanz anhand der Modelle untersuchen
Abgrenzung des Eingriffsbereichs	• Problemfeld nach Bereichen durchsuchen, in denen Lösungen liegen können • Betrachtungsfeld einengen • Beeinflußbarkeit bestimmen

Abgrenzung des Untersuchungsbereichs: Durch die Abgrenzung des Untersuchungsbereichs wird derjenige Bereich abgesteckt, innerhalb dessen Problemzusammenhänge vermutet und untersucht werden. Diese Grenzen liegen meistens nicht klar und fest umrissen vor, sondern müssen erst in Interviews oder Workshops heraus gearbeitet werden. Sie fallen auch nicht zwangsläufig mit den Grenzen bestehender Organisationseinheiten zusammen. In vielen Fällen kann es jedoch angebracht sein, in der Vorstudie zunächst von bestehenden Abteilungsgrenzen als erste Arbeitshypothese auszugehen (vgl. /SCHU95/).

Die Abgrenzung des Problemfeldes spielt eine große Rolle für das weitere Vorgehen: je umfassender das zu untersuchende System definiert wird, desto größer ist der Aufwand für die weiteren Gestaltungsphasen. Da nur solche Lösungen zulässig sind, die innerhalb der abgesteckten Grenzen liegen, wird auf der anderen Seite durch zu enge Grenzen auch der mögliche Lösungsraum eingeschränkt. Eine zu enge Abgrenzung kann deshalb die Chance, gute und innovative Lösungen zu finden, deutlich reduzieren. Aus diesem Grunde sollte in der Vorstudie der Untersuchungsbereich eher weit gezogen werden. In den folgenden Phasen kann der Lösungsraum dann weiter eingegrenzt werden. In allen Fällen ist bei der Festsetzung des Untersuchungsbereiches eine Minimierung von Schnittstellen anzustreben. Die Grenzen der Subsysteme sind so festzulegen, daß möglichst wenige und einfache Schnittstellen entstehen (Übergewicht der inneren Bindung). Hierdurch wird die Koordination mit den Systemen der Umwelt wesentlich vereinfacht (vgl. /DAEN92/, S. 22). Das Ergebnis der Festsetzung des Untersuchungsbereiches kann eine sog. Problemlandkarte sein, mit der das Problemfeld und seine Umgebung sowie die Zusammenhänge zwischen den Einzelproblemen und den systembildenden Bestandteilen visualisiert wird.

Analyse des Untersuchungsbereichs: Damit für alle Beteiligten ein gemeinsames Verständnis entsteht, erfolgt in einem weiteren Schritt eine Beschreibung des Untersuchungsbereiches. Diese beinhaltet eine Beschreibung (Modellierung) des Ist-Zustandes in grober Detaillierung sowie der darauf einwirkenden Einflußfaktoren (Systemziele, Anforderungen, Randbedingungen, Restriktionen). Für das weitere Vorgehen sind dabei insbesondere Kenntnisse über das zugrundeliegende Mengen- und Zeitgerüst (Beschreibung der Objekte sowie der Quellen und Senken) erforderlich. Anhand der groben Modelle sind dann unterschiedliche Analysen vorzunehmen, die im folgenden in Anlehnung an SCHULTE-ZURHAUSEN kurz angesprochen werden sollen:

- <u>Prozeßanalyse:</u> Zunächst werden anhand von konkreten, repräsentativen Geschäftsvorfällen die im Untersuchungsbereich abzuwickelnden Geschäftsprozesse erhoben und ihre Strukturen in Form von Prozeßketten dargestellt. Die Erfassung der Prozesse erfolgt auf dem Niveau von Hauptprozessen. Da die Prozeßketten allein noch nicht hinreichend aussagekräftig sind, ist es sinnvoll, die bei der Abwicklung erforderlichen Arbeitsunterlagen und Hilfsmittel ebenso abzubilden wie die benötigten Informationen, Ressourcen und Layouts. In der Praxis werden allgemeine und anwendungsfallspezifische Fragenkataloge eingesetzt, mit denen Prozeßketten erhoben, beschrieben und näher analysiert werden können.

  Zur Erfassung der statischen Eigenschaften eines Systems müssen ergänzend zur Prozeßanalyse auch die im Untersuchungsbereich durchzuführenden Aufgaben ermittelt und z.B. in Form eines allgemeinen, groben Aufgabenmodells oder eines übergeordneten, groben Funktionsdiagramms dokumentiert werden. Dabei sollte untersucht werden, ob im Untersuchungsbereich einzelne Aufgaben oder ganze Funktionsbereiche, die der Aufgabenstellung nach notwendig sind, nicht wahrgenommen werden. Zur Beantwortung dieser Fragestellung bietet sich zum Vergleich auch ein umfassender Standard-Funktionskatalog (z.B. nach /BUSC91/) an, in dem die typischen in einem Funktionsbereich anfallenden Aufgaben sowie die an sie gestellten Anforderungen aufgeführt sind.

- Einflußgrößenanalyse: Bei der Gestaltung eines Systems sind nicht nur die funktionalen und strukturellen Aspekte des Systems von Bedeutung, sondern auch die Umwelteinflüsse. Die Einflußfaktoren liegen nur selten offen, ihre Existenz und ihre Auswirken sind oftmals nur an Symptomen zu erkennen. Zweck einer Einflußgrößenanalyse ist es, Art und Umfang der Einflüsse zu ermitteln, die von außen auf das Problemfeld wirken. Es ist vor allem zu untersuchen, ob die Einflüsse eher passiver oder aktiver Natur sind, ob sie veränderbar sind oder als Fixpunkte akzeptiert werden müssen. Vor allem für zukünftige Einflußgrößen sind die erwarteten Auswirkungen auf das Problemfeld zu untersuchen. Zukünftig wirksame Einflußgrößen können beispielsweise zu erwartende gesetzliche Regelungen, neue Zielsetzungen der Unternehmensleitung, neue Entwicklungen in der Hard- und Software oder Veränderungen des Arbeitsmarktes sein /SCHU95/.

- Mengen- und Zeituntersuchung: Für die einzelnen Abläufe sind die Mengen und Zeiten zu ermitteln. Anhand von Mengenuntersuchungen werden die mengenmäßig erfaßbaren Sachverhalte des Untersuchungsbereichs (Aufträge, Kunden, Artikel etc.) erfaßt und nach bestimmten Kriterien (Häufigkeit, Wichtigkeit etc.) geordnet. Eine ABC-Analyse stellt in diesem Zusammenhang eine allgemein anwendbare Technik dar, um Sachverhalte nach bestimmten Merkmalen zu ordnen und hieraus Prioritäten festzulegen. Eine Zeitermittlung kann durch Schätzen, Messen oder Zählen vorgenommen werden. Aus den erhobenen Mengen und Zeiten lassen sich von jedem Prozeß aussagefähige Leistungszahlen (Systemlasten) ableiten.

Abgrenzen des Eingriffsbereichs: Vor der Ausarbeitung von Problemlösungen muß geklärt werden, welche Systemelemente sich überhaupt verändern lassen. Der Eingriffsbereich umfaßt alle Teile eines Systems, in dem sinnvolle und realisierbare Lösungen liegen können. Wichtige Relationen zwischen dem abzugrenzenden System und seiner Umwelt sind zu identifizieren und zu definieren. Erst dann kann sich der Gestalter auf den entsprechenden Systemausschnitt selbst konzentrieren. Der Detaillierungsgrad soll dabei mit dem angestrebten Ergebnis der Phase übereinstimmen. Je nachdem, welche Kompetenzen dem Gestalter durch den Gestaltungsauftrag übertragen wurden, kann er auf bestimmte Faktoren verändernd einwirken oder nicht. Insbesondere die von außen auf das Problemfeld wirkenden Einflußgrößen sind i.d.R. nicht oder kaum veränderbar. Die nicht beeinflußbaren Größen stellen für die Lösungssuche Rahmenbedingungen (auch Sachzwänge, Restriktionen, Randbedingungen oder Beschränkungen genannt) dar. Beschränkungen können auch explizit als Auflagen seitens der Unternehmensleitung vorgegeben werden. Insbesondere können die zur Verfügung stehenden Ressourcen oder zeitliche Vorgaben die Möglichkeiten zur Lösung begrenzen. Derartige Beschränkungen sind im Projektauftrag zu fixieren. Zusätzliche Rahmenbedingungen können z.B. als rechtliche Rahmenbedingungen vorgegeben sein. Für die organisatorische Gestaltung im Bereich der Produktion sind vor allem die für das Arbeitsrecht maßgebenden Rechtsquellen (Betriebsvereinbarungen, Tarifverträge, Verordnungen und Gesetze) von Bedeutung. Einen weiteren Bereich an Restriktionen kann das Fehlen von ausreichender Akzeptanz bilden. Hierbei können auch Interessenlagen und emotionale Aspekte eine Rolle spielen. Vor allem die durch den Betriebsrat formulierten Interessen sind in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen (vgl. dazu auch /SCHU95/).

Eine in der Vergangenheit oft unumgängliche Klasse von Restriktionen ergab sich aus der verwendeten Technologie, die z.B. bestimmte gestalterische Varianten auf der Maschinenebene verhindert hat. Erst durch neue organisatorische Konzepte wie z.B. die Virtuellen Fertigungsinseln konnten diese Restriktionen weitgehend umgangen werden (vgl. dazu auch /KÜHL98c/). Der Gestalter ist hier angehalten, vor der Fixierung des Eingriffsbereiches intensiv nach Möglichkeiten zu suchen, die zu einer Reduzierung der tatsächlichen Restriktionen führen. Gegebenenfalls sind weitere Experten zu Rate zu ziehen.

6.5.2.3 Grobe Formulierung von Gestaltungszielen

Der Schritt zur Formulierung von Gestaltungszielen hat den Zweck, neue Zielideen zu finden, sie zusammen mit den bestehenden Zielvorstellungen systematisch zu strukturieren und zu vervollständigen, aufgetretene Zielkonflikte zu erkennen und zu beseitigen sowie die Ziele schließlich verbindlich festzuschreiben (vgl. z.B. /SCHM94/, S. 281 ff.). In der wirtschaftswissenschaftlich und organisationstheoretisch geprägten Literatur spielen Ziele eine große Rolle. Trotz umfangreich vorhandener Literatur (vgl. z.B. /HEIN71/ und die dort angegebene Literatur) wird nur sehr unzureichend auf die Abgrenzung zwischen Systemzielen und Gestaltungszielen eingegangen. Aufgrund des Umfangs und der sehr speziellen Ausrichtung soll dieses Thema hier trotz großer Bedeutung für diese Arbeit nicht weiter vertieft werden. Dieses Thema bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten. Dort wird auch eine umfassende Methode zur Zielarbeit vorgestellt, die mit der Konzeption dieser Arbeit kompatibel ist. Im folgenden werden lediglich einige grundsätzliche Anmerkungen zu Gestaltungszielen gemacht, die für das weitere Verständnis unbedingt erforderlich sind.

Aufgrund der großen Bedeutung der Gestaltungsziele sollten sie nicht nachträglich zur Rechtfertigung bereits eingeleiteter Maßnahmen definiert werden, sondern bereits vor der Lösungssuche. Um den Projekterfolg nicht zu gefährden, sollten sie von allen Beteiligten akzeptiert werden. Es erscheint zweckmäßig, im Zusammenhang mit den Gestaltungszielen zwischen (vgl. /SCHU95/):

- Lösungszielen (z.B. Steigerung der Systemleistung und der Leistungsqualität, Senkung der Kosten, Unterstützung von Sozialzielen durch gestalterische Maßnahmen),
- Vorgehenszielen im Projekt (z.B. Einhaltung der gesetzten Termine und Meilensteine, Minimierung des Projektaufwandes) und
- reinen Rahmenbedingungen des Projektes (z.B. Budget, Mitarbeiterbelastung, Sachmittelverzehr, Verfahrensauswahl) zu unterscheiden.

Lösungsziele definieren anzustrebende Zustände, die am Ende des Gestaltungsprozesses mit der Lösung erreicht oder auch vermieden werden sollen. Sie beschreiben die gewünschten Eigenschaften, die das neue System während der Nutzung erfüllen soll. Sie werden oftmals auch in Form von Pflichtenheften beschrieben (vgl. /SCHU95/).

Vorgehensziele (auch Projektablaufziele) beschreiben Merkmale des Weges, der zur Erreichung der Lösungsziele eingeschlagen werden soll. Sie beschreiben die gewünschten Eigenschaften des Gestaltungsprozesses und sind bei Erreichen des Projektendes nicht mehr relevant (vgl. /SCHU95/).

Reine **Rahmenbedingungen** werden in der Projektorganisation definiert und sind für den Gestaltungsprozeß als nicht beeinflußbare Größen vorgegeben (vgl. /SCHU95/).

Im folgenden wird die Formulierung von Lösungszielen näher betrachtet. Dabei sind folgende Teilschritte zu bearbeiten:

- **Vorformulierung von Zielen:** Die Zielvorformulierung wird sowohl durch die Frage danach, was man will als auch durch die Überlegung, was man machen könnte, gesteuert. Wesentlicher Grund für die Vorformulierung der Ziele ist die Möglichkeit zur frühzeitigen Beurteilung von Zielbarrieren (z.B. verursacht durch Unklarheit der Problemstellung, Ungewißheit der Erwartungen, Unabsehbarkeit der Problemkomponenten, Konfliktgehalt des Entscheidungsproblems). Anhand dieser Erkenntnisse können dann die Zielträger festgelegt werden. Hierfür kommen insbesondere Schlüsselpersonen und Meinungsbildner im Projekt und im zu gestaltenden System in Frage.
- **Kreative Suche nach Zielideen:** Die vorformulierten Ziele dienen im nächsten Teilschritt dazu, Ideen darüber zusammenzutragen, was erreicht und was vermieden werden soll. Dazu wird ein

kreativer Zielsuchprozeß initiiert. Ein geeignetes Forum hierfür ist ein Zielworkshop. Die Zielformulierung sollte immer lösungsneutral sein.

- **Strukturierung der Ziele:** Oft bestehen bei den am Zielbildungsprozeß beteiligten Personen unterschiedliche, teilweise miteinander konkurrierende Zielvorstellungen. Durch die Zielstrukturierung wird die Liste der gesammelten Zielideen in eine hierarchische Zielstruktur überführt. Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Zielen werden aufgedeckt, indem inhaltlich ähnliche Ziele zu Zielgruppen zusammengefaßt (horizontale Strukturierung) und Mittel-Zweck-Beziehungen aufgezeigt werden (vertikale Strukturierung). Bei zwei aufeinander folgenden Zielebenen werden die Zielaussagen der oberen Ebene als Zweck bezeichnet, die Aussagen der unteren Ebene als Mittel (vgl. /HEIN76/, S. 102 f.). **Bild 57** zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus einem Gestaltungszielsystem, welches im Rahmen eines Projektes bei einem Automobilzulieferer abgeleitet wurde.

Bild 57: Ausschnitt aus einem strukturierten Gestaltungszielsystem

- **Operationalisierung der Ziele:** Die Ziele der untersten Zielebene müssen operational, d.h. handlungsrelevant formuliert sein, damit sie zur Orientierung, als Entscheidungshilfe und zur Kontrolle herangezogen werden können. Bei vielen gestalterischen Problemen stellt sich eine eindeutige Operationalisierung der Zielgrößen als außerordentlich schwierig heraus. So ist eine quantitative Beschreibung von sozialen, politischen oder ethischen Zielgrößen oft nicht durchführbar. Die Operationalisierung beinhaltet deshalb nicht unbedingt eine Quantifizierung der Zielgrößen, sondern lediglich ihre Überprüfbarkeit. Für die Operationalisierung von Zielen wird auf die umfangreiche Literatur verwiesen (vgl. u.a. /HEIN66/, S. 117; /HAME92/, Sp. 2642 f.):

- **Behandlung von Zielkonflikten:** Nach der Strukturierung und Operationalisierung der Ziele besteht immer noch die Möglichkeit von Zielkonflikten. Diese gilt es nun zu behandeln. Ein endgültige Beseitigung von Zielkonflikten ist dabei nur selten möglich, da die Konflikte in der Natur der Ziele selbst liegen. In einer konkreten Situation können Zielkonflikte jedoch gemildert werden, indem Prioritäten vergeben werden.

- **Zielentscheidung:** Der letzte Schritt der Zielformulierung ist die Zielentscheidung. Im Rahmen der Zielentscheidung wird schließlich festgelegt, welche Ziele im Rahmen des Gestaltungsprojektes verfolgt werden. In den meisten Fällen liegen unterschiedliche Vorschläge bzw. Varianten von Zielsystemen vor, aus denen dann die geeignetste ausgewählt wird.

6.5.2.4 Auswahl des grundlegenden Lösungsprinzips

Für die Produktion sind zahlreiche grundsätzliche Lösungsprinzipien bekannt geworden, die alle ihre spezifischen Vor- und Nachteile und damit ihre spezifischen Einsatzgebiete haben. Eine Aufzählung oder Beschreibung aller bekannten Lösungsprinzipien sowie ihrer zahlreichen Varianten soll hier nicht vorgenommen werden. Statt dessen zeigt **Tabelle 14** einige Möglichkeiten besonders bekannt gewordener, grundsätzlicher Lösungsprinzipien. Diese Sammlung zeigt, daß in der Produktion sehr unterschiedliche und z.T. auch unzusammenhängende Lösungen bzw. Lösungsprinzipien bekannt sind. Dabei ist es oft sogar so, daß in einem Unternehmen mehrere dieser Prinzipien parallel eingesetzt werden. Dies hängt u.a. damit zusammen, daß ein einzelnes Prinzip nicht ausreicht, um Lösungen für den gesamten Funktionsumfang der Produktion zu entwickeln.

Tabelle 14: Bespiele ausgewählter Lösungsprinzipien zur Gestaltung der Produktion

Sichtweise	Kategorien	Beispiele
Orientierung der Subsysteme	• Objektorientierung • Prozeßorientierung • Technologieorientierung • Kundenorientierung • Verrichtungsorientierung	• Motorenwerk, Zulieferparks • Fertigungslinien • Preßwerke, Chipfabrikationen • Segmente, Fraktale • Werkstätten, Meisterbereiche
Verteilung der Funktionen auf die Subsysteme	• Zentralisation • Dezentralisation	• PPS-Systeme nach MRP • Gruppenarbeit, Fertigungsinseln
Unterstützung der Arbeitsab- läufe	• Handarbeit • Mechanisierung • Automatisierung • EDV-Unterstützung • CIM-Unterstützung	• Handwerk, Nacharbeit • Werkstätten • Fertigungszellen • Workflowmanagementsysteme • Flexible Fertigungssysteme

Durch die Wahl des grundlegenden Lösungsprinzips werden zahlreiche Eigenschaften eines Funktionsbereiches bereits weitgehend festgelegt. Zu diesen Eigenschaften gehören z.B.:

- die Grundsätzliche Struktur der Fertigung (Fabrikstruktur),
- das grobe Fabriklayout,
- die Verantwortungsstruktur,
- grundsätzlich geeignete PPS-Konzepte,
- Grundlagen der technischen Entwicklungsmöglichkeiten,
- Vorgaben für die Kommunikation oder
- Rahmenvorgaben für die Technologie.

Gleichzeitig werden im Zusammenhang mit dem Lösungsprinzip auch Richtlinien für die Verteilung direkter und indirekter Aufgaben, für den Grad der Autonomie auf den unteren Ebenen, für die zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Mitarbeiter und für die Entwicklung kultureller Verhaltensweisen innerhalb des Systems festgelegt. Dies bedeutet jedoch, daß die Auswahl des jeweiligen Lösungsprinzips von einer intensiven Analyse und Diskussion begleitet sein muß.

6.5.2.5 Lösungssuche durch schrittweise Variantenbildung und -ausscheidung

Als nächstes sind in der Vorstudie Grobkonzepte und -modelle für das Gesamtprojekt zu erarbeiten. Dabei wird auch ein besonderes Augenmerk auf die an das Projekt angrenzenden, nicht zum eigentlichen Gestaltungsbereich gehörenden organisatorischen Einheiten gerichtet. Auf diese Weise sollen die wichtigsten Schnittstellen zwischen dem Untersuchungsbereich und den angrenzenden Bereichen ermittelt werden, um sicherzustellen, daß sich das neu zu gestaltende System später auch reibungslos in seine Umwelt einfügen läßt. (vgl. /SCHM94/).

Bei der Suche nach Lösungen stellt sich dem Gestalter zunächst eine Vielzahl von Fragen, die in ihrer Ausprägung immer vom konkreten Problem abhängen. Hier nur einige allgemeine Beispiele, die jedoch die grundsätzliche Intention und Struktur der Fragen zeigen:

- Wie könne wir geeignet auf die erkannten externen oder internen Veränderungen reagieren (Dynamik und Flexibilität des Systems)?
- Wie können wir die verfügbaren Ressourcen optimal in Produkte umgewandeln (Hintergrund: was können die Ressourcen leisten, was will der Kunde haben)?
- Wie können wir die Ressourcen so organisieren, daß sie ihrer Entsprechung gemäß, umweltfreundlich oder kostengünstig eingesetzt werden?
- Wie könne wir das System optimal in Subsysteme unterteilen?
- Wie können wir die Subsysteme aufeinander abgestimmt und koordinieren?
- Welche Aufgaben sollen die einzelnen Subsysteme wahrnehmen und wie müssen sie dann ausgestattet werden?
- Wie können wir die einzelnen Ansprüche der unterschiedlichen Anspruchsgruppen befriedigen, wie können sie koordiniert werden?

Die Beantwortung dieser Fragen ist meist nicht in einem Schritt möglich. Es ist vielmehr ein Prozeß zu durchlaufen, der durch eine schrittweise Variantenbildung und –ausscheidung gekennzeichnet ist. Dieser Prozeß stellt jeweils den Kern der Systemgestaltung auf der jeweiligen Detaillierungsstufe dar. Er umfaßt folgende Teilschritte:

- **Abstraktion:** Das Abstrahieren erleichtert das Erkennen der wesentlichen Probleme und Eigenschaften eines Betrachtungsgegenstandes. Die Abstraktion dient dazu, den Wesenskern des zu gestaltenden Systems hervortreten zu lassen und sich von festen Vorstellungen sowie konventionellen Lösungen zu befreien, damit neue und zweckmäßigere Lösungen erkennbar werden. Die im Kapitel 5.2 vorgestellten Modelle bieten dazu nahezu beliebige Möglichkeiten, die ganz den Bedürfnissen der jeweiligen Situation und Problemstellung angepaßt werden können.

- **Verfeinern der Funktionsstruktur:** Die Gesamtfunktion eines Systems setzt sich aus den einzelnen Funktionen seiner Subsysteme zusammen. Im Rahmen der Konzeption wird sie unter Bezug auf die Leistungsanforderungen des Systems möglichst konkret mit den beteiligten Eingangs- und Ausgangsgrößen (Input und Output sowie Quellen und Senken) lösungsneutral definiert und in erkennbare Teilfunktionen aufgelöst (Funktionsstruktur). Danach folgt die Suche nach den Prinzipien, die den einzelnen Teilfunktionen zugrunde liegen. Anschließend wird geprüft, in welcher Weise die einzelnen Teilfunktionen grundsätzlich erfüllt werden können (Erfüllungsvarianten).

- **Synthese:** Die einzelnen Erfüllungsvarianten werden dann anhand der Funktionsstruktur so kombiniert, daß sie verträglich sind, die Forderungen der Anforderungsliste erfüllen und einen noch zulässigen Aufwand erwarten lassen. Dieser Schritt ist der zentrale, kreative Schritt im Rahmen der Vorstudie. Bei der Konzeptsynthese geht es hier darum, grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten zur Gestaltung des Systems zu suchen und zu konkretisieren. Synthese kann nach dem hier vertretenen Verständnis als **modellgestütztes** Erarbeiten von Lösungen bezeichnet werden (s. **Bild 58**). Der Spielraum für die Lösungssuche wird jeweils durch die Abgrenzung des Betrachtungsgegenstandes, die Formulierung von Gestaltungsaspekten sowie die eingesetzten Gestaltungshilfen bestimmt und kanalisiert. Durch die parallele Betrachtung einer bestimmten Funktion bzw. Teilfunktion und ausgewählter Gestaltungsaspekte entstehen modellhafte Einzelkonzeptionen. Die modellhaft konzipierten Einzellösungen werden anschließend zu einem Gesamtkonzept kombiniert. Mit zunehmendem Projektfortschritt nimmt dabei der Detaillierungsgrad zu. Durch die Beachtung der Modellierungsprinzipien (z.B. „vom Groben zum Detail“) können bei der Systemsynthese zunehmend Routineprozesse an Bedeutung gewinnen. Gute Lösungen lassen sich dabei immer weiter verbessern, wenn man in einem nächsten Schritt mit den vorhandenen Lösungen und Modellen der übergeordneten Stufe weiter arbeitet.

- **Zukünftig wirksame Einflüsse auf das Lösungsfeld abschätzen:** Die entwickelten Konzeptionen werden anschließend im Hinblick auf zuvor ausgewählte Kriterien mit Hilfe von Indikatoren, Kennzahlen o.ä. (s. **Bild 58**, rechte Seite) auf ihre Tauglichkeit überprüft. Untaugliche Varianten werden ausgeschieden. Bei dieser Überprüfung steht insbesondere die Betrachtung des Aufwand-/Nutzenverhältnisses im Vordergrund.

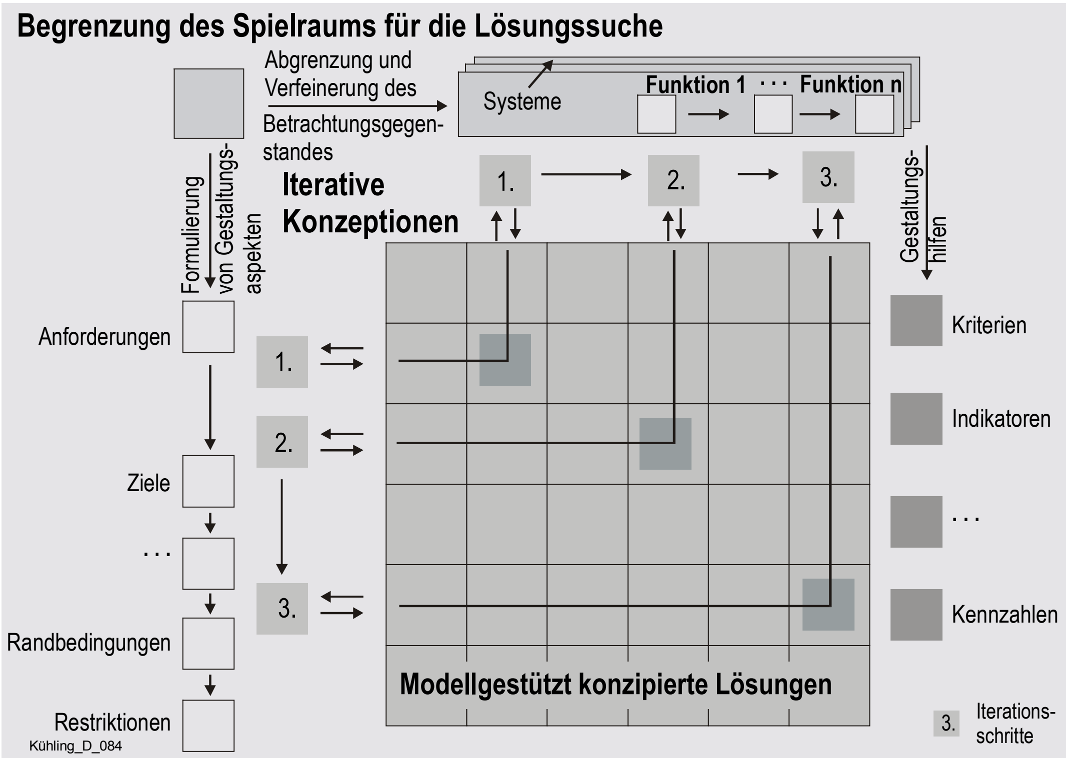


Bild 58: Konzeption durch modellgestütztes Erarbeiten von Lösungen

6.5.2.6 Auswahl grundsätzlich geeigneter Lösungen

Die am geeignetsten erscheinenden Kombinationen werden anschließend so weit zu prinzipiellen Lösungsvarianten konkretisiert, daß sie beurteil- und bewertbar werden. Dabei müssen ihre wesentlichen Eigenschaften sichtbar werden. Durch den Gestalter werden die offensichtlich untauglichen Varianten ausgeschieden. Eine Bevorzugung ist zulässig, wenn Varianten z.B. unmittelbar günstige Voraussetzungen bieten oder im eigenen Bereich mit verfügbarem Know-how leichter realisierbar erscheinen.

6.5.2.7 Bewertung

Nachdem die offensichtlich unbrauchbaren Lösungsmöglichkeiten ausgesondert wurden, findet eine systematische Bewertung der verbleibenden Alternativen statt. Eine Bewertung hat dabei den Zweck, von mehreren (tauglichen) Alternativen die geeignetste zu finden. Zur genaueren Beurteilung von Lösungen soll der „Wert“ einer Lösung in bezug auf vorher festgelegte Kriterien (s. **Tabelle 15**) ermittelt werden. Hierbei sind organisatorische und wirtschaftliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Generelle Arbeitsschritte der Bewertung sind in der Literatur dokumentiert (z.B. /PAHL90/, /BRAN96/, /BÜCH97/, /SCHU95/, /SCHM94/, /SCHN92/). Neben der Bewertung durch Bewertungsverfahren gibt es auch die Möglichkeit der Nutzung von Fragenkatalogen mit organisationsrelevanten Testfragen. BÜCHI hat in /BÜCH97/ einen solchen Katalog vorgestellt.

Tabelle 15: Eigenschaften und Bewertungskriterien

Organisatorische Eigenschaften	Mögliche Bewertungskriterien
Funktion	Eigenschaften erforderlicher Nebenfunktionsträger, die sich aus dem gewählten Lösungsprinzip oder aus der Konzeptvariante zwangsläufig ergeben
Wirkprinzip	Eigenschaften des oder der gewählten Prinzipien hinsichtlich einfacher und eindeutiger Funktionserfüllung, ausreichende Wirkung, geringe Störgrößen
Gestaltung	geringe Zahl der Komponenten, wenig Komplexität, geringer Raumbedarf, keine besonderen Gestaltungsprobleme
Flexibilität	Bereits konzeptionell beachtete Flexibilität, Anpassungsaufwand gering, Möglichkeiten zur Selbststeuerung
Soziale Kriterien	Mensch-Maschine-Beziehung befriedigend, keine Belastung oder Beeinträchtigung, gute Formgestaltung
Realisierbarkeit	Restriktionen berücksichtigt, mit vorhandenen Ressourcen realisierbar, Schulungsaufwand gering, keine Terminrisiken durch Produktionsausfall in der Umstellung
Betrieb	einfacher Betrieb, lange Lebensdauer, hohe Akzeptanz bei den Betroffenen, verständliches Gesamtkonzept
Aufwand	keine besonderen Betriebskosten, sonstige Nebenkosten gering

6.5.2.8 Freigabe

Die Bewertung ersetzt die Entscheidung nicht. Sie macht jedoch die Entscheidungssituation transparent und zwingt dazu, sich Gedanken über Wertmaßstäbe zu machen und sie zu strukturieren. Jeder Bewertung liegt eine Vielzahl subjektiver Wertvorstellungen und Einschätzungen von Sachverhalten zugrunde. Dies bedeutet, daß bereits bei der Vorbereitung der endgültigen Entscheidung zahlreiche Vorentscheidungen gefallen sind. Die endgültige Auswahl einer Alternative trifft jedoch grundsätzlich der Auftraggeber nach der Entscheidungsvorbereitung durch das Gestaltungsteam. Es ist nicht zwingend, daß die punkte- oder gewinnträchtigste Alternative gewählt wird, da auch der Auftraggeber weiß, daß in alle Bewertungsrechnungen subjektive Wertmaßstäbe und Schätzungen einfließen.

Die Entscheidung des Entscheidungsgremiums führt entweder dazu, daß das Projekt in einer bestimmten, grob umrissenen Richtung weitergeführt oder abgebrochen wird. Für das Projektteam ist es wichtig, daß es eine möglichst eindeutige Aussage erhält. Wenn empfohlen wird, das Projekt weiter zu verfolgen, ist ein präzisierter Projektauftrag für die Hauptstudie mit zu verabschieden, in dem das weitere Vorgehen, die Projektorganisation und ein Budgetrahmen für die Hauptstudie festgelegt werden. Dieser Auftrag ist gleichzeitig das Startsignal für die Hauptstudie (vgl. /SCHM94/).

6.5.3 Einsatzhinweise für die Phase der Vorstudie

Auch wenn eine Vorstudie sehr aufwendig erscheint, so sollten nicht mehr als ca. 5-10% des geschätzten gesamten Zeitaufwandes für das Gesamtprojekt - einschließlich Realisierung und Einführung – für die Vorstudie verwendet werden. Alle Wege, die nicht weiter verfolgt werden, sollten so früh wie möglich gesperrt werden (vgl. /SCHM94/). Die umfangreichen Erläuterungen zur Phase der Vorstudie machen jedoch deutlich, daß bereits in einer frühen Phase eines Gestaltungsprojektes zahlreiche Aspekte zu beachten sind. Bei der Beschreibung der Vorgehensweise wurden aber bereits Methoden und Teilschritte erläutert, die nicht nur im Rahmen der Vorstudie auftreten, sondern auch in den Phasen der Haupt- und Teilstudien.

Neben der Erkenntnis, daß sich auch für die Vorstudie im Laufe der Zeit eine unternehmensspezifische Methode entwickeln muß, die lediglich auf den hier vorgestellten Bausteinen basiert, sie jedoch nicht einfach kopiert, sind beim Einsatz der hier vorgestellten Methodenbausteine einige allgemeine Gefahren im Zusammenhang mit der Grobkonzeption von soziotechnischen Systemen zu beachten. Diese sind im Anhang III zusammengefaßt.

6.5.4 Modell- und Methodenbausteine für die Phase der Vorstudie

Bild 59 zeigt auf der rechten Seite Kategorien und Beispiele hilfreicher Ebene-3-Methoden für die Phase der Vorstudie. Die aufgeführten Kategorien sind dabei in der gleichen Reihenfolge (von oben nach unten) angeordnet wie die Schritte in der Phase „Vorstudie“.

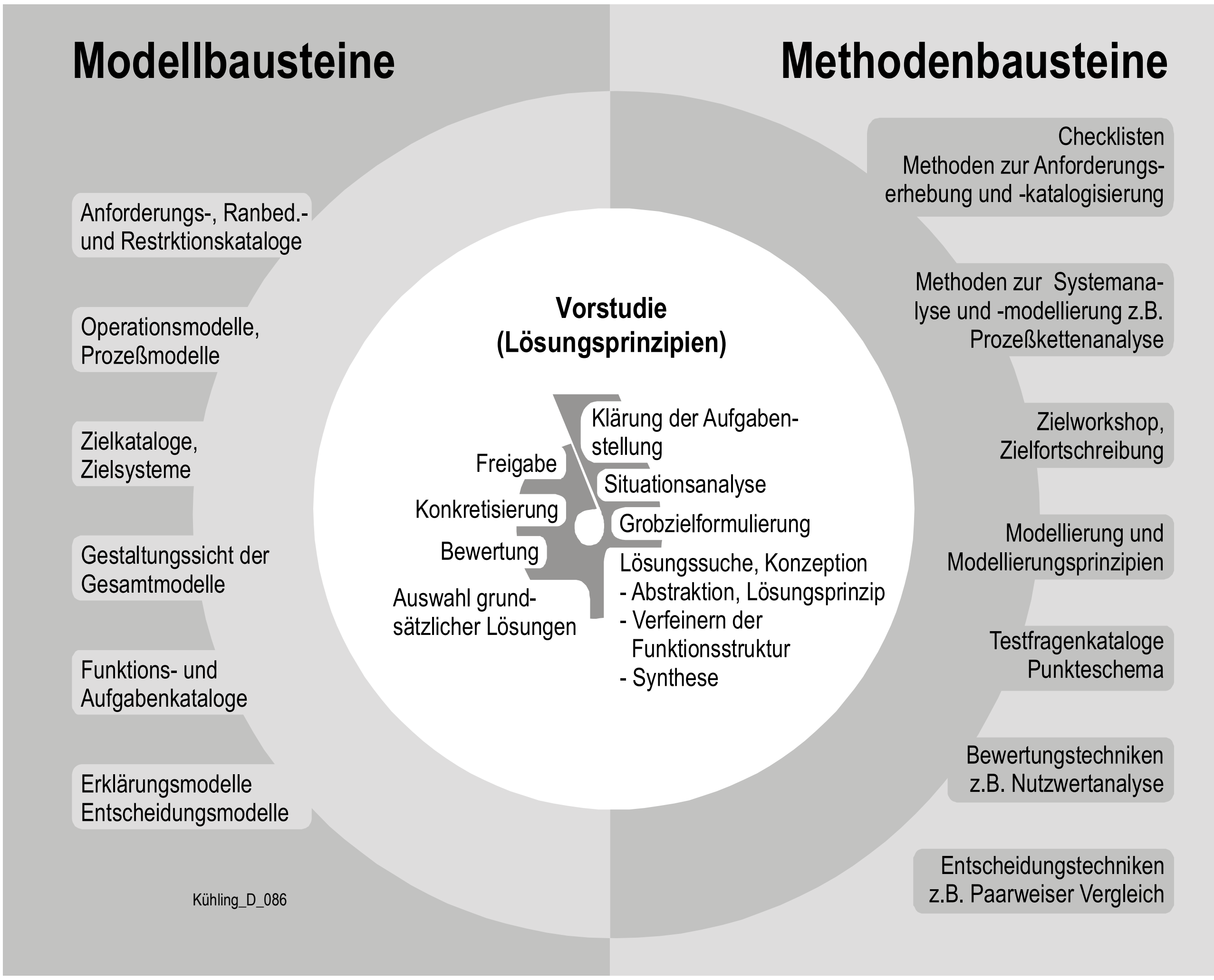


Bild 59: Modell- und Methodenbausteine bei der Vorstudie

6.6 Hauptstudie

In der Hauptstudie werden die grundsätzlichen Lösungsprinzipien der Vorstudie so weit zu einem Gesamtkonzept präzisiert, daß anschließend abgegrenzte Teil- und Subsysteme getrennt weiter gestaltet werden können. In der Hauptstudie wird nur noch der Weg weiter verfolgt, der in der Vorstudie als der erfolgversprechendste angesehen wurde (vgl. /SCHU95/). Im Rahmen der Hauptstudie werden z.T. ähnliche Schritte wie in der Vorstudie durchlaufen. Die Hauptstudie unterscheidet sich von der Vorstudie jedoch dadurch, daß sie sich nur noch mit einem eingegrenzten Gebiet auseinandersetzt, dieses Gebiet aber intensiver ausleuchtet und konkreter ausgestaltet. Der Zweck der Hauptstudie besteht demnach darin, auf der Grundlage des ausgewählten Lösungsprinzips die Struktur des Gesamtsystems bis zu einem realisierungsfähigen Gesamtkonzept zu verfeinern (vgl. z.B. /KRÜG92/, S. 27 f.; /DAEN92/, S. 41 f.).

6.6.1 Generelle Anmerkungen zur Hauptstudie

In der Hauptstudie entwickelt der Gestalter in mehreren Teilschritten aus den verfeinerten Anforderungen, Randbedingungen, Restriktionen und Zielen umfassende Lösungsvorschläge für die Gestaltung der Subsysteme und deren Kombination zu einer Gesamtlösung. Dabei muß darauf geachtet werden, daß die einzelnen Teilergebnisse miteinander verträglich sind (Beachtung der Schnittstellen). Im Rahmen der Hauptstudie entstehen unterschiedliche Lösungsvarianten, welche dem Entscheidungsgremium und den Beteiligten einen vollständigen Ein- und Überblick über

- die umgebungsbedingten Betriebsvoraussetzungen (z.B. Input, Output,)
- die mögliche Systemleistung sowie das Verhalten des Systems in seiner Umwelt (Mengen, Termine, Durchlaufzeiten, Servicegrad, Verhaltensspielraum und -wirkung, Verfügbarkeit, qualitativer Nutzen, Erfüllung von Kundenanforderungen)
- die Betriebsbedingungen (Funktionserfüllung, Pflege, Kosten) und
- die Einführungsvoraussetzungen (organisatorisch, personell, finanziell, technisch)

geben muß (vgl. dazu auch /BÜCH97/, S. 80).

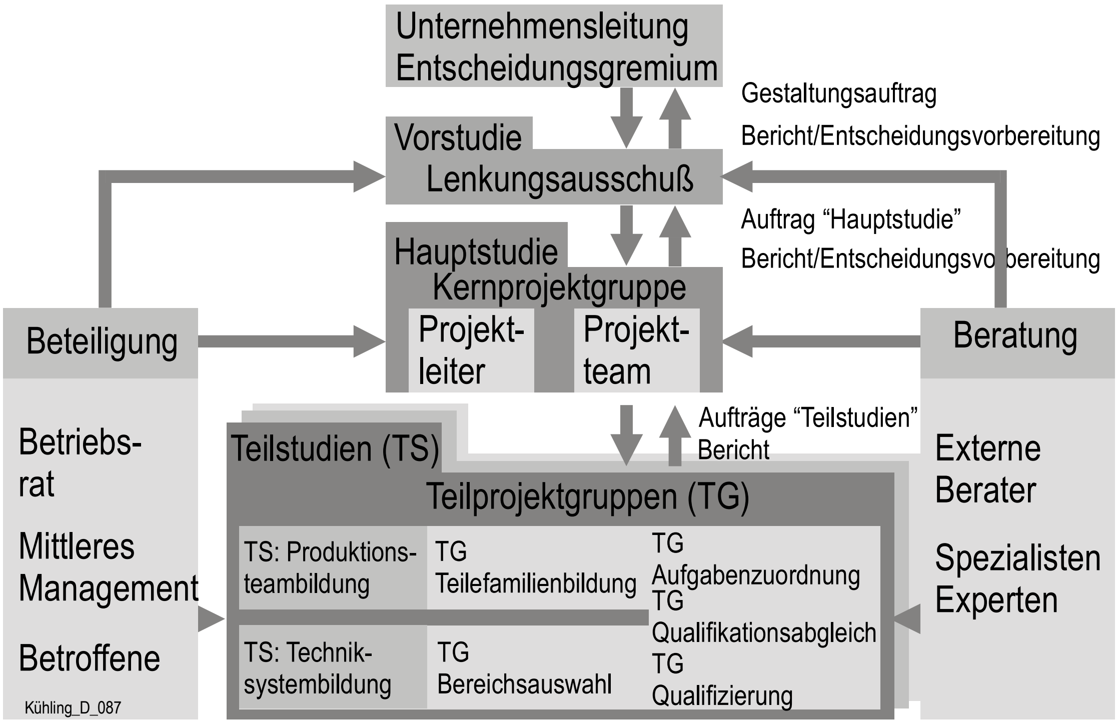


Bild 60: Mögliche Projektorganisation zur Implementierung der Hauptstudie

Bei komplexen Problemen werden ergänzend zur Hauptstudie zusätzlich Teilstudien eingeschoben (s. Kapitel 6.7). Der Detaillierungsgrad der betrachteten Konzepte muß so hoch sein, daß der Gestalter die Integration dieser Teilstudien zu einer Gesamtlösung mit einem hohen Zuverlässigkeitsgrad durchführen kann. In den meisten Fällen wird eine Teilstudie entweder pro konzipiertem Sub- bzw. Teilsystem oder für spezielle Aufgabenbereiche vorgesehen. Die Aktivitäten der Hauptstudie stehen also in einem iterativen Verhältnis zu den Aktivitäten der Teilstudien. In der Praxis sind diese beiden Studien letztlich nicht genau voneinander zu trennen. Bei mittleren und größeren Vorhaben wird deshalb eine spezielle Form der Projektorganisation erforderlich. **Bild 60** zeigt eine mögliche Projektorganisation für die Aufteilung der Hauptstudie und ihr Zusammenwirken mit den Teilstudien wie sie für die Gestaltung Virtueller Fertigungsinseln bei einem Automobilzulieferer aus der Schmiedeindustrie eingerichtet wurde (vgl. dazu /KÜHL98c/.

6.6.2 Die Schritte der Phase „Hauptstudie“ im Zyklus

Im Rahmen der Vorstudie wurde auf der Basis von grundsätzlichen Lösungsprinzipien die Entscheidung getroffen, ein oder in Ausnahmefällen auch mehrere Lösungsprinzipien weiterführend zu gestalten. Mit dieser Entscheidung findet der Übergang von der Vorstudie zur Hauptstudie statt. **Bild 61** zeigt die verschiedenen Schritte, die im Rahmen einer solchen Hauptstudie zu bearbeiten sind. Im folgenden werden diese Schritte erläutert. Bei vielen dieser Schritte kann auf die Schilderungen der Vorstudie verwiesen werden, da sie im Rahmen der Hauptstudie z.T. ähnlich ablaufen. Die ähnlichen Schritte weisen dann jedoch einen detaillierteren Betrachtungsgegenstand auf.

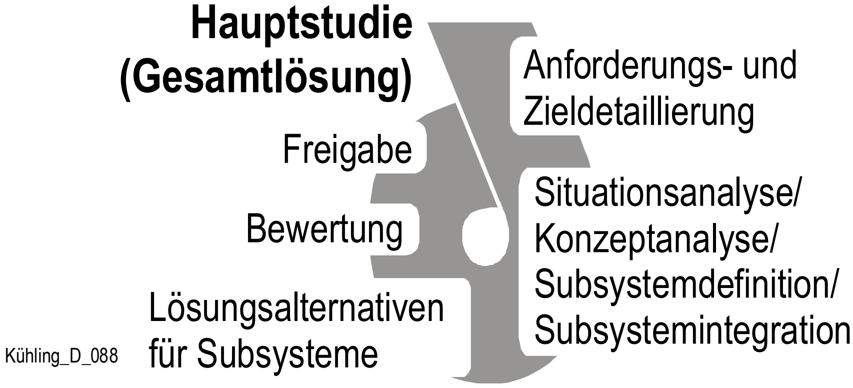


Bild 61: Die Schritte der Gestaltungsphase „Hauptstudie“

6.6.2.1 Anforderungs- und Zieldetaillierung

Die allgemeinen Anforderungen und Gestaltungsziele, die in der Vorstudie ausgearbeitet wurden, sind nun Ausgangspunkt für die weiteren Gestaltungsmaßnahmen im Rahmen der Hauptstudie. Die grundsätzliche Eignung des weiter zu verfolgenden Lösungsprinzips wurde bereits anhand dieser Anforderungen und Ziele in der Vorstudie überprüft. Die Hauptstudie setzt sich darauf aufbauend mit einem wesentlich eingegrenzteren Problemfeld auseinander, so daß es nun möglich wird, Schwerpunkte bei der Ermittlung der Anforderung und Ziele zu setzen.

Die Phase der Hauptstudie beginnt mit einer detaillierten Ermittlung der Anforderungen der „Betroffenen“. Das ist vor allem deswegen so wichtig, weil die Betroffenen und die Auftraggeber oft nicht dieselben Personen sind, die bisher grob formulierten Gestaltungsziele aus den Phasen der Problemwahrnehmung und der Vorstudie bisher jedoch nur die Kundenanforderungen und die Ziele der Unternehmensleitung bzw. der Auftraggeber des Gestaltungsprojektes abdecken. Eine intensive Beschäftigung mit den Zielen der Betroffenen ist deshalb so wichtig, weil sie es letztlich sind, die mit den getroffenen Maßnahmen leben müssen und von deren Akzeptanz der Erfolg der Maßnahme zu einem großen Teil abhängt. Die Ziele der Betroffenen müssen jedoch im Rahmen der Zielarbeit mit den übergeordneten Zielen der übrigen Anspruchsgruppen abgestimmt werden, denn nur so kann auch der Gestaltungsauftrag erfüllt werden. In diesem Zusammenhang kann es erforderlich werden, daß zwischen den Betroffenen und dem Auftraggeber vermittelt werden muß. Projektbegleitend muß der Gestalter aber immer zusätzlich Überzeugungsarbeit bei allen Beteiligten (sowohl nach oben als auch nach unten) leisten. Das überzeugendste Argument ist dabei, wenn er klarmachen kann, daß versucht wurde, die jeweiligen Interessen soweit wie eben möglich zu berücksichtigen. Berücksichtigen kann er die Interessen aber nur, wenn er sie kennt.

In der Praxis ist es oft schwer, in dieser frühen Phase die Betroffenen schon dazu zu bewegen, sich wirklich gründlich mit ihren Wünschen und Anforderungen auseinanderzusetzen. Vielfach fehlt auch das Abstraktionsvermögen, das während der Gestaltung immer notwendig ist /SCHM94/. In diesem Zusammenhang haben sich bei der Entwicklung von technischen Produkten oder auch bei EDV-Anwendungen sog. „Prototypen“, d.h. vereinfachte, spezifische Modelle der zukünftigen Realität bewährt[27]. Dadurch kann man den Betroffenen die Vorstellung darüber erleichtern, was später

[27] Diese Tatsache hat BECKMANN in seiner Dissertation „Theorie einer evolutionären Logistikplanung – Basiskonzept der Unternehmensentwicklung in Zeiten zunehmender Turbulenz unter Berücksichtigung des Prototypingansatzes“ genutzt und in einen Vorschlag für einen planungsbegleitenden Prototypingzyklus für die Logistikplanung um-

einmal auf sie zukommen kann. Die Ermittlung der Anforderungen der „Betroffenen“ erfolgt in ähnlicher Weise wie in der Vorstudie (s. Kapitel 6.5.2.3) z.B. mit Hilfe von Zielworkshops.

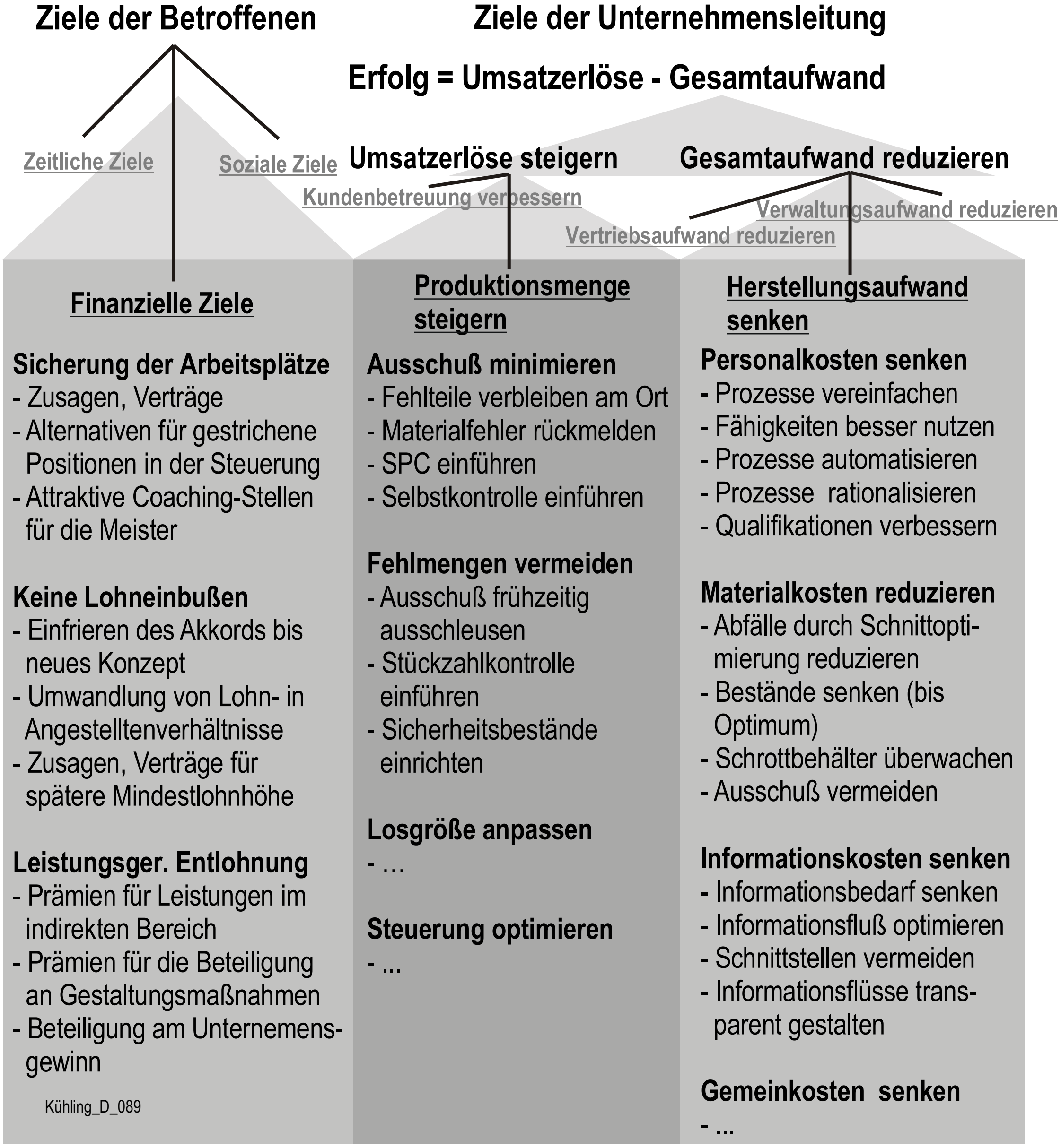


Bild 62: Ausschnitt aus einem detaillierteren Gestaltungszielsystem

Im nächsten Teilschritt werden die Anforderungskataloge und Zielsammlungen aus der Vorstudie mit den Anforderungen und Zielen der Beteiligten integriert und entsprechend detailliert. Dazu werden grundsätzlich die gleichen Teilschritte durchgeführt wie bei der groben Zielformulierung (s. Kapitel 6.5.2.3). **Bild 62** zeigt einen Ausschnitt aus dem bereits im **Bild 57** dargestellten Zielsystem eines Automobilzulieferers. Hier wurden nun die einzelnen grob formulierten Ziele aus der Vorstudie detailliert und gestaltungsrelevant formuliert. Zusätzlich sind die Ziele der Beteiligten aus der Analyse ergänzt worden.

---

gesetzt (vgl. dazu /BECK96/). In dieser Arbeit wird nun der Vorschlag von BECKMANN aufgegriffen und methodisch im Rahmen der Vorgehensweise zur Gestaltung soziotechnischer Systeme in Form von Modellbausteinen, die parallel zum Gestaltungsprozeß erstellt werden, umgesetzt. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die praktische Anwendbarkeit und konkrete Handreichungen gelegt.

Oft werden erst in dieser Phase durch den hohen Detaillierungsgrad bestimmte Zielkonflikte sichtbar. Zur Ermittlung und Visualisierung der Zielkonflikte reicht eine Darstellung in einem Zielsystem wie in **Bild 62** nicht aus. Es wird hier empfohlen, die ermittelten Ziele auf die einzelnen Modelle in der Modellierungsumgebung zu übertragen. In diesem Fall sind die Ziele dann als Parameter in der Gestaltungs- und Organisationssicht zu hinterlegen (s. dazu Kapitel 5.2.2). Durch die Modellierung der Ziele z.B. in den Teilmodellen und deren Strukturierung in den Strukturierungsmodellen treten gestaltungsrelevante Zielkonflikte erst deutlich zu Tage.

6.6.2.2 Situations- und Konzeptanalyse sowie Subsystemdefinition und -integration

Der Schritt der Situations- und Konzeptanalyse sowie Subsystemdefinition und -integration dient der Untersuchung und Integration aller drei Gestaltungsphasen von der Vorstudie bis zu den einzelnen Teilstudien. Dabei werden nicht nur der Ist-Zustand und die Vorgaben aus der Vorstudie analysiert, sondern auch die einzelnen Ergebnisse der Teilstudien auf ihre Integrierbarkeit und ihren Beitrag zur Erfüllung der gesteckten Gestaltungsziele überprüft. Der Schritt der Systemanalyse sowie die Schritte der Subsystemdefinition und -integration vollziehen sich dann in den in **Tabelle 16** aufgeführten Teilschritten. Diese Teilschritte sind hier zu einem Schritt in der Phase der Hauptstudie zusammengefaßt, da sie sich nicht klar voneinander trennen lassen. Sie sind so eng miteinander verknüpft, daß sie z.T. sogar in den Köpfen der Gestalter weitgehend parallel bearbeitet werden.

Im folgenden sollen die einzelnen Teilschritte näher erläutert werden:

Problemfeld und Lösungsprinzip überprüfen: Im Rahmen der Hauptstudie werden die Ergebnisse der Situationsanalyse aus der Vorstudie vor dem Hintergrund der getroffenen Entscheidung für ein spezielles Lösungsprinzip einer genaueren Betrachtung unterzogen. Dazu werden die Veränderungen der Rahmenbedingungen auf der Ebene bisher definierter Subsysteme aufgedeckt und festgehalten. Die Veränderungen werden im Hinblick auf ihre Ursachen überprüft. Sie dienen anschließend zur Untersuchung über die Zweckmäßigkeit der Aufrechterhaltung bisheriger Systemgrenzen. Dazu sind die vorhandenen Teil- und Subsysteme sowie einzelne wichtige Bestandteile und Relationen im derzeitigen Zustand auf der Ebene derzeitiger Subsysteme zu ermitteln und in der Modellierungsumgebung (s. Kapitel 5.2) zu modellieren. Ebenfalls zum Modellierungsumfang des Ist-Zustandes gehören die nicht zu verändernden Randbedingungen, Anforderungen und Restriktionen auf der Ebene der Subsysteme. Diese sind festzuhalten, denn sie legen den Spielraum für die Lösungssuche in der Phase der Teilstudien fest. Bevor die neuen Grenzen der Subsysteme festgelegt werden können, wird das in der Vorstudie für das gesamte System vorgegebene Lösungsprinzip der detaillierteren Ist-Situation gegenübergestellt. Anhand dieser Gegenüberstellung kann überprüft werden, ob die groben Annahmen der Vorstudie weiterhin Gültigkeit haben und damit das vorgeschlagene Lösungsprinzip weiter detailliert werden soll. Ergeben sich in diesem Teilschritt Zweifel an der Richtigkeit des ausgewählten Lösungsprinzips, ist unbedingt frühzeitig mit dem Auftraggeber Rücksprache zu halten. In solchen Fällen kann es zu Rücksprüngen in die Phase der Vorstudie kommen. Im Falle der Aufrechterhaltung des gewählten Lösungsprinzips werden die zukünftigen Veränderungen festgehalten, die auf das System im Rahmen des Gestaltungsprozesses zukommen. Die Dokumentation der antizipierten Veränderung kann einerseits zur Entwicklung einer spezifischen Vorgehensweise zu ihrer schrittweisen Umsetzung genutzt werden. Andererseits dient sie der gezielten Information der Betroffenen sowie deren Vorbereitung auf die notwendigen Veränderungen.

Tabelle 16: Teilschritte der Situationsanalyse und Subsystemdefinition im Rahmen der Hauptstudie

Teilschritt	Aktivitäten
Problemfeld und Lösungsprinzip überprüfen	• Festhalten veränderter Rahmenbedingungen auf der Ebene der Subsysteme • Festhalten veränderter Zielsetzungen auf der Ebene definierter Subsysteme • Zweckmäßigkeit der bisherigen Systemgrenzen prüfen • Teil- und Subsysteme sowie Bestandteile und Relationen im derzeitigen Zustand auf der Ebene der Subsysteme identifizieren, modellieren und analysieren • Nicht zu verändernde Randbedingungen, Anforderungen und Restriktionen auf der Ebene der Subsysteme festhalten • Grobes Lösungsprinzip aus der Vorstudie gegenüberstellen • Ableitung der zukünftigen Veränderungen
Lösungsprinzip unterteilen und zur Festlegung neuer Systemgrenzen führen	• Sub- und Teilsysteme abhängig vom Lösungsprinzip neu definieren • Schnittstellen zwischen Sub- und Teilsystemen neu festlegen • Lösungsrelevante Komponenten (insbesondere die Prozesse und Objekte) bestimmen, analysieren und modellieren • Charakteristika der Teil- und Subsysteme (z.B. Input, Output) modellieren • Ausmaß der Lösung bzgl. der gesetzten Ziele untersuchen
Integration der Detaillösungen aus den Teilstudien	• Teilsystemübergreifende Prozesse koppeln • Leistungen bzgl. der Objekte zu einer Gesamtleistung integrieren • Ressourcen der Teil- und Subsysteme aufeinander abstimmen • Wirkzusammenhänge zwischen den Subsystemen analysieren und modellieren

Lösungsprinzip unterteilen und zur Festlegung neuer Systemgrenzen führen: Die Situationsanalyse mündet in die Definition neuer Subsystemgrenzen. Dabei werden die Grenzen der Sub- und Teilsysteme abhängig vom Lösungsprinzip neu definiert und die Schnittstellen zwischen den Sub- und Teilsystemen neu festgelegt. Die Grenzen müssen das Subsystem eindeutig in seiner Umgebung bestimmen. Die festgelegten Grenzen ergeben sich aus der eindeutigen Zuordnung von Ressourcen und Prozessen (Organisationssicht). Sie bilden die strukturgebenden Bestandteile des Systems. Beim Entwurf der Grobstruktur geht es darum, für das zu reorganisierende System eine zweckmäßige horizontale und vertikale Gliederung zu entwickeln sowie die Relationen zwischen den einzelnen Subsystemen und deren Kompetenzen festzulegen. Zu diesem Zweck sind die zu erfüllenden Funktionen nach den wichtigsten Gliederungskriterien zu analysieren. Als solche Kriterien kommen in Frage (vgl. dazu auch /HILL76/, S. 520):

- Zweckbereiche (Grundaufgaben wie Werkzeugbau, Fertigung usw.)
- Objekte (Input-/Outputobjekte und/oder Abnehmerkategorien bzw. Kundengruppen)
- Technologien (Kernkompetenzen, Fremdvergabe, Outsourcing)
- Phasen der Erfüllung (direkt, indirekt, Planung, Umsetzung, Prüfung)

Zusätzlich zu diesen Kriterien sind immer

- die benötigten personellen Kapazitäten sowie das erforderliche Know-how und
- die benötigten (technischen) Einrichtungen und deren Fähigkeiten

zu berücksichtigen und die gefundenen Lösungen an diesen Kriterien zu überprüfen.

Als geeigneter Einstieg in die Bildung von Subsystemen hat sich die sog. Funktionsanalyse bewährt (s. **Bild 63**). Funktionen sind dabei als allgemeingültig formulierte Komplettumfänge bestimmter

Aufgaben definiert, die ein System zu erfüllen hat. Die Funktionsanalyse führt zur Definition von allgemein formulierten Aufgaben, die erst im Rahmen der Teilstudien in konkrete Funktionen bzw. Prozesse umgesetzt werden. Diese Möglichkeit der Entwicklung von Systemgrenzen wird nicht nur im Bereich der Organisationslehre, sondern auch z.B. in den Ingenieurwissenschaften erfolgreich eingesetzt. In der Vergangenheit wurden aus den Ergebnissen der Funktionsanalyse im Bereich der Organisationswissenschaft jedoch z.T. andere Schlüsse als heute gezogen, denn die damaligen Interpretationen führten meist zur Bildung verrichtungsorientierter Funktionsbereiche. Nach heutigen Vorstellungen darf das Ergebnis der Funktionsanalyse jedoch nicht direkt zur Festlegung von Systemgrenzen führen. Die Funktionsanalyse stellt vielmehr die Ausgangsbasis strukturierender Maßnahmen dar.

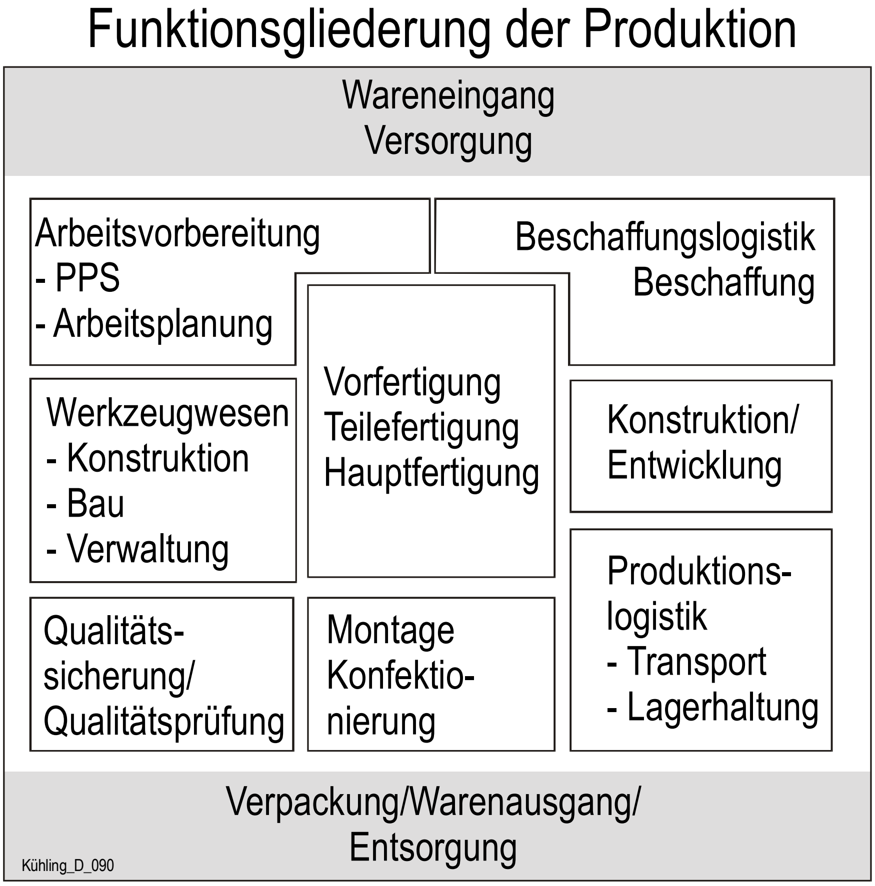


Bild 63: Funktionsschema der Produktion

Ein erster strukturierender Schritt ist dabei meist die Verknüpfung der Funktionen durch Anforderungen und Ziele. Wird zur Konkretisierung dieser Verknüpfungen eine weiterführende Funktionszerlegung (Funktionsdekomposition) nötig, so wird in jeder Auflösungsebene eine Darstellung der übergeordneten Funktionszusammenhänge erforderlich. Gleichzeitig werden die Anforderungen und Ziele den neuen, detaillierteren Teilfunktionen zugeordnet. Durch diese Form der Strukturierung entstehen Teilfunktionen, die auf der jeweils untersten Auflösungsstufe als Aufgaben bezeichnet werden. Die Strukturierung sollte abgebrochen werden, wenn die Beschreibung der Aufgabe nicht mehr allgemeingültig ist. Die Allgemeingültigkeit liegt vor, wenn die Beschreibung nicht auf eine konkrete Lösung hinweist. Zu diesen Teilfunktionen werden erst anschließend entweder direkt oder nach einer Neusortierung Lösungen bzw. Strukturierungsansätze gesucht.

Es entstehen meist mehrere Varianten möglicher Lösungen für eine einzelne Teilfunktion oder eine Gruppe neu zusammengestellter Teilfunktionen. Bei der Kombination von Lösungen wird die zuvor ermittelte Funktionsstruktur genutzt, um übergeordnete Funktionen oder aggregierte Funktionsgruppen zu erstellen. Die Lösungen werden anschließend grob dimensioniert und bewertet, bevor eine Lösung ausgewählt wird. Die aufgestellten Bewertungsmuster und Anforderungsprofile helfen bei der Entscheidung, welche Lösung die Anforderungen am besten erfüllt. Bei der Dimensionierung kommen z.B. Stückzahlen, Kapazitäten, Zeiten oder wirtschaftliche Aspekte zum Einsatz. Weiterhin bestimmen wirtschaftliche, soziale und physische Aspekte zusammen mit Informationen über die benötigten Qualifikationen zur Erfüllung des vorgesehenen Funktionsumfangs die Ausmaße der Subsysteme.

Zur Vorbereitung der Subsystemsynthese sind weiterhin die Relationen zwischen den Teilfunktionen zu ermitteln. Häufig ist es notwendig, folgendes festzustellen:

- Welches sind die wichtigsten zu erfüllenden Funktionen des Systems?
- Zwischen welchen dieser Funktionen bestehen besonders enge Relationen?
- Sind die Funktionen primär als produktorientiert bzw. abnehmerorientiert oder in bezug auf diese Kriterien als neutral zu bezeichnen (z.B. technologieorientiert)?
- Welches Know-how ist vorwiegend zur Erfüllung der Funktionen erforderlich?
- Welche Hilfsmittel werden vorwiegend benötigt (vgl. /HILL76/)?

Welche neue Kombination von Teilfunktionen gewählt wird, hängt einerseits von den festgestellten Zielabweichungen und andererseits von den für das System künftig wichtigen Erfolgsfaktoren ab. Zunächst kann festgestellt werden (vgl. /HILL76/):

- Je weniger sich die Produkte in bezug auf Know-how-Anforderungen und technische Voraussetzungen in Forschung, Entwicklung, Produktion und Marketing unterscheiden,
- je weniger die Bedürfnisse der Kunden und die daraus resultierenden Anforderungen an das System differieren und
- je kleiner das System ist,

um so stärker wird die Tendenz sein, an einer Gliederung nach Zweckbereichen (Verrichtungsorientierung) festzuhalten. Kann man jedoch davon ausgehen, daß

- sich die Produkte in einzelnen Produktgruppen in allen Punkten kaum unterscheiden,
- während die Kunden in bezug auf die Leistung der Produkte und deren Verwendung sowie in bezug auf den Kundenservice ähnliche Anforderungen stellen,

ist eine Orientierung an Produktgruppen (Produktorientierung) sinnvoll (vgl. /HILL76/). In diesem Fall könnte eine Struktur entworfen werden, die pro Produktgruppe die wesentlichen Aufgaben umfassen würde. Kommt man hingegen zum Schluß, daß

- sich die Bedürfnisse der Kunden und deren Anforderungen an die Produkte wesentlich unterscheiden,
- unterschiedliche Produkte bei den Kunden kombiniert eingesetzt werden und sich gegenseitig ergänzen und
- es für den künftigen Erfolg entscheidend ist, sich stärker am Kunden zu orientieren,

dann ergibt sich daraus die Tendenz zu einer Bildung von marktorientierten, nach Kundengruppen (Markorientierung, Kundenorientierung) unterteilten Subsystemen (vgl. /HILL76/).

Diese Überlegungen zeigen, daß der bestehenden Ist-Struktur Alternativen gegenübergestellt werden können, die eine zweckmäßigere künftige Grobstruktur gewährleisten. Eine so gefundene Grobstruktur kann nun nach dem gleichen Verfahren um eine Stufe weiter untergliedert werden (strukturierte Dekomposition)[28].

28 Anmerkung:

Eine weitere Möglichkeit zur Entwicklung geeigneter Subsystemgrenzen ist die Orientierung an Prozessen (Prozeßorientierung). Diese Möglichkeit wurde in den letzten Jahren stark favorisiert, weil sie wesentlich konsequenter die Leistungsentstehung berücksichtigt. Dadurch werden starre Hierarchien und Schnittstellen vermieden. Bei der prozeßorientierten Vorgehensweise werden die Prozesse vom Kunden oder vom Markt ausgehend definiert. Dabei wird die Frage gestellt, welche Leistungen in welchem Umfang, für welche Kundengruppe erbracht werden sollen. Das Produktspektrum und das Mengengerüst bilden die wichtigste Informationsgrundlage für die anschließende Zusammenfassung der einzelnen Prozesse zu Gruppen.

Aufgrund der z.T. sehr großen Zahl an Produkten ist es ratsam, die Untersuchungen zunächst auf die wesentlichen Produkte und damit die wesentlichen Prozesse zu konzentrieren. ABC-Analysen nach unterschiedlichen Kriterien stellen ein einfaches Hilfsmittel dar, um wichtige von weniger wichtigen Produkten zu trennen. Je nach Zielsetzung der ABC-Analyse ist z.B. eine Klassierung nach Umsatzanteilen pro Produkt oder Produktionsmengen sinnvoll. Es können aber auch zahlreiche andere Kriterien wie Anzahl der Arbeitsvorgänge pro Produkt, Umschlaghäufigkeit etc. in Abhängigkeit von der gewünschten Aussage herangezogen werden (vgl. /BISS97/, S. 92). Im Anschluß an eine solche Analyse werden dann zunächst die sog. A-Teile einer genaueren Untersuchung unterzogen. In zahlreichen Praxisbeispielen hat sich jedoch gezeigt, daß für die A-Teile relativ schnell geeignete Lösungen mit gutem Rationalisierungspotential gefunden werden können (in vielen Fällen können für die A-Teile z.B. Transferstraßen, Linien oder zumindest Segmente eingerichtet werden). Für die B- und C-Teile ist die Lösungssuche meist wesentlich schwerer. Die meisten Konzepte sehen hierfür dann meist sog. Restwerkstätten vor. Das in dieser Arbeit als Beispiel angeführte Fertigungsprinzip der Virtuellen Fertigungsinseln bietet gerade für diese Teile in Verbindung mit restriktiven Prozessen eine geeignete Lösung (vgl. dazu auch /KÜHL98c/).

Sobald die zu betrachtenden Produkte definiert worden sind, müssen die einzelnen, in der Produktion stattfindenden Prozesse aufgenommen und analysiert werden. Die reinen Fertigungsprozesse werden dann meist den Arbeitsplänen entnommen, sofern diese vorhanden oder bekannt sind. Die übrigen Prozesse können nur durch Befragung oder in sog. Prozeßkettenworkshops aufgenommen werden. Bei der Aufnahme der Prozesse können unterschiedliche Detaillierungsgrade gewählt werden. Der Detaillierungsgrad hängt dabei vom konkreten Zweck und den erwarteten Ergebnissen ab. Er ist ausreichend, wenn sich Differenzierungsansätze aus den aufgenommenen Prozessen ergeben, die zur Festlegung von Subsystemgrenzen genutzt werden können. Im Anschluß an die Aufnahme der Prozesse ist es sinnvoll, diese einer sog. Prozeßkettenmodulation zu unterziehen wie sie von BECKMANN (vgl. /BECK96/, S. 179f.) beschrieben wird, bevor die Subsystemgrenzen endgültig festgelegt werden.

Um bei der anschließenden Lösungssuche (s. Kapitel 6.6.2.3) nicht zu stark beeinflußt zu werden, schlägt BISSEL in Anlehnung an die Konstruktionslehre vor, die aufgenommenen Prozesse möglichst lösungsneutral zu formulieren (Beispiel: Welle fertigen, statt Welle drehen). Diese Technik hilft dabei, auch eingefahrene Denkmuster zu verlassen und völlig neue Lösungen zu entwickeln.

Die Subsysteme der obersten Stufe I werden oft als Segmente oder Produktionsbereiche bezeichnet. Es bilden sich jedoch auch Bereiche bzw. Subsysteme heraus, die in erster Linie indirekte bzw. meist zentral organisierte Funktionen erfüllen. Diese Bereiche werden durch die meisten bekannten Planungsmethoden, die z.B. aus dem Bereich der klassischen und neueren Fabrikplanung oder aus dem Bereich der spezielleren Planungsmethoden (z.B. Segmentierung, Einführung von Gruppenarbeit) stammen, trotz erklärter Zielsetzung stark vernachlässigt. Es werden meist nur Anforderungen bzgl. der Anknüpfung dieser Bereiche an die geplanten Bereiche aufgestellt, eine explizit methodisch detaillierte Planung und Integration dieser Subsysteme findet nur selten statt. Diese Planungen werden meist der allgemeinen Unternehmensplanung bzw. Organisation (auch inklusive DV-Organisation), z.T. auch der Logistikplanung überlassen. Zu diesen oft vernachlässigten Bereichen gehören z.B. die PPS, das Störungsmanagement, Teile des Werkzeugwesens, Teile der Qualitätssicherung und der Instandhaltung, die Konstruktion oder wichtige Querschnittbereiche wie Teile des Personalwesens und der Anlagenwirtschaft. Es soll deshalb an dieser Stelle deutlich darauf hingewiesen werden, daß die hier vorgestellte Vorgehensweise und die anschließend vorgestellten Methodenbausteine dazu geeignet sind, jede Art von soziotechnischen Subsystem zu gestalten. Es wird hier keine Ausgrenzung bestimmter Systeme vorgenommen. Dies wird durch die konsequente Nutzung systemtheoretischer Erkenntnisse (s. Kapitel 4.1.1), die Definition der notwendigen Modellierungsumfänge (s. Kapitel 5.1) sowie das Angebot detailliert ausgearbeiteter Modell- und Methodenbausteine möglich.

Erst im Anschluß an die Aufnahme und Analyse der Prozesse werden den einzelnen Prozessen dann Funktionen zugeordnet, die anschließend eine weiterführende Zuordnung von Systemen und Ressourcen ermöglichen (vgl. dazu auch /BISS97/, S. 97). Das Ende dieses Teilschrittes ist erreicht, wenn eine Zuordnung zwischen Prozessen und Subsystemen vorgenommen und diesen Subsystemen die Prozeßverantwortung zugewiesen ist. Da bei der prozeßorientierten Vorgehensweise logistische Zielgrößen im Vordergrund stehen, bezieht sich die zugewiesene Verantwortung überwiegend auf Leistungsmenge und -qualität, Termine der Leistungserstellung sowie ihre Kosten. Weitere Zielgrößen werden in der Literatur nicht genannt (vgl. dazu auch /BISS97/, S. 100).

Da die verschiedenen Subsysteme der Produktion nur über eine Teilautonomie verfügen, muß die Verteilung der Funktionen zwischen den einzelnen Subsystemen eindeutig geregelt sein. Aufgaben- und Kompetenzverteilung dürfen nicht zu Überschneidungen führen, sondern müssen sinnvoll abgestimmt werden. Auch bei der Gestaltung der vertikalen Systemgrenzen muß auf eine sinnvolle Verteilung der Kompetenzen geachtet werden. So ist bei der Gestaltung der einzelnen Subsysteme stets die Frage zu stellen, welche Funktionen zentral in **einem** Subsystem und welche dezentral in **unterschiedlichen** Subsystemen erbracht werden sollen. Optimal gestaltete Subsysteme zeichnen sich deshalb durch die zweckmäßige Aufteilung von zentral und dezentral durchzuführenden indirekten und direkten Tätigkeiten aus. Heute richtet man die Grenzen der Subsysteme so aus, daß möglichst wenig Unterbrechungen in der Wertschöpfungskette entstehen. Hierdurch werden die Grundlagen für moderne Fabrikorganisationsformen wie Gruppenarbeit, Werkerselbstkontrolle, kontinuierlicher Verbesserungsprozeß (KVP), Gruppen-Prämienlohn usw. geschaffen. Die Subsysteme sollten deshalb sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung nach folgenden Kriterien gestaltet sein (vgl. dazu auch /BISS97/):

- Prozeßnahe Kopplung von Entscheidungen und operativen Tätigkeiten;
- Schnittstellen zwischen Verantwortungsbereichen entlang der Prozeßkette vermeiden;
- Kunde-Lieferant-Beziehung zwischen den Subsystemen entlang der Prozeßkette.

Anschließend sind die lösungsrelevanten Komponenten auf der Ebene der Subsysteme zu bestimmen, zu analysieren und zu modellieren. Aufbauend auf diesen Modellen können die wesentlichen Charakteristika der Teil- und Subsysteme (z.B. Input, Output, Teilprozesse etc.) modelliert werden, die im Rahmen der Teilstudien als wesentliche Richtschnur Gültigkeit haben sollen. Zu solchen Charakteristika gehören neben den subsystemspezifischen Eigenschaften und Aspekten auch übergreifende Aspekte wie z.B. Sicherheitsbestimmungen oder Arbeitsplatzverordnungen.

Integration der Detaillösungen aus den Teilstudien: Durch die Abgrenzung einzelner Subsysteme können diese im weiteren Verlauf der Gestaltung in Beziehung zueinander gesetzt werden. Dabei lassen sich unterschiedliche Arten von Beziehungen unterscheiden, die unterschiedliche Arten von Schnittstellen zwischen den Subsystemen bestimmen. Aufgabe des Gestalters ist es, die einzelnen Teillösungen in einem iterativen Prozeß mit den Teilstudien zu einer Gesamtlösung zu integrieren. Dieser Teilschritt kann jedoch erst erfolgen, wenn einzelne Teilstudien abgeschlossen sind oder zumindest Teilergebnisse vorliegen. Je nachdem in welchem Detaillierungsgrad die einzelnen Teilstudien vergeben wurden, ist hier eine Integration in unterschiedlicher Richtung erforderlich. Vertikal angrenzende Subsysteme können z.B., entlang der Wertschöpfungskette gesehen, als Lieferanten oder als Kunde in Beziehung stehen. Sowohl die Rollen der Kunden als auch die der Lieferanten müssen bei der Gestaltung berücksichtigt werden. Dies erfolgt über die Modellierung der Strukturierungsmodelle. Es kann z.B. hinterlegt werden, in welcher Form die Lieferanten die Anforderungen des belieferten Subsystems befriedigen können und welchen Restriktionen sie unterworfen sind. Dabei ist darauf zu achten, daß es zu einer insgesamt abgestimmten Konzeption kommt, die nicht versucht, Optima bei einem Glied der Wertschöpfungskette auf Kosten der übrigen Glieder zu erzielen. **Bild 64** zeigt mögliche Ansatzpunkte für integrative Maßnahmen.

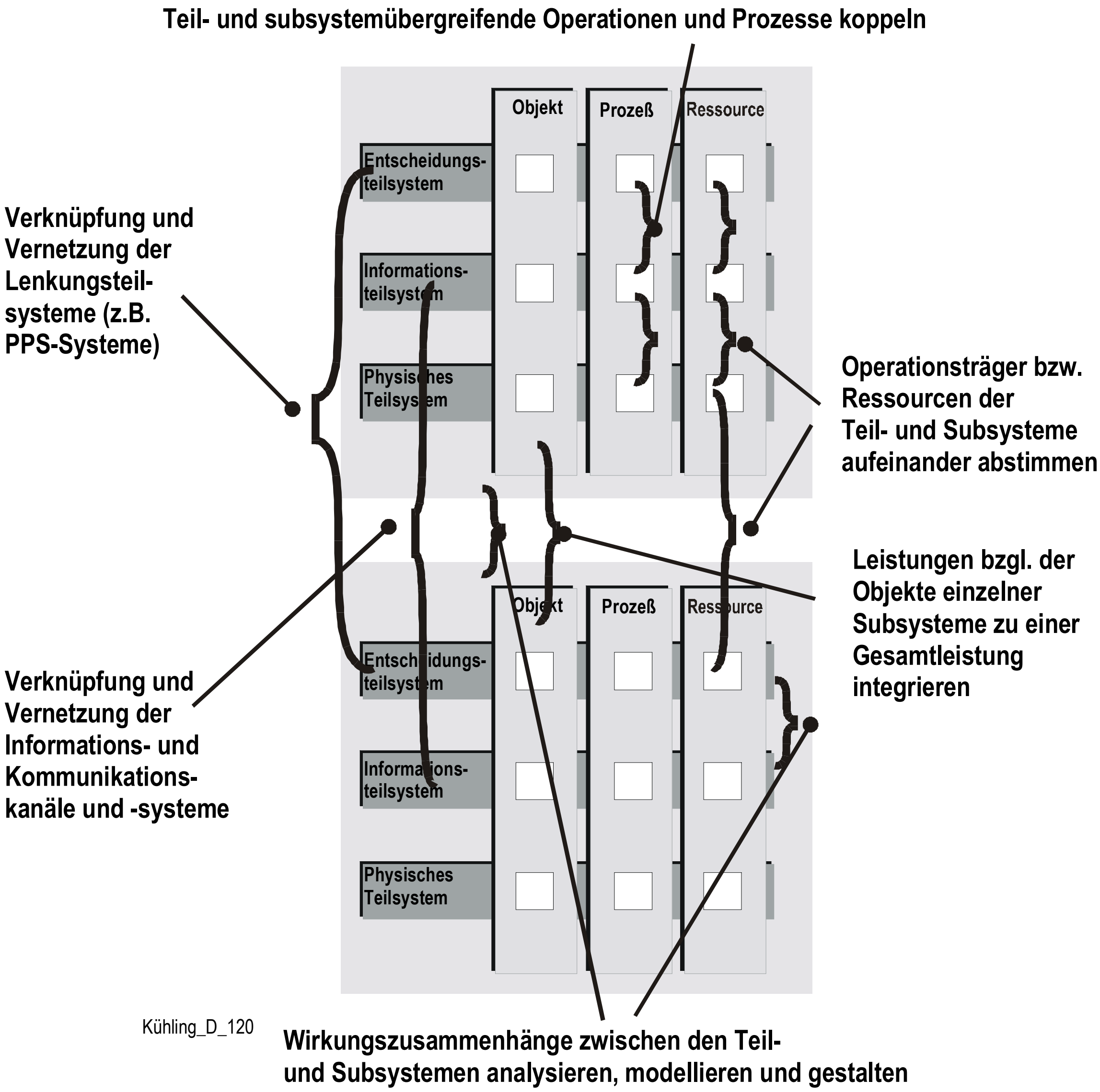


Bild 64: Integration der Teillösungen zu einer Gesamtlösung

Im folgenden sollen die einzelnen Integrationsmaßnahmen erläutert werden:

- **Leistungen bzgl. der Objekte einzelner Subsysteme zu einer Gesamtleistung integrieren:** In einem Produktionsbetrieb finden die eigentlichen Prozesse zur Leistungserstellung an physischen Objekten statt. Diejenigen Subsysteme, die an dieser Leistungserstellung entlang der gesamten logistischen Kette mitwirken, sind so aufeinander abzustimmen, daß die Gesamtleistung insgesamt möglichst optimal erbracht werden kann. Dies bedeutet, daß einerseits die Objekte selbst, andererseits aber auch die Übergänge (Schnittstellen) zwischen den Subsystemen in ihren relevanten Eigenschaften festgelegt werden müssen. Im Rahmen der Teilstudien werden dazu die Objektmodelle und die Quellen-/Senkenmodelle erstellt. Anhand dieser Modelle kann der Gestalter im Rahmen der Hauptstudie die Abstimmung zwischen den Subsystemen vornehmen. Hat sich der Gestalter bei der vorausgegangenen Festlegung der Systemgrenzen an den operativen, physischen Prozessen (Hauptprozessen) orientiert, ist die Integration der einzelnen Subsysteme aus Sicht der Leistungserstellung meist problemlos möglich. Wurde bei der Festlegung der Systemgrenzen von der absoluten Prozeßorientierung abgewichen, so kommt es nun darauf an, über die Aufbauorganisation (die weitgehend durch die Systemgrenzen der Subsysteme festgelegt ist) eine Ablauforganisation zu legen, die den Durchlauf der einzelnen Objekte durch die Gebildestruktur der Subsysteme regelt. Hier sind insbesondere Regelungen in Bezug auf Konflikt- bzw. Konkurrenzbeziehungen zu finden. Darüber hinaus sind Prioritäten zwischen den „Interessen" der Subsysteme und der sie durchlaufenden Objekte festzulegen. Zur Abstimmung der Leistungserstellung gehört auch die Festlegung und Gestaltung der physischen Verbindungen (z.B. Transportwege) zwischen den einzelnen Subsystemen sowie die räumliche Anordnung der Subsysteme. Dabei ist auf eine weitgehende Flußorientierung zu achten. Die Verfahren und Konzepte für diese Planungen werden in der Fachliteratur unter den Stichwörtern „Fabrikplanung" oder „Logistikplanung" behandelt.

- **Verknüpfung und Vernetzung der Informations- und Kommunikationskanäle und -systeme:** Eine wichtige Maßnahme zur Festlegung der „Ablauforganisation" zwischen den Subsystemen ist die Abstimmung der Informationsflüsse. Die Abstimmung der Informations- und Kommunikationskanäle kann erst erfolgen, wenn die Systemstrukturen auf Subsystemebene festgelegt sind. Dazu muß subsystemintern und -extern ein Informations- und Kommunikationsnetzwerk installiert werden, das optimale Informationsflüsse ermöglicht. Rationelle Informationsstrukturen sind dann gegeben, wenn für jeden Prozeß (Entscheidung, Informationsverarbeitung, physischer Prozeß) die richtige Information vollständig, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort und auf dem richtigen Informationsträger zur Verfügung steht (vgl. dazu auch /BISS97/, S. 123).

  Der Gestaltung der Informationsflußstrukturen haben sich zahlreiche Wissenschaftsbereiche unter verschiedensten Aspekten (vgl. dazu z.B. die Literatur zu Thema „CIM" oder der sozialen und technischen Kommunikationswissenschaften) angenommen. Die Methoden, Verfahren und Instrumente, die im Bereich der innerbetrieblichen Kommunikation entstanden sind, erfüllen die Ansprüche der Anwender mittlerweile umfassend. Entscheidend ist die richtige Auswahl der verfügbaren Methoden und Techniken, um die Anforderungen des Gesamtsystems sowie der einzelnen Subsysteme optimal zu erfüllen. Neben fachlichen Kriterien, die zur Entscheidung über einen EDV-gestützten oder manuellen Informationsfluß herangezogen werden, müssen unter der Zielsetzung, soziale Strukturen zu schaffen, die Anforderungen der Benutzer umfassend berücksichtigt werden (vgl. dazu auch /BISS97/, S. 123).

  Zu diesem Zweck sind neben den physischen Objekten sowie den damit verbundenen Quellen und Senken im Rahmen der Teilstudien auch die Informationsquellen und -senken sowie die Informationsobjekte zu modellieren. Mit Hilfe dieser Modelle können nun durchgängige Informationsflüsse gestaltet werden. Parallel dazu erfolgt eine Abstimmung der Informationsschnittstellen. Diese werden jedoch in ihrer genauen Konfiguration in den entsprechenden Teilstudien ausgearbeitet. Im Bereich der Abstimmung der Informations- und Kommunikationsstrukturen und –systeme sind ebenfalls zahlreiche Fachbücher vorhanden, so daß hier auf eine detaillierte Darstellung verzichtet werden kann.

- **Verknüpfung und Vernetzung der „Lenkungsteilsysteme" (z.B. PPS-Systeme):** Die zweite wichtige Maßnahme zur Festlegung der „Ablauforganisation" zwischen den Subsystemen ist die Abstimmung der über- und untergeordneten Regelkreise zur Lenkung und Koordination der einzelnen Subsysteme. Dabei stehen die Entwicklung durchgängiger Koordinationsmechanismen, die Abstimmung der Lenkungshierarchien sowie durchgängige Auftragsabwicklungsprozesse und Verwaltungsfunktionen im Vordergrund. In diesem Teilschritt wird damit z.B. auch das grundsätzliche Steuerungs- bzw. Kopplungsprinzip (s. dazu auch Kopplungstechniken und –instrumente in /KÜHL98c/) zwischen den gebildeten Subsystemen ausgewählt. Darüber hinaus werden die modellierten Entscheidungsabläufe auf Vollständigkeit, Überschneidungen und Konsistenz überprüft. Um die Verknüpfung und Vernetzung der „Lenkungsteilsysteme" zu unterstützen, müssen im Rahmen der Teilstudien unterschiedliche Modelle erstellt werden. Je nachdem, unter welchem Aspekt die einzelnen Subsysteme miteinander verknüpft werden sollen, handelt es sich dabei z.B. um ein komplettes Lenkungsmodell (s. /BECK96/), um Modelle der Entscheidungsobjekte, -prozesse und –ressourcen oder um Teile aus Prozeß- und Strukturmodellen. Darüber hinaus sind für bestimmte Fragestellungen auch unterschiedliche Sichten anderer Modelle hilfreich (z.B. die Organisationssicht und die Verknüpfungssicht). Auf der Basis dieser Modelle wurde in der vorliegenden Arbeit ein spezielles Verfahren zur Verknüpfung und Vernetzung der „Lenkungsteilsysteme" entwickelt. Dieses Verfahren wird als Strukturüberlagerung bezeichnet. Die bisher bekannt gewordenen Verfahren und Konzepte zur Verknüpfung und Vernetzung der „Lenkungsteilsysteme" werden in der Literatur z.B. unter den Stichwörtern „Einführung von PPS-Systemen" oder „Einführung von Managementsystemen" behandelt. Auch sie sollen hier nicht näher betrachtet werden. Die Implementierung geeigneter PPS-Konzepte und –Systeme ist selbst ein komplexes Projekt, das in vielen Fällen sogar Auslöser der hier beschriebenen Gestaltungsmaßnahmen sein kann.

- **Teil- und subsystemübergreifende Prozesse koppeln:** Prozesse sind der Kern der Gestaltung. Die Struktur des Systems soll sich an den Hauptprozessen orientieren. Betrachtet man in der Produktion die Prozesse der Leistungserstellung als Hauptprozesse, so sind in einem System zahlreiche weitere Prozesse, sog. Nebenprozesse, notwendig, die zur Unterstützung und Aufrechterhaltung der Hauptprozesse dienen. Nach den Grundlagen des systemischen Denkens können die Haupt- und Nebenprozesse den drei Teilsystemen „Entscheidungs-, Informations- und physisches Teilsystem" zugeordnet werden. Betrachtet man nun die Gesamtheit aller Prozesse innerhalb eines Subsystems, so haben nur diejenigen Prozesse eine Existenzberechtigung, die den Zwecken des übergeordneten Systems dienen. Bei der Integration der Teillösungen zu einer Gesamtlösung ist nun einerseits darauf zu achten, daß:
  - keine Blind- und Fehlprozesse[29] integriert sind,
  - alle vorgesehenen Funktionen innerhalb des Subsystems auch tatsächlich erfüllt werden können und erbracht werden,
  - die einzelnen Prozesse teilsystemübergreifend korrekt geordnet sind (Parallelisierung, Splittung, Harmonisierung, Substitution),
  - keine unnötigen Überschneidungen auftreten (insbesondere Kompetenzüberschneidungen, die mit den Prozessen verbunden sind),
  - die Durchlaufzeit über alle Subsysteme optimal ist und
  - keine Doppelarbeit erfolgt.
- **Ressourcen der Teil- und Subsysteme aufeinander abstimmen:** Die unterschiedlichen Prozesse innerhalb eines soziotechnischen Systems werden von einer oder mehreren Ressourcen durchgeführt. Bei **einer** Ressource in einem soziotechnischen System führt diese alle physischen, informatorischen und entscheidenden Prozesse durch, die im System anfallen. Eine organisatorisch vorbestimmte Abstimmung ist nicht erforderlich, da die eine Ressource durch Steuerungsmaßnahmen ihre Kapazität auf die einzelnen Teilsysteme aufteilen kann. Sobald in einem System mehrere Ressourcen auf einzelne Teil- oder Subsysteme verteilt sind, muß geklärt werden, welche Ressource unter welchen Bedingungen welchen Prozeß durchführt. Diese Klärung kann situativ durch Steuerungsentscheidungen oder gestalterisch erfolgen. Die Produktion als soziotechnisches System umfaßt meist eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Ressourcen, die über zahlreiche Subsysteme unterschiedlicher Hierarchiestufen verteilt sind. Auch wenn sich nicht alle Fälle vorausdenken und organisatorisch regeln lassen, ist es dennoch sinnvoll einerseits aufgrund der Unterschiedlichkeit und Vielzahl der Ressourcen, andererseits aufgrund von Effizienzüberlegungen eine gestalterische Abstimmung zwischen den einzelnen Teil- und Subsystemen vorzu-

[29] Zur Begriffsdefinition vgl. /WINZ97/

nehmen. Geht man davon aus, daß die Kapazität der insgesamt in einem System verfügbaren Ressourcen begrenzt ist, muß eine möglichst optimale Verteilung dieser Kapazität über alle Subsysteme erfolgen. Diese Verteilung erfolgt in mehreren Iterationsschritten z.B. unter Verwendung einer dynamischen Kapazitätsbedarfs-/Kapazitätsangebotstabelle, die sowohl die Qualifikation als auch die Kapazität berücksichtigt.

- **Wirkungszusammenhänge zwischen den Teil- und Subsystemen analysieren, modellieren und gestalten:** Wirkungszusammenhänge zwischen Teil- und Subsystemen können innerhalb eines Subsystems vertikal, subsystemübergreifend dagegen vertikal **und** horizontal unterschieden werden. Die einzelnen Wirkungszusammenhänge werden erst dadurch sichtbar, daß eine logische bzw. organisatorische „Trennung" eines Systems in Teil- und Subsysteme vorgenommen wird. Diese Wirkungszusammenhänge sorgen dafür, daß trotz einer „Trennung" in Subsysteme die Einbindung in das Gesamtsystem nicht verloren geht. Die einzelnen Teilsysteme eines Systems werden durch die Aufteilung in Subsysteme gewissermaßen durchtrennt. Die Aufteilung eines Systems in Subsysteme und die Festlegung von Systemgrenzen verursacht damit zwangsläufig „Schnittstellen" zwischen den einzelnen Teilsystemen, die den jeweiligen Subsystemen zugeordnet sind. Die „Schnittstellen" müssen so gestaltet sein, daß die notwendigen Wirkungszusammenhänge über sie wirken können. Einen ersten Überblick über die gegenseitigen Wirkungszusammenhänge liefert eine sog. Vernetzungsmatrix. Eine solche Matrix enthält Informationen über
  - den Einfluß einzelner Einheiten auf andere,
  - die gesamte Einflußnahme von einer Einheit im Vergleich zu anderen und
  - die gesamte Beeinflußbarkeit der Einheit im Vergleich zu anderen Einheiten.

6.6.2.3 Entwicklung von Lösungsalternativen für die definierten Subsysteme

Für die Entwicklung von Lösungsalternativen stehen verschiedene Gestaltungsprinzipien zur Verfügung (s. dazu z.B. /BECK96/ oder /WILD88/). Die Auswahl geeigneter Prinzipien ist in der Praxis insbesondere in ihrer Zusammensetzung sehr unterschiedlich. Für die spezifische Auswahl lassen sich keine allgemeingültigen Regeln formulieren. Dennoch haben sich bestimmte Prinzipien herauskristallisiert, deren Beachtung einen maßgeblichen Beitrag zur erfolgreichen Lösungssuche leisten kann. Die wichtigsten Prinzipien sind hier kurz zusammengefaßt:

- **Kundenorientierung:** Nach diesem Prinzip werden Lösungen gesucht, bei denen durch weitgehende Komplettbearbeitung entlang des Auftragsabwicklungsprozesses in einem Subsystem eine weitreichende Produktverantwortung mit dem Ziel entsteht, eine möglichst vollständige Erfüllung der Kundenanforderungen zu gewährleisten.
- **Produktorientierung:** Im Gegensatz zur Kundenorientierung werden bei der Produktorientierung Subsysteme geschaffen, die eine weitgehende Erfüllung der heterogenen Produktanforderungen ermöglichen. In Grenzfällen können die Ergebnisse der Produkt- und Kundenorientierung gleich sein.
- **Prozeßorientierung:** Auf Subsystemebene ist die Prozeßorientierung eine weitere Spielart der beiden oben genannten Prinzipien. Hier steht jedoch der Auftragsabwicklungsprozeß selbst im Vordergrund, unabhängig davon, für welches Produkt oder welchen Kunden er durchgeführt wird. Wesentliche Ziele dieses Prinzips sind die Schnittstellenreduzierung entlang der Prozeßkette sowie einfache, gerichtete Materialflüsse.
- **Humanorientierung:** Bei der Humanorientierung stehen die personellen Ressourcen im Vordergrund. Es wird versucht, die Subsysteme so zu gestalten, daß eine umfassende Nutzung der menschlichen Fähigkeiten durch Einrichten von Entscheidungsfreiräumen ermöglicht wird. Die nach diesem Prinzip konzipierten Lösungen sind durch eine zielorientierte und flexible Struktur

gekennzeichnet. Dabei wird auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen zentraler und dezentraler Planung und Steuerung geachtet.

- **Technikorientierung:** Bei diesem Prinzip stehen die maschinellen Betriebsmittel im Vordergrund. Es wird versucht, die Subsysteme so zu gestalten, daß der Einsatz der Betriebsmittel mit einem möglichst hohen Wirkungsgrad (z.B. angepaßte Leistungsquerschnitte) und damit möglichst geringen Betriebsmittelkosten erfolgt.

In der Praxis wird meist ein individueller Mix dieser Kriterien umgesetzt. Dabei wird mit Hilfe dieses Mixes im Anschluß an die grobe Definition der zukünftigen Subsystemgrenzen und der damit verbundenen Grobstruktur, welche die einzelnen Subsysteme innerhalb des Systems bilden, letztlich festgelegt, welche Funktionen und welche Kompetenzen den einzelnen Subsystemen zugeordnet werden sollen. Diese Funktionen und Kompetenzen können in einem Gesamtmodell (s. Kapitel 5.2.1.4) zunächst pro Subsystem dokumentiert werden. Die aus der Sicht der Subsysteme entworfenen Ordnungen sind dann miteinander zu vergleichen und die sich dabei zeigenden Überschneidungen in gemeinsamer Diskussion zu bereinigen.

Die Ergebnisse dieses Schrittes der Hauptstudie stecken somit den Rahmen für die einzelnen subsystemspezifischen Teilstudien ab. Die Teilschritte müssen deshalb darauf ausgerichtet sein, einerseits weitgehend feste Vorgaben für die folgende Phase zu erarbeiten und andererseits nicht zu weit ins Detail zu gehen. Die wesentlichen Teilschritte bei der Entwicklung von Lösungsalternativen für die definierten Subsysteme sind (s. **Bild 65**):

- Detaillierung und Konkretisierung des ausgewählten Rahmenkonzeptes sowie kreative Entwicklung alternativer Groblösungen für die Teil- und Subsysteme,
- grobe Dimensionierung der einzelnen Teil- bzw. Subsysteme und
- Präzisierung der gestalterischen Eingriffsbereiche für die Subsysteme.

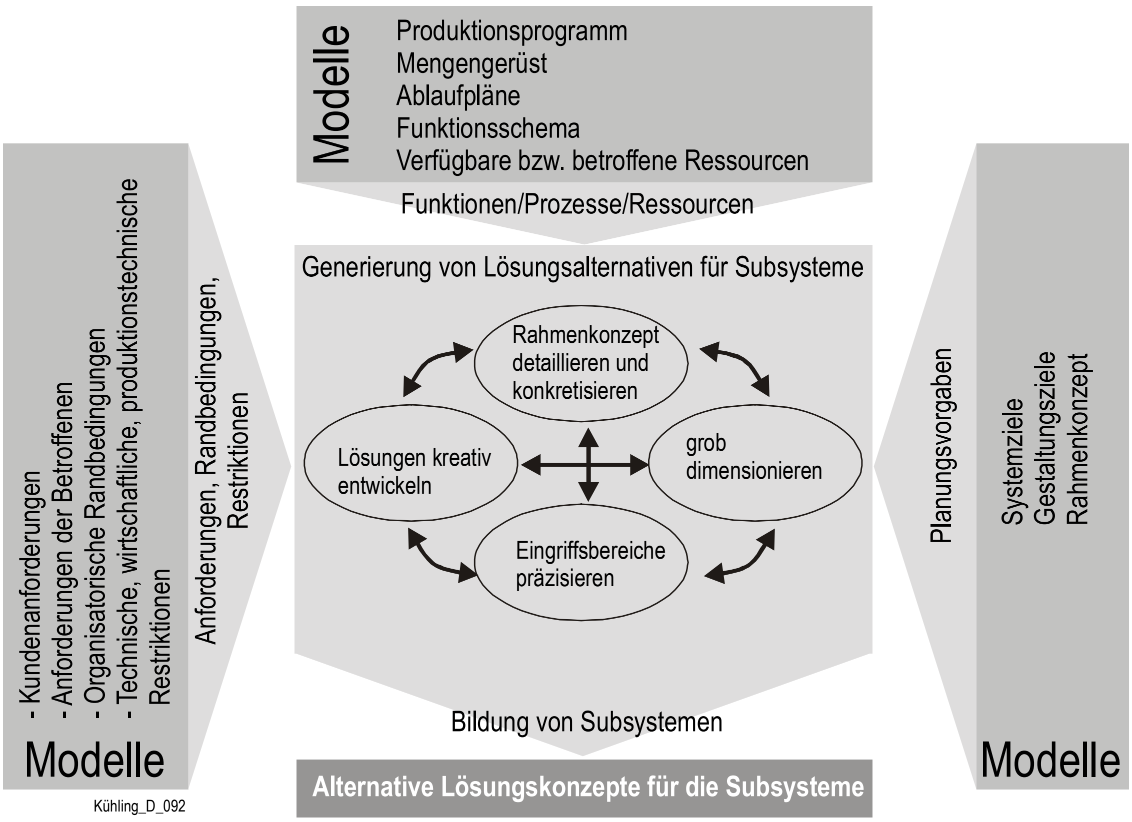


Bild 65: Entwicklung von Lösungsalternativen für die definierten Subsysteme

Diese Teilschritte lassen sich in der Praxis nicht immer scharf voneinander trennen. Sie laufen parallel und iterativ ab. Dennoch können sie logisch getrennt voneinander beschrieben werden. Im folgenden sollen diese Teilschritte deshalb einzeln erläutert werden:

Detaillierung und Konkretisierung des ausgewählten Rahmenkonzeptes sowie kreative Entwicklung alternativer Groblösungen für die Teil- und Subsysteme: In der allgemeinen Fabrikplanung wird dieser Teilschritt oft in einem festen Zusammenhang mit der Festlegung der Subsystemgrenzen (s. Kapitel 6.6.2.2) gesehen und allgemein und umfassend als Strukturierung bezeichnet (vgl. dazu /BISS97/, /WIEN96/). In dieser Arbeit wird eine bewußte Trennung zwischen der Festlegung der groben Subsystemgrenzen und der Konkretisierung subsystemspezifischer Lösungen vorgenommen, obwohl zwischen beiden Teilschritten Iterationen stattfinden. Diese Trennung entspricht damit dem Ansatz einer restriktionsfreien Idealplanung (Definition der Systemgrenzen nach rein sachlichen und logischen Gesichtspunkten, die sich z.B. an Kunden, Produkten oder Prozessen orientieren) und einer anschließenden „Realplanung“ unter Beachtung von Randbedingungen und Restriktionen.

Ausgangsbasis für die **Konkretisierung subsystemspezifischer Lösungen** sind die Vorgaben aus dem Schritt „Festlegung der Subsystemgrenzen“ inkl. der relevanten Informationen über das Produktionsprogramm (insbesondere Mengen- und Termingerüst sowie Kundenstruktur), die Produktstruktur, sonstige systemspezifische Objekte (z.B. Informationsobjekte, Aufträge), die Prozesse (aus Arbeitsplänen und Prozeßkettenanalysen), die Funktionsstruktur und die wesentlichen Flächeninformationen (z.B. Standortplan, Grundrisse der Gebäude). Die Informationen sind bereits in unterschiedlichen Modellen aus den verschiedenen Modellkomplexen hinterlegt (s. **Bild 65**). Für jedes Subsystem existiert demnach ein spezifischer Umfang grob ausgearbeiteter Modelle. Die festgelegten Subsystemgrenzen umschließen dabei für jedes Subsystem einen Ausschnitt des gesamten Umfangs der modellierten Informationen. Für jedes Subsystem steht also in groben Zügen fest, welche Funktionen es zu erfüllen hat, welche Prozesse zur Bearbeitung dieser Funktionen durchgeführt werden sollen, welche Objekte bearbeitet werden (nach Art, Menge, Zeit und Kundenbezug) und welche ungefähre geographische Lage es im Gesamtsystem einnimmt.

Im Teilschritt „Konkretisierung subsystemspezifischer Lösungen“ werden diese groben Modelle nun subsystemspezifisch konkretisiert. Dabei wird stets von den Bereichen der Fertigung und Montage ausgegangen. Für diese Bereiche werden im folgenden einige allgemeine Angaben gemacht. Für andere Funktionen wie z.B. die Arbeitsvorbereitung (inkl. Arbeitsplanung und PPS) oder den Werkzeugbau gelingt dies nicht ohne weiteres. Die Konkretisierung dieser Funktionsbereiche ist einerseits von der Konkretisierung der Fertigung und andererseits von zahlreichen spezifischen Aspekten abhängig, so daß hier keine allgemeinen Aussagen getroffen werden können.

Für die Auswahl von Lösungen für die Fertigungssubsysteme werden in der Literatur zwei grundsätzlich verschiedene Beschreibungsansätze unterschieden. Jedes gebildete Fertigungssubsystem kann dabei unabhängig von den anderen mit diesen Beschreibungsansätzen beschrieben werden. Es handelt sich dabei um:

- die Fertigungsart und
- die Fertigungsform.

Die Einteilung nach der Fertigungsart richtet sich primär nach dem Mengengerüst, welches in einem Subsystem bearbeitet wird sowie nach der Art des Auftragsdurchlaufs, also nach Eigenschaften, die sich direkt aus den bisher abgeleiteten groben Lösungen ergeben. Denn die zu wählende Fertigungsart ist hauptsächlich vom Produktionsprogramm und den Fertigungsprozessen abhängig. Diese Einteilung liefert jedoch noch keine ausreichende Informationsbasis, um eine subsystemspezifische Lösung zu erarbeiten.

Bei der Fertigungsart unterscheidet man zwischen (vgl. /DOLE81/):

- Einzelfertigung,
- Serienfertigung und
- Massenfertigung.

Der zweite Beschreibungsansatz, die Beschreibung der Fertigungsform, beschreibt bereits konzeptionelle Eigenschaften eines Fertigungssystems, die sich nicht mehr aus den originären Informationen ergeben. Unter der Fertigungsform wird dabei einerseits die räumliche Anordnung der Arbeitsplätze, andererseits aber auch der organisatorische Aufbau und Ablauf der Fertigung verstanden. Die wesentlichen Fertigungsformen sind nach /DOLE81/:

- Punktfertigung oder stationäre Fertigung (Arbeitsvorgänge erfolgen an einer Stelle),
- Werkstattfertigung (verrichtungsorientierte Aufstellung der Produktionsmittel),
- Gruppen-, Insel- oder Zellenfertigung (örtliche Zusammenfassung der funktionell zusammenwirkenden Maschinen und Handarbeitsplätze) sowie
- Linienfertigung (flußorientierte Aufstellung der Betriebsmittel und Arbeitsplätze).

Neben diesen herkömmlichen Fertigungsformen wurden in den letzten Jahren spezielle Lösungen (**Fertigungsprinzipien**)[30] entwickelt, die unter den Bezeichnungen **Fertigungssegmente**, **Fraktale Fabrik** und **Virtuelle Fertigungsprinzipien** bekannt geworden sind.

Mit der Bezeichnung der Fertigungsform bzw. des Fertigungsprinzips sind bereits zahlreiche Eigenschaften eines Fertigungssystems festgelegt. Der Vorteil dieses Beschreibungsansatzes besteht darin, daß der Suchraum für die Konkretisierung der Lösungen durch die Benennung einer potentiellen Fertigungsform bereits erheblich eingeschränkt wird. Dabei kann die ermittelte Fertigungsart bereits Hinweise auf die sinnvollen Fertigungsformen liefern. Der Zusammenhang zwischen der Fertigungsart und –form bzw. –prinzip kann nur sehr grob angegeben werden (s. **Bild 66**). Demnach kann z.B. eine Serienfertigung sowohl in Werkstattfertigung als auch in Form einer Gruppenfertigung durchgeführt werden. Für die genaue Festlegung der optimalen Fertigungsform sind deshalb weitere gestaltungsrelevante Informationen erforderlich.

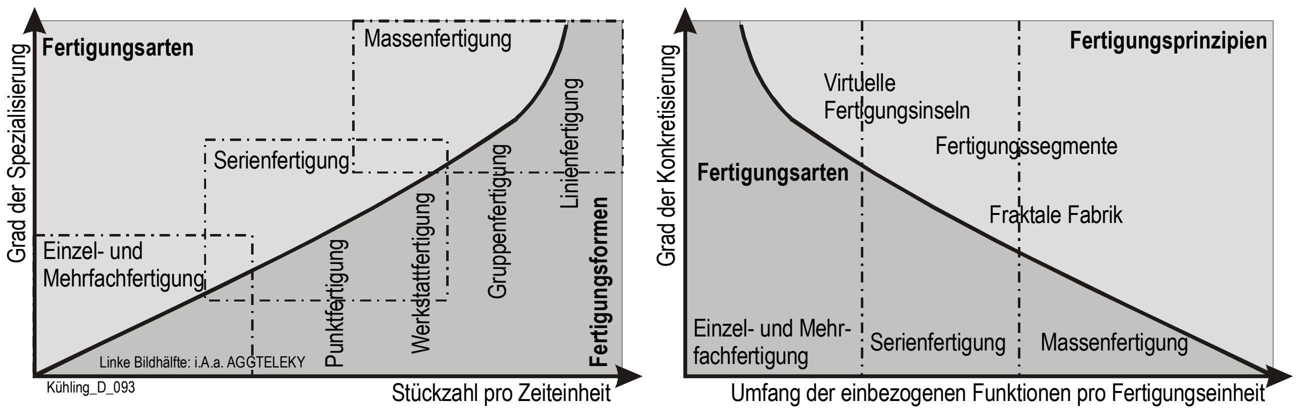


Bild 66: Zusammenhang zwischen der Fertigungsart, –form und Prinzip

Diese weiterführenden Informationen werden in diesem Teilschritt der Gestaltung unter Einbeziehung der bereits modellierten Informationen bzgl. der genauen Arbeitsabläufe, der Art der zu bearbeitenden Objekte und der Art der erforderlichen Ressourcen erarbeitet. Erst dann kann eine grobe Festlegung der günstigsten Fertigungsform (bzw. –prinzip) erfolgen. Grundlage dieser Festlegung

[30] Der Begriff des Fertigungsprinzips ist wesentlich weiter gefaßt als der Begriff der Fertigungsform. Er umfaßt neben Aspekten der räumlichen Anordnung sowie des organisatorisches Aufbaus und Ablaufs auch eher philosophische Aspekte und bestimmte Sichtweisen.

sind die im Kapitel 5.1 definierten Modellierungsumfänge soziotechnischer Systeme. Die Vorgehensweise, die diesem Teilschritt zugrundeliegt, ist im **Bild 67** skizziert.

Zunächst werden die modellierten Informationen bzgl. der genauen Arbeitsabläufe, der Art der zu bearbeitenden Objekte und der Art der erforderlichen Ressourcen näher analysiert und auf die jeweiligen Teilsysteme verteilt. Dadurch entsteht ein weitgehend vollständiges Bild über das jeweilige Subsystem auf der Basis der Grundsätze des systemischen Denkens. Im nächsten Schritt werden die so konkretisierten Modelle der Subsysteme mit Hilfe der Methode der modellgestützten Erarbeitung von Lösungen (s. **Bild 58**) miteinander verglichen. Gegebenenfalls werden dann einzelne Bestandteile zwischen den einzelnen Subsystemen ausgetauscht (subsystemübergreifende Variation der Bestandteile). Dabei ist zu beachten, daß alle Bestandteile, die mit dem primär ausgetauschten Bestandteil in Verbindung stehen, ebenfalls ausgetauscht werden (zwangsgekoppelte Variation). Anschließend wird das Ergebnis wieder überprüft. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis ein oder auch mehrere erfolgversprechende Strukturkonzepte entwickelt sind, die einerseits den Anforderungen und Zielen der Auftraggeber und andererseits den Vorstellungen des Gestalters entsprechen. Die einzelnen Bestandteile eines solchen Strukturkonzepts sind die gesuchten Struktureinheiten. Abschließend werden die so konkretisierten Subsysteme mit der zuvor festgelegten Fertigungsform bzw. dem Fertigungsprinzip kombiniert. Dabei ist es meist aufgrund spezifischer Restriktionen nicht möglich, eine reine Variante umzusetzen. Aus diesem Grund wird ein Hauptprinzip ausgewählt, mit dessen Hilfe dann eine Ausgangsstruktur gebildet wird. Ausgehend von dieser Ausgangsstruktur werden dann weitere Prinzipien berücksichtigt, so daß letztlich eine spezifische Mischform der Fertigungsstruktur entsteht. Diese Mischform wird einer Plausibilitätsüberprüfung unterzogen bevor die subsystemspezifische Fertigungsstruktur festgelegt wird.

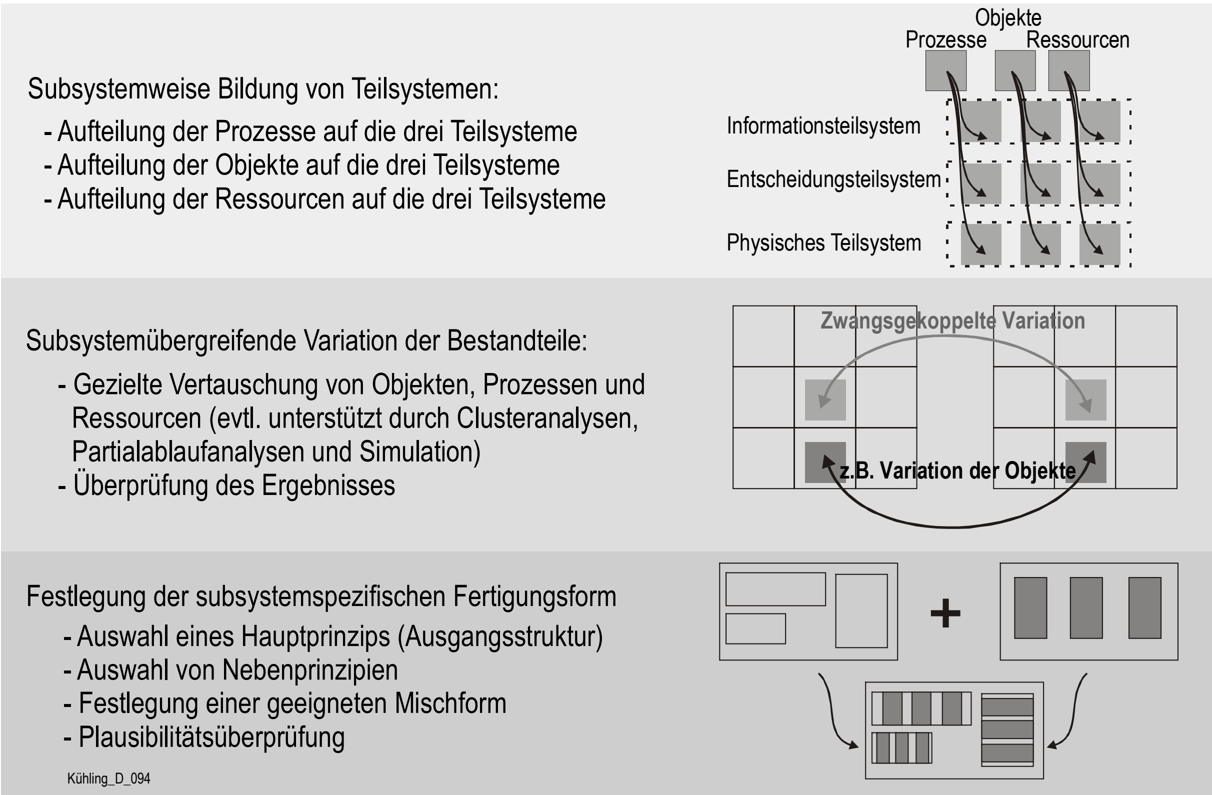


Bild 67: Konkretisierung des Rahmenkonzeptes

Abhängig von der ausgewählten subsystemspezifischen Fertigungsform bzw. vom Fertigungsprinzip werden die übrigen Subsysteme der Produktion (z.B. Werkzeugbau oder Konstruktion) in ähnlicher Form konkretisiert. Dabei werden ähnliche Teilschritte durchlaufen wie bei der oben beschriebenen subsystemweisen Bildung von Teilsystemen und der subsystemübergreifenden Variation der Bestandteile.

Abschließend kann über die modellierten Flächeninformationen eine grobes Layout der einzelnen Subsysteme erstellt werden. Für die Entwicklung von Layouts werden entweder professionelle Layout-Programme (z.B. FASTDESIGN der Firma PROJEKTEAM), Standard-Grafikprogramme, Layoutbaukästen oder Tafeln bzw. Papier genutzt. Diese Groblayouts können abschließend grob in sog. Strukturbildern visualisiert werden (s. **Bild 68**).

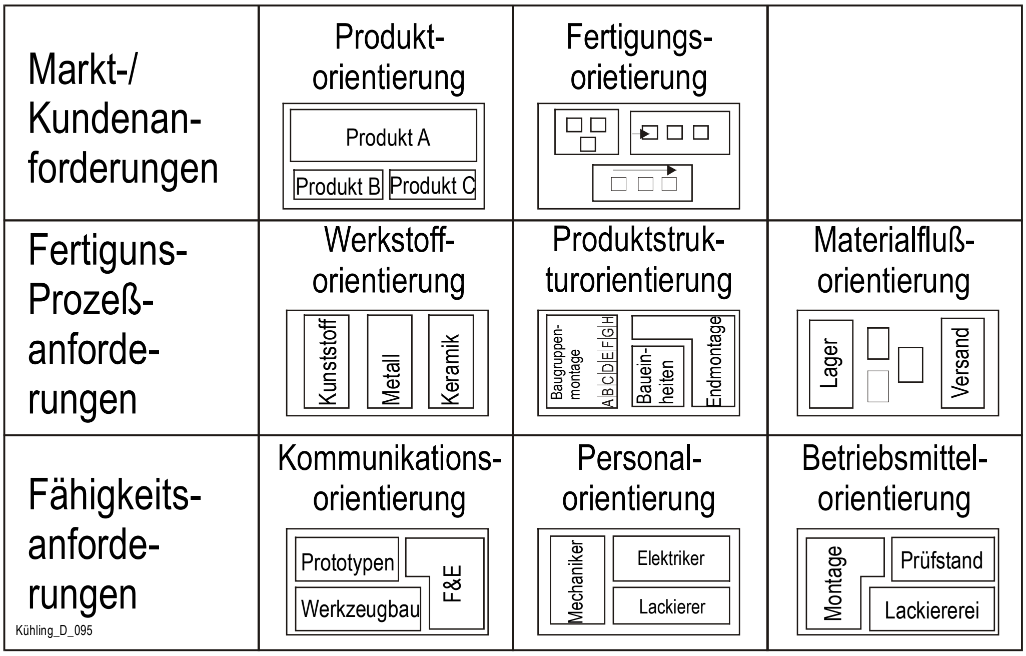


Bild 68: Strukturbilder der organisatorischen Struktur (i.A.a. /KÜHN96/)

Grobe Dimensionierung für die Sub- und Teilsysteme: Ist die Gesamtstruktur des Systems festgelegt bzw. sind Strukturvarianten erarbeitet, müssen die einzelnen Subsysteme grob vordimensioniert werden. Die verschiedenen Typen von Subsystemen (z.B. Linien, Inseln, Bearbeitungszentren) werden zunächst hinsichtlich der maschinellen Ausstattung, der logistischen Anforderungen sowie des Personal- und Flächenbedarfs beschrieben und anschließend dimensioniert (Festlegung der Parameter in der Beschreibungssicht). Dazu wird das Produktionsvolumen qualitativ und auf grober Ebene quantitativ den einzelnen Subsystemen zugeordnet. Daraus ergibt sich dann der notwendige Ressourcenbedarf. Die Einzelbedarfe bilden dann, ergänzt um eventuelle Bedarfe von Querschnittsfunktionen (z.B. Wareneingang, Versand usw.), den Bedarf der jeweiligen Subsysteme. Anschließend muß der Gesamtbedarf mit dem Angebot abgeglichen werden. Daraus entstehen dann entweder weitere Iterationsschritte, Maßnahmen zur Reduktion von Ressourcen (Freisetzung, Verkauf) oder ein Investitionsbedarf, der dann an den Auftraggeber der Gestaltungsmaßnahme weiterzuleiten ist.

Die grobe Dimensionierung bezieht sich auf die drei wesentlichen Ressourcen „Betriebsmittel", „Personal" und „Fläche". Sie umfaßt zwei wesentliche Schwerpunkte. Zum einen sind auf der Basis des statisch abgeschätzten Kapazitätsbedarfs, der zur Erfüllung des vorgegebenen Produktionsprogramms erforderlich ist, die räumliche Ausdehnung der Struktureinheiten sowie das Leistungsvermögen der technischen und personellen Kapazitäten zu bestimmen. Zum anderen sind die dynamischen Aspekte festzustellen, die das Zusammenspiel der einzelnen Struktureinheiten regeln und deren Integration in eine anforderungsgerechte Prozeßstruktur gewährleisten.

Die Dimensionierung der Kapazitätsbedarfe setzt sich also aus einer statischen und einer dynamischen Komponente zusammen. Der statische Kapazitätsbedarf ergibt sich, indem, ausgehend vom Produktionsprogramm, aus den Arbeitsplänen repräsentativer Teile die jährlich effektiv benötigten Kapazitäten entnommen und unter Berücksichtigung von Verlustzeiten und entsprechenden Schichtmodellen hochgerechnet werden. Der dynamische Kapazitätsbedarf wird ermittelt, indem durch die Einbeziehung zu erwartender Saisonalitätsfaktoren, vorhersehbarer Verkaufs- und/oder Produktionsschwankungen sowie geplanter strategischer Verkaufsmaßnahmen die Verteilung der Stückzahlen über das Jahr ermittelt (prognostiziert) wird (vgl. /KÜHN96/, S. 9-78). Die maximale Kapazität eines Subsystems kann bestimmt werden durch (vgl. /AGGT90/):

- die Leistungsfähigkeit der Arbeitsplätze bei menschlicher Arbeit,
- die Anzahl der möglichen Arbeitsschichten,
- die Leistungsgrenze der Schlüsselmaschinen,
- die verfügbare Betriebsfläche (Belastbarkeit, lichte Höhe usw.),
- die Kapazität der Verkehrswege und Transportsysteme,
- die Grenzen der Lagerungs- und Bereitstellmöglichkeiten,
- die Leistungsgrenze der Energieversorgung,
- die Möglichkeiten der Ver- und Entsorgung.

Aufgrund der ständig wachsenden Komplexität der zu planenden Systeme erlangen Simulationen bei der Auslegung immer größere Bedeutung, besonders deshalb, weil analytische Methoden oft sehr aufwendig, wenn nicht sogar unmöglich sind. Für die Dimensionierung stehen zahlreiche Simulationssysteme zur Verfügung, mit denen Kapazitäts- und Auftragsdurchlaufzeitbetrachtungen bereits im Grobplanungsstadium durchgeführt werden können. Die bis zu diesem Schritt in der Modellierungsumgebung erarbeiteten Modelle können zur Erstellung der Simulationsmodelle z.T. sogar direkt über definierte Schnittstellen weiter genutzt werden. Dadurch verringert sich der Modellierungsaufwand z.T. erheblich und die Simulationsergebnisse stehen schnell zur Verfügung.

Anschließend werden in iterativen Schritten der Personal- und Betriebsmittelbedarf, das Materialflußaufkommen, der Planungs- und Steuerungsaufwand sowie der Transportaufwand der einzelnen Produktionseinheiten bestimmt. Um diesen Aufwand decken zu können sind ebenfalls Ressourcen bereitzustellen, die in ähnlicher Weise wie oben beschrieben dimensioniert werden müssen. Für die Dimensionierung stehen zahlreiche Verfahren zur Verfügung. DANGELMAIER gibt hier einen guten Überblick (vgl. /DANG99/).

Präzisierung der gestalterischen Eingriffsbereiche für die einzelnen Subsysteme: Sollen die Ergebnisse der Entwicklung von Lösungsalternativen für die definierten Subsysteme konkrete Vorgaben darstellen, ist der Eingriffsbereich für jedes Subsystem einzeln festzulegen. Die einzelnen Eingriffsbereiche können sich sowohl bzgl. der zu betrachtenden Aspekte und Bestandteile als auch bzgl. der Reichweite der Ergebnisse unterscheiden. Dabei ist darauf zu achten, daß keine schwerwiegenden Interdependenzen zwischen den Teilstudien auftreten. Diese sind vorher auf der Ebene der Hauptstudie aufzulösen, ggf. kann für eine solche Interdependenz auch eine eigene Teilstudie beauftragt werden.

Ausgangsbasis für die Präzisierung der gestalterischen Eingriffsbereiche sind die im vorangegangenen Teilschritt modellierten Subsysteme. Die dort modellierten Bestandteile sind bewußt noch recht allgemein gehalten. So wurden zwar z.B. bereits Ressourcen modelliert, jedoch meist auf der Bestandteil- oder Aggregationsebene (s. Kapitel 5.2). Es werden weder detailliertere Informationen z.B. über die Technik der maschinellen Ressourcen (z.B. CNC- oder manuell gesteuert) noch instanziierte Informationen über das genaue Betriebsmittel aus dem evtl. vorhandenen Betriebsmittelpark des Systems modelliert. Der konkrete Detaillierungsgrad ist dazu in jedem Projekt spezifisch festzulegen. Er kann auch innerhalb eines Subsystems von Bestandteil zu Bestandteil variieren. Entscheidend für die Festlegung des Detaillierungsgrades ist jedoch, daß in dieser Phase noch keine genaue Festlegung bzw. Spezifikation der einzelnen Subsysteme erfolgen soll. Diese Festlegung erfolgt erst in der Phase der Teilstudien. Dennoch sind die einzelnen Subsysteme in ihrem Umfang im Hinblick auf ihre Bestandteile soweit einzugrenzen, daß eine möglichst interdependenzfreie Ausgestaltung im Rahmen der Teilstudien erfolgen kann.

Über die Wahl des Detaillierungsgrades und die grobe Modellierung der Subsysteme wird somit der gestalterische Eingriffsbereich für die anschließenden Teilstudien vorgegeben. Dies bedeutet, daß die Angaben aus der Hauptstudie für die Teilstudien als Rahmenvorgaben dienen. Diejenigen Bestandteile, die noch nicht genau spezifiziert, jedoch im Modellierungsumfang der Hauptstudie enthalten sind, sind im Rahmen der Teilstudien zu detaillieren und endgültig zu spezifizieren.

6.6.2.4 Bewertung

Je nach Planungsfortschritt stehen nun grobe Konzepte für die einzelnen Subsysteme oder komplett ausgearbeitete Gesamtkonzepte zur Entscheidung an. Bevor über die erarbeiteten Varianten entschieden werden kann, wird eine genauere technische, organisatorische und betriebswirtschaftliche Bewertung gemäß den Anforderungen vorgenommen. Für die Bewertung soziotechnischer Systeme haben sich in der Praxis z.B. folgende Kriterien bewährt (vgl. dazu auch /KÜHN96/, S. 9-69):

- Einschätzungen von Experten über die Qualität der Gestaltung von Arbeitsumfang, -ablauf und -umfeld,
- Möglichkeit von Job-Enrichment und Job-Enlargement,
- durchgängige Verantwortungsbereiche,
- Durchlaufzeit,
- Organisations- und Steuerungsaufwand,
- Fertigungssicherheit (Was passiert beim Ausfall von Betriebsmitteln?),
- Transparenz der Abläufe,
- Reaktionsfähigkeit bei Mengenveränderung,
- Reaktionsfähigkeit bei Änderung der Losgröße,
- Transport- und Handhabungsaufwand,
- Flexibilität bei Produktänderungen,
- Betriebsmittelauslastung.

Um diese Bewertungen effizient durchführen zu können, müssen die notwendigen Informationen zunächst in den entsprechenden Modellen und Sichten hinterlegt sein. Der Gestalter hat dann die Möglichkeit, im Modellspeicher der Modellierungsumgebung wieder auf diejenigen Informationen zurückzugreifen, die er bereits bei der Konzeption erzeugt hat. Die Bewertung der Gesamtkonzepte erfolgt dann in „Teilschritten“, die nur in ihrer Gesamtheit eine ausreichende Bewertung ermöglichen und nicht separat betrachtet werden sollten:

Bewertung der Erfüllung aller technischen und organisatorischen Anforderungen und Ziele: In diesem Teilschritt werden die Zielerfüllung der Gesamtlösung in bezug auf die Aufgabenstellung (Gestaltungsauftrag, Zielarbeit) und die Anforderungserfüllung (Anforderungskatalog, Pflichten- und Lastenheft) überprüft. Die im Laufe des Gestaltungsprozesses erarbeiteten Gestaltungskataloge und -modelle unterstützen das Team beim Auffinden von Bewertungskriterien sowie bei der anschließenden Bewertung von Effekten und Lösungen. Folgende Kriterien können dabei eine Rolle spielen:

- Grad der Erfüllung der System- und Gestaltungsziele,
- technische und organisatorische Machbarkeit und Komplexität der Lösungsvariante,
- mögliche Risiken der Umsetzung einer Lösung.

Diese Klassen von Kriterien können im Einzelfall für jede Variante in einer Analyse konkretisiert, ausgearbeitet und anschließend quantifiziert werden. Hierbei werden zunächst die Kriterien systemspezifisch gesammelt und festgelegt. Dann wird jedes Kriterium in seiner Wichtigkeit für das System beurteilt. Daraus ergibt sich eine Gewichtung der Kriterien. Danach werden die einzelnen Varianten hinsichtlich der aufgestellten Kriterien beurteilt und eine Punktzahl vergeben. Die Variante, die hinsichtlich eines jeweiligen Kriteriums den größten positiven Effekt erzielt, erhält in diesem Kriterium die volle Punktzahl. Bei den anderen Planungsvarianten wird die Punktzahl entsprechend abgestuft. Mit dieser Methode lassen sich qualitative Beurteilungen wie z.B. „am besten“, „nicht so gut“ oder „hohes Risiko“, „Risiko nicht so hoch“ relativ sicher quantifizieren. Schließlich werden die Punkte der Varianten mit der Gewichtung je Kriterium multipliziert und ergeben in der Summe eine relative Bewertung der Varianten untereinander. Um eine zusätzliche Absicherung der Planung zu erhalten oder wenn nicht mehrere Planungsvarianten erarbeitet wurden, kann auch der Ist-Zustand in diese Bewertung mit einbezogen werden (vgl. dazu /BRAN96/).

Bewertung des wirtschaftlichen Aufwands und Nutzens: Neben der Überprüfung der technischen und organisatorischen Zielerfüllung ist das entwickelte Lösungskonzept auch im Hinblick auf seine finanziellen Parameter zu bewerten, denn die Maßnahmen sind meist mit hohen Investitionen und Einmalkosten verbunden. Andererseits haben sie i.d.R. auch einen positiven Effekt auf die Kostenstruktur des Systems. Um hier zwischen Aufwand und Nutzen abwägen zu können, ist in den meisten Fällen der industriellen Praxis eine Wirtschaftlichkeitsbewertung notwendig. Hierbei sind zunächst die notwendigen Investitionen sowie die erforderlichen Planungs- und Umsetzungskosten abzuschätzen. Aus diesen Kosten kann auf den notwendigen Liquiditätsbedarf und die späteren laufenden Kosten durch Abschreibungen und kalkulatorische Zinsen geschlossen werden. BRANKAMP gibt in /BRAN96/ Beispiele für mögliche Kosten im Zusammenhang mit der Gestaltung und im Anschluß an gestalterische Maßnahmen an:

- Umzugskosten für das Abbauen, Transportieren, Aufbauen und Inbetriebsetzen von Anlagen und Maschinen,
- Infrastrukturkosten für das Vorbereiten neuer oder anders belegter Flächen bzw. für das Bereinigen nicht weiter genutzter Flächen,
- Mehrkosten der Produktion wegen motivationsbedingter Verluste bei auslaufender Produktion (Verlagerung, Stillegung usw.),
- Mehrkosten der Produktion wegen Produktionsanlauf mit neuen Anlagen/ Mitarbeitern,
- Mehrkosten der Produktion zur Erzielung der geplanten Leistung trotz Umzug, Umbau usw. (durch Vorarbeit, Nacharbeit mit Überstunden oder durch Zukauf),
- Schulungskosten für ggf. neues Personal an ggf. neuen Anlagen,
- Sozialplankosten für freizusetzendes Personal,
- Kosten für die interne Projektabwicklung,
- Einmalabschreibung für nicht weiter genutzte Flächen, Maschinen und Anlagen,
- Kosten für externe Beratung.

Neben den einmaligen Aufwendungen sind für die Wirtschaftlichkeitsbewertung aber besonders die laufenden Aufwendungen und die laufenden Einsparungen ausschlaggebend. Diese müssen für die verschiedenen Kostenarten abgeschätzt werden. Aus den einmaligen und laufenden Auswirkungen lassen sich dann die jährlichen finanziellen Auswirkungen für das System und die Kapitalrücklaufzeit (Payback) ermitteln. Ohne eine Abschätzung dieser wirtschaftlichen Auswirkungen ist eine Entscheidung zur Detailplanung und Realisierung der Fabrik nicht zu treffen (vgl. dazu /BRAN96/). Neben den Auswirkungen auf das Ergebnis und die Liquidität des Systems sind aber auch die Auswirkungen auf die Kostenflexibilität zu betrachten. Diese wird durch das Verhältnis der variablen Kosten zu den Fixkosten bestimmt und ist gekennzeichnet durch die Lage des Break-even-Punkts auf der Auslastungsskala des Systems. Fällt die Auslastung unter diesen Punkt, wird ein negatives Ergebnis erwirtschaftet. Ziel ist es hier, den Break-even auf der Auslastungsskala möglichst weit unten zu halten. Nur bei ausreichender Kostenflexibilität ist ein System in der Lage, Auslastungstäler zu überstehen, ohne ein negatives Ergebnis hinnehmen zu müssen (vgl. dazu /BRAN96/).

Bewertung sonstiger Konsequenzen: Gestalterische Maßnahmen greifen oft gravierend in das vorhandene Gefüge (technisch, organisatorisch, wirtschaftlich und sozial) ein. Die damit verbundenen Konsequenzen müssen im Vorfeld zumindest grob abgeschätzt werden, denn sie beeinflussen in erheblichem Maße den nachhaltigen Erfolg einer Maßnahme. Bei der Bewertung der sonstigen Konsequenzen sind auf der einen Seite Effekte abzuschätzen, die die weitere Zukunft des Systems betreffen. Zu diesen Effekten gehören z.B.:

- Einflüsse auf die unterschiedlichen Potentiale des Systems (z.B. Qualifikation, Produkte, Produktivität, Flexibilität),
- Chancen auf dem „Markt“ (Kundenzufriedenheit, Marktanteil) oder
- Entwicklung der Systemkultur und -struktur (Entwicklungsfähigkeit, Lebensfähigkeit).

Auf der anderen Seite sind insbesondere die Wirkungen auf die Mitglieder bzw. Teilnehmer des Systems zu antizipieren, denn sie sind es, die letztlich mit den entwickelten Konzepten leben müssen. Hierzu gehören z.B.:

- Motivation, Dynamik, Antrieb,
- Eigeninitiative, Verantwortung,
- Akzeptanz,
- Frustration, innere Kündigung, „Rebellion“.

6.6.2.5 Freigabe

Aus den Ergebnissen der Variantenbewertung und der einzelnen Analysen können jetzt die Varianten selektiert werden, die zur Entscheidung vorgeschlagen werden sollen. Mit der Ausarbeitung und Bewertung einer Variante ist sie soweit definiert, daß das Entscheidungsgremium auf einer soliden Grundlage die weiteren Schritte freigeben kann. Je nach Gestaltungsfortschritt können dies die Teilstudien sein, es kann aber auch die Freigabe für die anschließende Umsetzung eines Gesamtkonzeptes beschlossen werden. Folgende Entscheidungen sind möglich:

- Fortführung des Projektes, Teilstudien (ja/nein),
- neues Lösungsprinzip erforderlich (ja/nein),
- Abbruch des Projektes oder
- Umsetzung des Gesamtkonzepts.

Wird die Fortführung des Projektes beschlossen, sind bei größeren Vorhaben Aussagen über die Reihenfolge der weiteren Bearbeitung zu machen, es sind also Prioritäten für die Teilprojekte festzulegen. Darüber hinaus sind Projektaufträge für die Teilstudien zu erarbeiten, die zusammen mit den Varianten verabschiedet werden. Für den Fall der Zustimmung der Entscheider geht es dann weiter mit den Teilstudien (vgl. /SCHM94/).

6.6.3 Einsatzhinweise für die Phase der Hauptstudie

Im Kapitel 6.6.1 wurde bereits auf die enge, iterative Verknüpfung zwischen der Hauptstudie und den Teilstudien hingewiesen. Diese Verknüpfung sollte sich auch in der Durchführung des Projektes zeigen. Auch wenn in der Projektorganisation (s. **Bild 60**) ein klares Unterstellungsverhältnis zwischen der Hauptprojektgruppe (die für die Koordination und die Durchführung der eigentlichen Hauptstudie zuständig ist) und den einzelnen Teilprojektgruppen besteht, sind letztlich beide Ebenen für den Erfolg des gesamten Projektes verantwortlich. Aus diesem Grunde sollte ein enger, kooperativer Austausch zwischen den beiden Ebenen stattfinden. Darüber hinaus sollten auch die Hinweise im Anhang III beachtet werden. An dieser Stelle sei noch deutlich darauf hingewiesen, daß es sich bei der hier vorgestellten Vorgehensweise um ein Verfahren zur **organisatorischen**

Gestaltung der Produktion handelt und damit weite Teile der gestalterischen Arbeit in der Produktion nicht direkt betrachtet wurden. So wurden hier z.B. Aufgaben der Materialfluß-, Gebäudestruktur-, Informationstechnik- und Infrastrukturplanung nicht explizit behandelt, obwohl sie gemeinsam mit der organisatorischen Gestaltung sehr wichtige Gestaltungsaufgaben darstellen. Diese Aufgaben werden entweder im Bereich der allgemeinen Fabrikplanung oder von speziellen Fachbereichen wie z.B. der Logistik oder von EDV-Spezialisten bearbeitet und im konkreten Fall mit der hier vorgestellten Vorgehensweise integriert.

6.6.4 Modell- und Methodenbausteine für die Phase der Hauptstudie

Bild 69 zeigt auf der rechten Seite Kategorien und Beispiele hilfreicher Ebene-3-Methoden für die Phase der Hauptstudie. Die aufgeführten Kategorien sind dabei in der gleichen Reihenfolge (von oben nach unten) angeordnet wie die Schritte in der Phase „Hauptstudie".

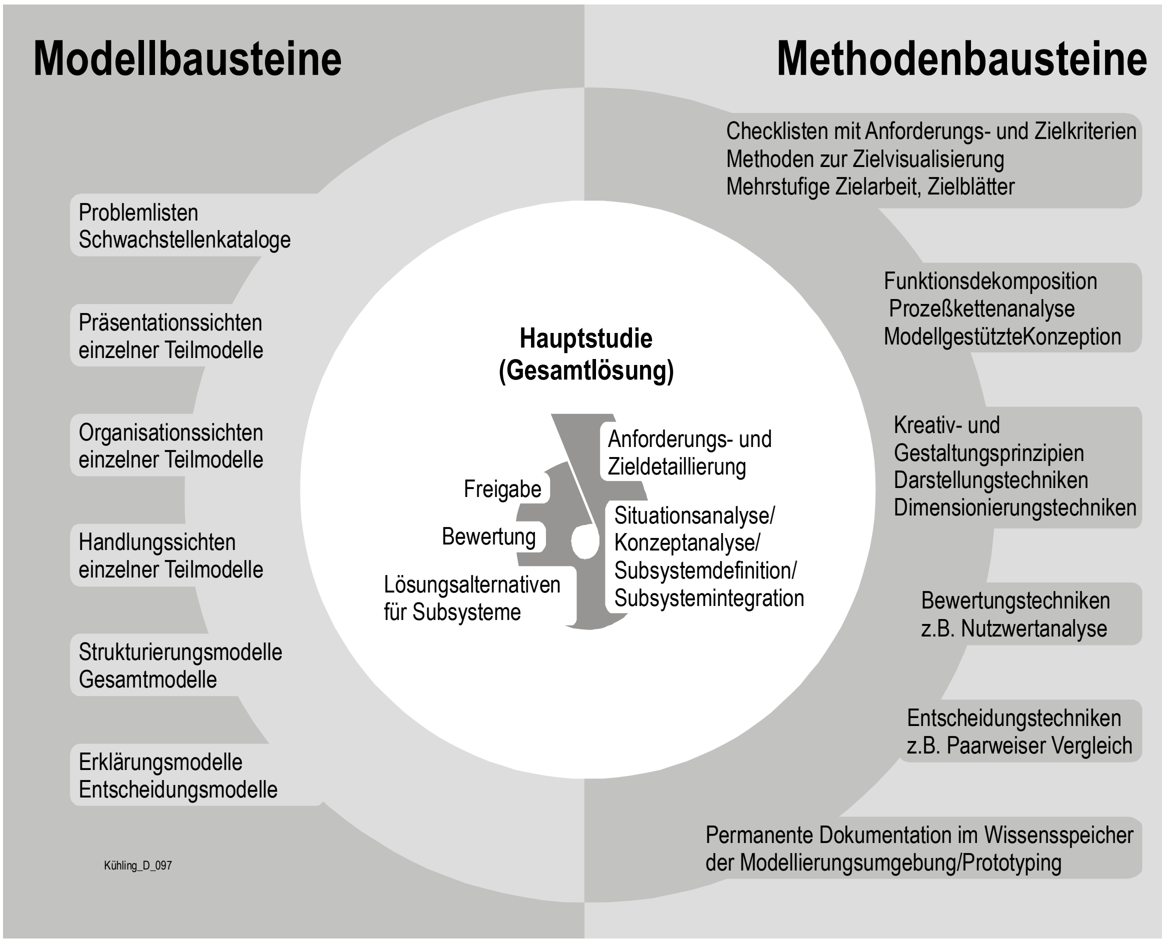


Bild 69: Modell- und Methodenbausteine bei der Hauptstudie

6.7 Teilstudien

Der bisherige Ablauf in Vor- und Hauptstudie verdeutlicht, daß hier das Vorgehen „vom Groben ins Detail" praktiziert wird. Man setzt sich erst mit den Details auseinander, wenn sichergestellt ist, daß die Entscheider auf übergeordneter Ebene die Lösung mittragen. Dadurch werden auch nur für solche Varianten Details erarbeitet, die wirklich realisiert werden sollen. Selbst bei komplexen Sachverhalten bleibt der Überblick erhalten, da auf jeder Stufe nur der notwendige Detaillierungsgrad betrachtet wird. Für die Entscheider ist gleichzeitig sichergestellt, daß sie an allen wichtigen Entscheidungen die Richtung der Konzeption verfolgen und bestimmen können. Demnach werden in den Teilstudien die Grobentwürfe für einzelne Teil- und Subsysteme aus der Hauptstudie grundsätzlich soweit detailliert und ausgearbeitet, daß aus den möglichen Lösungsmodellen ein Prototyp entsteht, der dann im Anschluß an die konzeptionelle Gestaltungsarbeit umgesetzt bzw. realisiert werden kann. Gegenstand der Teilstudien sind somit einzelne Teil- und Subsysteme, die im Rahmen der Hauptstudie aus dem Gesamtkonzept herausgelöst wurden.

Im Rahmen der Teilstudien finden je nach dem gewählten Grobkonzept (Fertigungsprinzip) z.T. sehr spezialisierte Gestaltungsaktivitäten statt, die hier nicht mehr vollständig und allgemeingültig beschrieben werden können. Für die weiteren Schilderungen wird deshalb eine allgemein anerkannte Auswahl wichtiger Gestaltungsaspekte angesprochen. Dabei wird an einigen Stellen davon ausgegangen, daß sich der Gestalter für ein bestimmtes Fertigungsprinzip entschieden hat[31].

6.7.1 Generelle Anmerkungen zu den Teilstudien

Die groben Lösungen für die einzelnen Teil- und Subsysteme aus der Hauptstudie werden in den Teilstudien getrennt weiter behandelt. Aufgrund einer besseren Einsicht in die Problemzusammenhänge und Lösungsmöglichkeiten oder infolge veränderter Randbedingungen können dabei durchaus Anpassungen des Gesamtkonzeptes notwendig oder zweckmäßig sein. Dies erfordert eine ständige Interaktion zwischen Teil- und Hauptstudie.

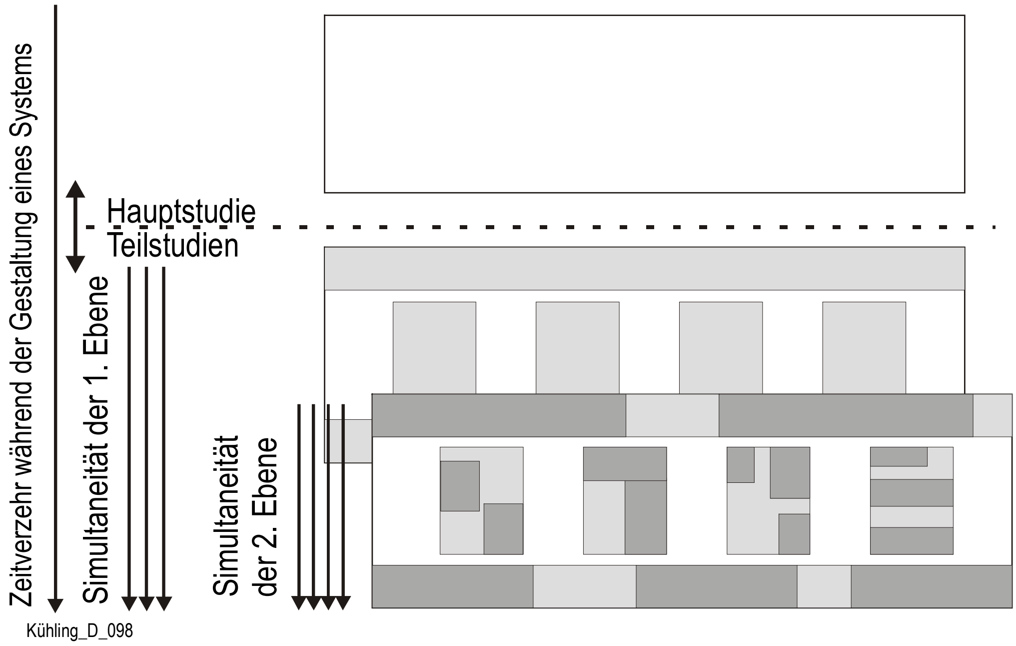


Bild 70: Simultaneität der unterschiedlichen Stufen im Rahmen der Teilstudien

Gleichzeitig ergibt sich in der Phase der Teilstudien eine Simultaneität auf zwei Ebenen (vgl. dazu auch /KUHN95b/). Die Simultaneität auf der ersten Ebene ergibt sich dabei durch die Möglichkeit, mehrere Subsysteme gleichzeitig zu gestalten. Dies ist für eine schnelle Bearbeitung (Verkürzung der Gestaltungszeit) zwingend erforderlich. Dies bedeutet aber gleichzeitig, daß Subsysteme gleicher Ordnung parallel und Subsysteme verschiedener Ordnung überlappend gestaltet werden (s. **Bild 70**). Die Simultaneität auf der zweiten Ebene bezieht sich auf ein einzelnes Subsystem. Innerhalb des Subsystems können mehrere verschiedene Gestaltungsaufgaben simultan bearbeitet werden. Beispielhaft sei die gleichzeitige Gestaltung der Steuerungsfunktionen, der Informationsflußfunktionen sowie der Personalplanung in einem System genannt (vgl. dazu auch /ZÜLC93/). Hier-

[31] In den Beispielen ist dies das Fertigungsprinzip der Virtuellen Fertigungsinseln. Detaillierte Aussagen zur Aufbau- und Ablauforganisation Virtueller Fertigungsinseln werden in /KÜHL98c/ gemacht

bei müssen der Abhängigkeits- und Komplexitätsgrad sowohl der simultan gestalteten Systeme als auch der simultan gestalteten Funktionen innerhalb eines Systems beachtet werden. Sind Abhängigkeit und Komplexität zu hoch, so muß der Anteil simultaner Aktivitäten reduziert werden, um die Übersichtlichkeit nicht zu gefährden (vgl. dazu auch /FRAN94/, S.22). Um dem Anspruch der Simultaneität gerecht zu werden, muß es möglich sein, zu jedem Zeitpunkt in jedes Subsystem eingreifen und dabei jeden Strukturdefekt gezielt „behandeln" zu können. Dies setzt voraus, daß die Subsysteme in ihren Leistungen und Bestandteilen sowie den Schnittstellen zu anderen Subsystemen sehr genau definiert und modelliert sind, um zu verhindern, daß durch den gestalterischen Eingriff in ein Subsystem ein anderes unbewußt gestört wird (vgl. dazu auch /BISS97/). Dies ist durch die Hauptstudie und deren permanente Iteration mit den Teilstudien sichergestellt. Aufgrund dieses Tatbestandes wird die Notwendigkeit für aussagekräftige Modelle und damit die Bedeutung der gestaltungsbegleitenden Modellierung in allen Modellkomplexen der Modellierungsumgebung deutlich.

6.7.2 Die Schritte der Phase „Teilstudien" im Zyklus

Bild 71 zeigt die verschiedenen Schritte, die im Rahmen der Teilstudien zu bearbeiten sind. Im folgenden werden diese Schritte erläutert. Bei vielen dieser Schritte kann auf die Schilderungen der Hauptstudie verwiesen werden, da sie nahezu gleich, jedoch auf einer höheren Detaillierungsstufe ablaufen.

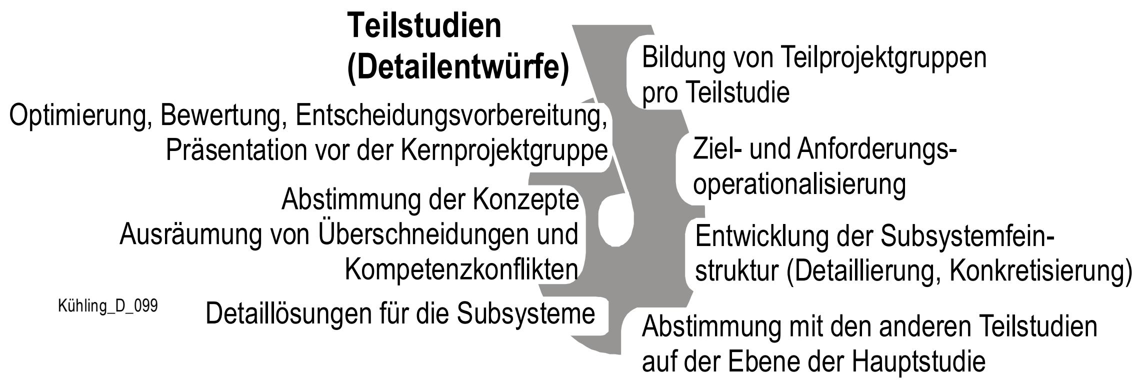


Bild 71: Die Schritte der Gestaltungsphase „Teilstudien"

6.7.2.1 Bildung von Teilprojektgruppen pro Teilstudie

Durch die Bildung von Teilprojektgruppen ist eine umfassende Integration und Beteiligung aller Betroffenen, Experten und Know-how-Träger möglich. Die Teilprojektgruppen sind für die Bearbeitung der themen- oder subsystemspezifischen Teilstudien zuständig (s. **Bild 60**). Bei der Zusammenstellung der Teilprojektgruppen sollte darauf geachtet werden, daß insbesondere operative Mitarbeiter und Mitarbeiter aus dem unteren und mittleren Management beteiligt werden. Darüber hinaus sollten je nach Thema oder Subsystem externe Berater, Spezialisten oder Experten in den Teilprojektgruppen mitarbeiten. **Bild 60** zeigt am Beispiel der beiden Teilstudien „Produktionsteambildung" und „Techniksystembildung", welche Teilprojektgruppen bei der Gestaltung Virtueller Fertigungsinseln sinnvoll sein können. Für spezielle Gestaltungsaufgaben wurden einzelne Teilprojektgruppen auch teilstudienübergreifend gebildet. Die Arbeit in den Teilprojektgruppen ist freiwillig. Sollten mehr Interessenten als Plätze vorhanden sein, ist es sinnvoll Bewerbungsrunden mit Auswahlverfahren durchzuführen. Sind weniger Interessenten vorhanden, sind Werbemaßnahmen und Einzelgespräche erforderlich, um genügend Teilnehmer zu finden.

Entsprechend den zuvor beschriebenen Erkenntnissen besteht der erste Schritt der Phase „Teilstudien" darin, die Betroffenen aller Hierarchieebenen mit den zukünftigen Zielen und Anforderungen des neuen Konzeptes vertraut zu machen und sie zu motivieren, sich aktiv an den Veränderungsprozessen zu beteiligen. Eine differenzierte Ansprache der einzelnen Zielgruppen kann in Informationsveranstaltungen mit Hilfe unterschiedlicher Medien und zu unterschiedlichen Zeitpunkten, meist in einer Top-down[32]-Abfolge über die betroffenen Hierarchieebenen, erfolgen. Die besondere Aufmerksamkeit gilt hier vor allem einer ausgewogenen Argumentation zur Begründung der verfolgten Absichten (/REIß94/, S. 411). Erfahrungen aus der Praxis machen nur allzu deutlich, daß das Vernachlässigen oder zu späte Einbeziehen der Mitarbeiter in die Konzept- und Einführungsphase zu erheblichen Problemen während der Planung, Einführung und dem reibungslosen Betrieb führen (/AWF90/, S. 369). Des weiteren sollte die Phase der Teilstudien prinzipiell durch partizipative Elemente und ein Bottom-up-Denken[33] begleitet werden. Die Facharbeiter spielen dabei die Rolle der Träger spezifischen Fachwissens. Dieses Fachwissen gilt es gezielt zu nutzen (/REIC96/, S. 37). Wechselwirkungen zwischen der Top-down und der Bottom-up Strategie treiben den Reorganisationsprozeß voran. Leitidee sollte es daher sein, die beim Fachpersonal vorhandenen vielfältigen Qualifikationen und das Erfahrungswissen der Mitarbeiter durch aktive Beteiligung an einzelnen Gestaltungsschritten mit einzubeziehen, um durch die Verantwortlichkeit für die Konzepte, die Motivation und die Identifikation mit den Ergebnissen und letztlich dem gesamten Unternehmen zu erhöhen (s. **Tabelle 17**).

Tabelle 17: Motivationsinstrumente (/AWF90/, S. 258)

Motivationsverhalten des Führenden	Motivationsziele bei den Mitarbeitern
Informieren	Mitwissen
Konsultieren	Mitsprechen
Kooperieren	Mitwirken
Delegieren	Mitverantworten
Mobilisieren	Mitgehen/sich entwickeln

6.7.2.2 Ziel- und Anforderungsoperationalisierung

Stand in der Hauptstudie noch die Detaillierung der Ziele im Vordergrund, so müssen diese Ziele in den einzelnen Teilstudien nun operationalisiert werden, damit aus ihnen konkrete und quantifizierte Gestaltungsmaßnahmen abgeleitet werden können. Aufgrund des Themenumfangs kann in dieser Arbeit nicht detaillierter auf die Operationalisierung der Gestaltungsziele eingegangen werden. Aus diesem Grund wird diesbezüglich auf die allgemeine Literatur (vgl. u.a. /HEIN66/, S. 117; /HAME92/, Sp. 2642 f.) und eine spätere Veröffentlichung verwiesen.

Grundsätzlich wird in der Phase der Teilstudien jedoch die in den vorangegangenen Phasen begonnene Zielarbeit auf einer höheren Detaillierungsstufe fortgeführt. Dabei kann auf die gleichen Methoden zurückgegriffen werden wie in der Haupt- bzw. Vorstudie. Die wesentlichen Teilschritte sind hier:

- überprüfen und ggf. anpassen des Zielsystems aus der Hauptstudie
- detaillieren und integrieren der Ziele und Anforderungen seitens der Betroffenen aus den beteiligten Subsystemen
- differenzieren von Normal- und Sonderfällen
- operationalisieren der Ziele

[32] **Top-down-Strategie:** Die Entwicklung, Auswahlentscheidung und Umsetzung von Reorganisationsvorschlägen wird stark durch die Unternehmensführung geprägt. Die Planung erfolgt von oben nach unten, hierarchisch untergeordnete Stellen konkretisieren sukzessive die jeweils vorgegebenen Teilpläne.

[33] Bottom-up-Denken: Reorganisationsvorschläge werden – i.d.R. auf der Basis von Schwachstellen - auf den unteren Ebenen entwickelt und sukzessive von unten nach oben zu Gesamtkonzepten gebündelt.

Bei der Operationalisierung der Ziele stehen die folgenden Aspekte im Vordergrund:

- **Zielobjekt:** Das Zielobjekt gibt den Bereich an, dessen Neugestaltung oder Veränderung angestrebt wird (Woran soll etwas verändert werden?). Die Zielobjekte ergeben sich aus der Abgrenzung der Subsysteme.
- **Zieleigenschaft:** Die Zielobjekte weisen unterschiedliche Eigenschaften auf. Diejenigen Eigenschaften, auf die sich die angestrebten Veränderungen beziehen, werden auch als Zielkriterien bezeichnet (Was soll erreicht werden?).
- **Zielmaßstab:** Der Zielmaßstab gibt an, wie die Zieleigenschaften erfaßt werden. Je nach Zielobjekt und -eigenschaft können sehr einfache oder aber sehr komplizierte Meßvorschriften notwendig sein, da sich einzelne Ziele sehr gut, andere dagegen nur sehr schwer oder gar nicht quantifizieren lassen.
- **Zielausmaß:** Das Zielausmaß gibt die Höhe des Wertes eines quantifizierten Ziels an.
- **Zeitbezug:** Neben dem Ausmaß eines Ziels sollte auch angegeben werden, bis wann oder in welchem Zeitraum ein Ziel erreicht werden soll.

Die Operationalisierung der Anforderungen erfolgt in den einzelnen Teilprojektgruppen im Rahmen von Anforderungsworkshops, indem die einzelnen Anforderungen im Hinblick auf ihre Bedeutung für das jeweilige Subsystem beurteilt und nach Möglichkeit quantifiziert werden. Zur Unterstützung dieser Workshops ist zuvor durch eine Arbeitsgruppe ein spezifischer Fragenkatalog auf der Basis des modellierten Anforderungskataloges zu erstellen.

6.7.2.3 Entwicklung der Subsystemfeinstruktur (Detaillierung, Konkretisierung)

Die Entwicklung der Subsystemfeinstruktur erfordert neben kreativen auch korrektive Arbeitsschritte, wobei sich Vorgänge der Analyse, Synthese und Modellierung abwechseln. Auch hier können die in der Hauptstudie eingesetzten Methoden weitgehend übernommen werden. Die wesentlichen Arbeitsschritte bei der Ausarbeitung der detaillierten Subsystemstruktur sind:

- überprüfen und anpassen der bisher entwickelten Strukturen:
  - überprüfen der Zweckmäßigkeit und ggf. anpassen der Systemgrenzen in Abstimmung mit der Hauptstudie (z.B. Überprüfung anhand der Teilefamilien)
  - modellieren der Rahmenbedingungen auf höchster Detaillierungsstufe (Instanziierung der bisherigen Modelle, z.B. des Mitarbeiterpotentials oder der Maschinenrestriktionen)
  - berücksichtigen evtl. veränderter Zielsetzungen
- Rahmenkonzept je Subsystem detaillieren und konkretisieren:
  - entwickeln alternativer Feinstrukturen je Subsystem auf instanziierter Bestandteilebene (z.B. Strukturierungsmodelle der Produktionsteams)
  - Maßnahmen für die Sonderfälle klären
  - fixieren der wesentlichen Strukturkerne (Konnektoren auf Bestandteilebene)

Auch hier geht man vom Qualitativen zum Quantitativen bzw. von der Grob- zur Feingestaltung. Das Gestalten ist durch abwechselnde Überlegungs- und Überprüfungsvorgänge gekennzeichnet, die durch Befolgen von Leitlinien (**Tabelle 18** enthält ein Beispiel für eine solche Leitlinie) wirksam unterstützt werden. Das jeweils vorhergehende Hauptmerkmal sollte erst beachtet sein, bevor das folgende intensiver bearbeitet oder überprüft wird. Diese Reihenfolge hat nichts mit der Bedeutung der Merkmale zu tun, sondern dient einem effizienten Vorgehen (Arbeitspakete).

Tabelle 18: Leitlinie der Gestaltung in der Phase „Teilstudien“

Hauptmerkmal	Beispiele
Funktion	Werden die vorgesehenen Funktionen erfüllt? Welche Nebenfunktionen sind erforderlich?
Fertigungsprinzip	Erfüllt das gewählte Fertigungsprinzip die gesteckten Ziele? Welche Änderungen (Störungen) des bekannten Ablaufs sind durch das Prinzip zu erwarten?
Fertigung	Sind bzgl. der Fertigung technologische und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt?
Dimensionierung	Garantiert die in der Hauptstudie vorgesehene grobe Ausstattung nach Qualifikation und Kapazität eine ausreichende Funktionsfähigkeit und Flexibilität?
Transport	Sind inner- und außerbetriebliche Transportbedingungen und -risiken berücksichtigt?
Steuerung	Sind die notwendigen Steuerungseingriffe möglich und veranlaßt?
Ergonomie	Sind die Mensch-Maschine-Beziehungen beachtet? Sind Belastungen oder Beeinträchtigungen vermieden? Wurde auf gute ergonomische Gestaltung geachtet?
Sicherheit	Sind durch die Veränderungen finanzielle oder gesundheitliche Gefahren zu befürchten?
Kosten	Sind vorgegebene Kostengrenzen einzuhalten? Entstehen evtl. zusätzliche Kosten?
Betrieb	Sind die betriebsbedingten Kosten und Risiken beachtet?
Instandhaltung	Sind die für Wartung, Inspektion und Instandsetzung erforderlichen Maßnahmen durchführ- und kontrollierbar
Termin	Sind die Termine des Projektes einhaltbar? Müssen Terminverschiebungen erfolgen?

6.7.2.4 Abstimmung mit den anderen Teilstudien auf der Ebene der Hauptstudie

Bevor die endgültigen Detaillösungen für die einzelnen Subsysteme erarbeitet werden können, sollten die detaillierten Strukturen und Schnittstellen der einzelnen Subsysteme aufeinander abgestimmt werden (vgl. dazu auch Kapitel 6.6.2.2). Durch die Verantwortlichen der einzelnen Teilstudien sind ergänzend zu den im Kapitel 6.6.2.2 behandelten Schritten noch folgende Teilschritte durchzuführen:

- Auf dringend erforderliche Anpassungen des Gesamtkonzeptes aus Subsystemsicht hinweisen und diese ggf. vornehmen (z.B. Produktionsteamrekonfiguration, Kundenzuordnung, Aufwands- und Kapazitätsschätzungen)
- Subsysteminterne und –externe Schnittstellen endgültig beschreiben und festlegen (z.B. Schnittstellen zwischen dezentraler und zentraler PPS)
- Integration der eigenen Feinkonzepte im Interesse der Subsysteme sicherstellen

6.7.2.5 Ausarbeitung von Detaillösungen für die Subsysteme

Der grobe Entwurf aus der Hauptstudie wird in den Teilstudien zu einem detaillierten Entwurf verfeinert. Die grob dimensionierten Lösungsprinzipien werden einer detaillierteren Dimensionierung unterzogen. Es entsteht schrittweise ein detaillierter Entwurf der Gesamtlösung. Ingenieurwissenschaften, Betriebswirtschaft, Informatik, Statistik und Simulationstechnik halten Verfahren und

Modelle bereit, mit denen eine Detaillierung und Dimensionierung der einzelnen Teilentwürfe unterstützt werden kann. Diskussionen, Versuche und Simulationen mit den entwickelten Modellen helfen, das „Verhalten“ des Systems kennenzulernen und Fehlerquellen zu entdecken. Die Schwachstellen werden beseitigt, und der Erfolg wird durch erneute Überprüfung kontrolliert. Der verbesserte Entwurf wird einer Optimierung zugeführt. Dazu werden Gestaltungszonen festgelegt, die sich bei der Analyse und Bewertung des Systems als kritische Bereiche herausgestellt haben. Für diese Bereiche werden spezielle, alternative Lösungen gefunden und bewertet.

Die Teilstudien enden nach der Abstimmung und **Ausarbeitung** mit der Auswahl von Gestaltungslösungen für das Gesamtsystem und dem Erstellen des endgültig ausgearbeiteten Prototyps. Dabei werden auf Bestandteilebene detaillierte und quantitative Modelle erstellt. Im allgemeinen sind dafür folgende Bereiche abzudecken:

- Funktions-, Aufgaben- und Prozeßzuordnung bis auf Instanzebene
- Ressourcenzuordnung bis auf Instanzebene
- Systemlast, Quellen-/Senken-, Input/Output- und Objektzuordnung bis auf Instanzebene
- Weitere Detaillierung in Sub-Subsysteme
- Feinstrukturierung der Bestandteile bis auf Instanzebene

Unter **Ausarbeiten** wird der Teil des Gestaltens verstanden, der den Entwurf eines soziotechnischen Systems durch endgültige Vorschriften für Art, Anordnung, Dimensionierung und Struktur aller Bestandteile auf der Instanzebene fixiert (s. Kapitel 5.2.1.5) sowie die Kosten ergänzt und die verbindlichen Modelle und sonstigen Unterlagen für seine Realisierung und Nutzung schafft.

Bild 72 zeigt einen Ausschnitt der Aktivitäten, die im Rahmen der verschiedenen Teilstudien bei der Gestaltung Virtueller Fertigungsinseln durchzuführen sind. Auf diese Aktivitäten kann hier nicht eingegangen werden, sie werden in /KÜHL98c/ detailliert behandelt.

Zum Abschluß der Ausarbeitung von Detaillösungen für die Subsysteme liegen z.B. Ausschreibungen oder Bauzeichnungen in einem Detaillierungsgrad vor, der von einem Realisierer sofort umgesetzt werden kann. Bei EDV-Projekten sind die Programmlogik und die Datenflußpläne erstellt, Masken- und Schnittstellen stehen fest und die Datenstruktur ist abschließend konzipiert.

In der Praxis hat es sich bewährt, bei der Erarbeitung der Teilstudien mit den sogenannten Normalfällen zu beginnen und die Lösung auf diese Fälle auszurichten. Erst wenn die Normalfälle konzipiert sind, sollten die Ausnahme- oder Sonderfälle bearbeitet werden. Dazu müssen die Normal- und Ausnahmefälle zumindest in groben Zügen aus der Hauptstudie bekannt sein /SCHM94/.

Teilstudie: Produktionsteambildung
- Bildung von Bearbeitungsfamilien und Überprüfung der Systemgrenze (Zirkelgruppe: Teilefamilienbildung)
- Festlegung von Fertigungstechnologien und Betriebsmittelgrundausstattung (Zirkelgruppe: Qualifikationsabgleich in Kombination mit Zirkelgruppe: Bereichsauswahl Techniksystem)
- Ableitung und Beurteilung der Übertragbarkeit von Umfeldaufgaben (Zirkelgruppe: Aufgabenzuordung Produktionsteams)
- Festlegung der Funktionsteilung (Mensch/Technik) pro Alternative (Zirkelgruppe: Aufgabenzuordnung Produktionsteams in Kombination mit Zirkelgruppe: Aufgabenzuordnung Techniksystem)
- Ermittlung des Qualifikationsbedarfs (Zirkelgruppe: Qualifikationsabgleich Produktionsteams)
- Ermittlung des Qualifikationsangebotes (Zirkelgruppe: Qualifikationsabgleich Produktionsteams)
- Abgleich von Angebot und Bedarf (Zirkelgruppe: Qualifikationsabgleich Produktionsteams)
- Festlegung der Arbeitsteilung (Mensch/Mensch) pro Alternative (Zirkelgruppe: Aufgabenzuordnung Produktionsteams)
- Ermittlung des erforderlichen Personalbedarfs pro Alternative (Zirkelgruppe: Kapazitätsprüfung Produktionsteams)
- Festlegung der personellen Zusammensetzung der Arbeitsgruppe pro Alternative (Zirkelgruppe: Kapazitätsabstimmung Produktionsteams)
- Arbeits- und sozialwissenschaftliche Beurteilung pro Alternative, Teamfindung, Konfliktbeseitigung und Schulung (Hauptstudie, Produktionsteambildung)

Teilstudie: Techniksystembildung
- Festlegung von Fertigungstechnologien und Betriebsmittelgrundausstattung (Zirkelgruppe: Bereichsauswahl Techniksystem in Kombination mit Zirkelgruppe: Qualifikationsabgleich Produktionsteams)
- Verteilung der zentral und dezentral verwalteten Betriebsmittel
- Festlegung der Kapazitätsteilung (Technik/Technik) pro Alternative (Zirkelgruppe: Kapazitätsprüfung Techniksystem)
- Ermittlung des erforderlichen Betriebsmittelbedarfs pro Alternative (Zirkelgruppe: Kapazitätsprüfung Techniksystem)
- Materialflußgerechte Betriebsmittelanordnung pro Alternative (Hauptstudie, Techniksystembildung)
- …

Teilstudie: Steuerung und Kapazitätsbörse
- Festlegung der Fertigungssteuerungskonzeption (Zirkelgruppe: Rumpf-PPS)
- Ausarbeitung der Feinsteuerung und Koordination (Zirkelgruppe: Kapazitätsbörse)
- …

Teilstudie: Anreiz- und Entgeltsystem
- Festlegung der Lohnstruktur (Zirkelgruppe: Prämienlohn)
- Konzeption der Anreizstruktur (Zirkelgruppe: Anreizsystem)
- …

Kühling_D_100

Bild 72: Ausschnitt aus den Aktivitäten im Rahmen der Teilstudien zur Gestaltung Virtueller Fertigungsinseln (vgl. dazu /KÜHL98c/)

6.7.2.6 Abstimmung der Konzepte - Ausräumung von Überschneidungen und Kompetenzkonflikten

Dieser Schritt stellt die letzte Integrationsstufe dar. Hier werden alle jetzt noch erforderlichen Abstimmungen zwischen den Ergebnissen der einzelnen Teilstudien, den Ergebnissen der Hauptstudie und den Festlegungen im Gestaltungsauftrag vorgenommen. Die Verantwortlichen der einzelnen Teilstudien haben hier die Aufgabe, sich auf ein gemeinsames Konzept zu einigen und die Präsentation der Ergebnisse vorzubereiten. Sollte kein gemeinsames Gesamtkonzept verabschiedet werden können, ist der gesamte Projekterfolg in Frage gestellt. In einem solchen Fall sind die Gründe zu fixieren. Bei der Präsentation ist dann deutlich auf die Differenzen und die Gründe einzugehen. Dieser Schritt steht in enger Verbindung mit dem folgenden.

6.7.2.7 Bewertung, Optimierung, Entscheidungsvorbereitung und Präsentation vor der Kernprojektgruppe

Zum Abschluß der Teilstudien müssen die realisationsreifen Detailmodelle von den Entscheidungsberechtigten verabschiedet werden. Sie prüfen, ob die konzeptionelle Umsetzung den Vorgaben aus der Hauptstudie entspricht. Über Einzelheiten, die erst in dieser Planungsstufe aufgetaucht sind, muß im Rahmen der detaillierteren Modelle im Laufe der Teilstudien entschieden werden. Nach dieser Entscheidung gilt der Planungsstand als eingefroren (Redaktionsschluß der Modellierung, endgültig entscheidungsreif vorbereiteter Prototyp). Bei der Bewertung im Rahmen der Teilstudien kann ebenfalls auf die Methoden der Hauptstudie zurückgegriffen werden. Die Teillösungen sind ebenfalls im Hinblick auf die Erfüllung der Anforderungen, den Aufwand und Nutzen sowie sonstige Konsequenzen zu bewerten.

Im Anschluß an die Bewertung und im Einklang mit den Ergebnissen der Abstimmungsgespräche auf der Ebene der Hauptstudie müssen dann evtl. nochmals Optimierungen an den Detaillösungen vorgenommen werden. Anschließend sind die Modelle zur Vorbereitung der Entscheidungen in geeignete Präsentationssichten zu überführen. Diese Präsentationssichten (Demonstratoren) werden anschließend vor der Kernprojektgruppe vorgestellt, die dann die Umsetzung des Gesamtkonzeptes vor dem zentralen Entscheidungsgremium (Auftraggeber) vertritt.

6.8 Prototyping

Die Phasen des Gestaltungsprozesses dürfen nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Sie bauen aufeinander auf und beeinflussen sich gegenseitig. In der hier entwickelten Konzeption werden sie zusätzlich durch den Prototypingzyklus verbunden (s. dazu **Bild 74**). Die Phase des Prototyping ist keine Phase im eigentlichen Sinne. Sie unterscheidet sich von den anderen Phasen dadurch, daß sie parallel zu diesen verläuft. Der Prototypingzyklus (s. **Bild 73**) begleitet den eigentlichen Gestaltungsprozeß als Dokumentations-, Abstimmungs- und Experimentierzyklus, in dem die erzeugten Konzepte abschließend modelliert und experimentierend variiert werden. **Bild 73** zeigt die Schritte, die bei der gestaltungsbegleitenden Erstellung der Prototypen durchgeführt werden.

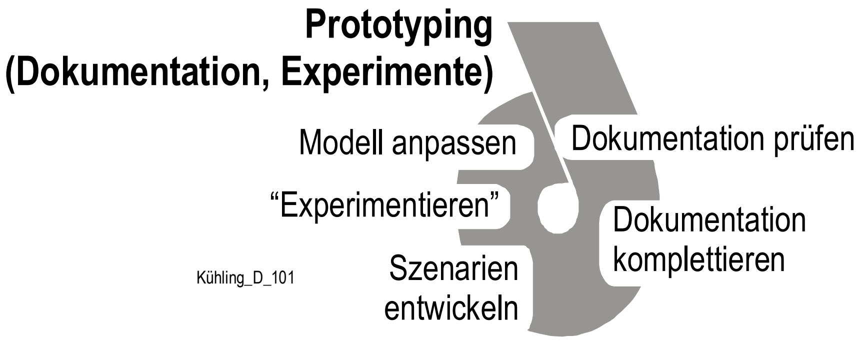


Bild 73: Die Schritte des gestaltungsbegleitenden Prototyping

Die Vorgehensweise beim Prototyping wird einerseits von der Vorgehensweise bei der Gestaltung und andererseits von der verfügbaren Modellierungsumgebung beeinflußt, denn diese

- beschränken maßgeblich den verfügbaren Erkenntnisraum und Parameterumfang,
- lenken die Intuition und das Verhalten des Modellierers,
- beschränkt die Auswahl möglicher Blickwinkel sowie
- das Erscheinungsbild der erstellten Modelle.

In der Literatur sind zahlreiche Vorgehensweisen dokumentiert, die jeweils eine allgemeine oder spezielle Modellierungsumgebung verwenden. Eine Untersuchung der wichtigsten Methoden und

Umgebungen hat gezeigt, daß hier bereits umfangreiche Grundlagen existieren, daß jedoch für die Ausrichtung dieser Arbeit verschiedene Ergänzungen und Umstellungen erforderlich sind. Im Sinne dieser Arbeit stellt das Prototyping einen gestaltungsbegleitenden Prozeß dar. Entsprechend vollzieht sich das Prototyping nicht isoliert, sondern erfolgt als kommunikativer Prozeß, bei dem widersprüchliche Sichtweisen im Gestaltungsteam deutlich werden. Der Prototyp dient in diesem Prozeß als Versachlichungs- und Darstellungsobjekt, indem die Bestandteile und Relationen sowie die Sichten und Parameter in der Interaktion mit dem Prototyp erfahrbar werden. Dies gestattet eine intensive multilaterale Kommunikation mit hoher Effizienz. Zugleich können Widersprüche frühzeitig entdeckt und korrigiert werden. Das Prototyping bildet damit die Basis zur Handhabung komplexer Systeme sowie zur Beschleunigung der Gestaltungsarbeit mit dem Ziel, über die Wirkungen des eigenen Handelns eine möglichst verzugfreie Rückkopplung zu erhalten. Auf diese Weise wird rasches, qualitativ hochwertiges Entscheiden und Handeln ermöglicht, die Leistungsmotivation gefördert und permanentes Lernen stimuliert. Darüber hinaus trägt das Prototyping durch die Steuerung des Meinungs-, Normen- und Wertgefüges in Richtung einer gemeinsamen Wirklichkeitsinterpretation zur Herausbildung einer kooperativen Gestaltung des Systems auf allen Hierarchieebenen bei (vgl. dazu auch /BECK96/).

Die im **Bild 74** dargestellten Schritte des Prototyping laufen parallel zum Gestaltungsprozeß ab und greifen immer dann, wenn während der Gestaltung Analyse- oder Gestaltungsergebnisse dokumentiert werden. Im Rahmen des Prototyping werden diese Dokumentationen dann zunächst im Team geprüft. Fehlen noch Modelle, Dokumente, Informationen, oder Parameter, so werden diese anschließend komplettiert. Für die vervollständigten Modelle werden dann in der Handlungssicht sog. Szenarien erstellt. Diese Szenarien stellen die jeweiligen Modelle in einen Zusammenhang mit ihrer Umwelt. Dies kann z.B. durch die gedankliche Konfrontation des Modells mit realen Gegebenheiten aus der Vergangenheit oder mit prognostizierten Extremsituationen erfolgen. Eine weitere Möglichkeit ist die Übertragung der Modelle in eine Simulationsumgebung, in der sie dann im Hinblick auf ihr dynamisches Verhalten unter Systemlast untersucht werden können. Zur Untersuchung des „Verhaltens“ der modellierten Sachverhalte werden anschließend „Experimente“ durchgeführt. Die Spanne reicht hier von Gedankenexperimenten über Diskussionen und Simulationen bis hin zu „Laborexperimenten“ und prototypischen Umsetzungen in die betriebliche Realität.

Der Begriff „Prototyp“ wird i.A.a. /STAC73/ durch das Abbildungsmerkmal, das Verkürzungsmerkmal und das pragmatische Merkmal näher erläutert.

- Das **Abbildungsmerkmal** kennzeichnet den Prototyp als Abbild des realen Systems. Man unterscheidet zwischen isomorphen, d.h. strukturgleichen und homomorphen, d.h. strukturähnlichen Prototypen. Ein isomorpher Prototyp bildet möglichst originalgetreu alle Elemente und die zwischen ihnen bestehenden Relationen ab, während homomorphe Prototypen neben einem Teil der Elemente und Relationen vor allem abstrahierte Eigenschaften des Systems abbilden.
- Das **Verkürzungsmerkmal** von Prototypen ergibt sich daraus, daß der Prototyp nur die Elemente und Relationen der Realität abbildet, die dem Modellbildner als relevant erscheinen. Somit können von ein und demselben System, je nach Betrachter, mehrere unterschiedliche Prototypen entstehen.
- Das **pragmatische Merkmal** bezeichnet Ziel und Zweck des Prototyps. Ein Prototyp soll einen tieferen Einblick sowohl in die Struktur als auch in das Verhalten des abgebildeten Systems geben. Dies führt i.d.R. zur Vereinfachung des Prototyps gegenüber der Realität entsprechend dem Verkürzungsmerkmal und zur Herausstellung bestimmter Eigenschaften entsprechend dem Abbildungsmerkmal. Je nach Zweck des Prototyps wird auf bestimmte Modelle der verschiedenen Modellkomplexe zurückgegriffen.

Der Prototypingprozeß selbst ist ein mehrdimensionaler, iterativer Prozeß, der auf den drei Ebenen „Grobmodell“, „Gesamtmodelle“ und „Detailmodell“ Anknüpfungspunkte zu unterschiedlich detaillierten Ausschnitten des realen Systems aufweist (s. **Bild 74**). Schwerpunkt ist das Erarbeiten von Umsetzungsunterlagen insbesondere von Detail-, Strukturierungs- und Gesamtmodellen und ferner die Aufstellung von Listen und Katalogen der Bestandteile und Subsysteme sowie der durchzuführenden Umsetzungsmaßnahmen. Daneben können auch Vorschriften und Anleitungen für die konkrete Umsetzung des Konzeptes notwendig werden.

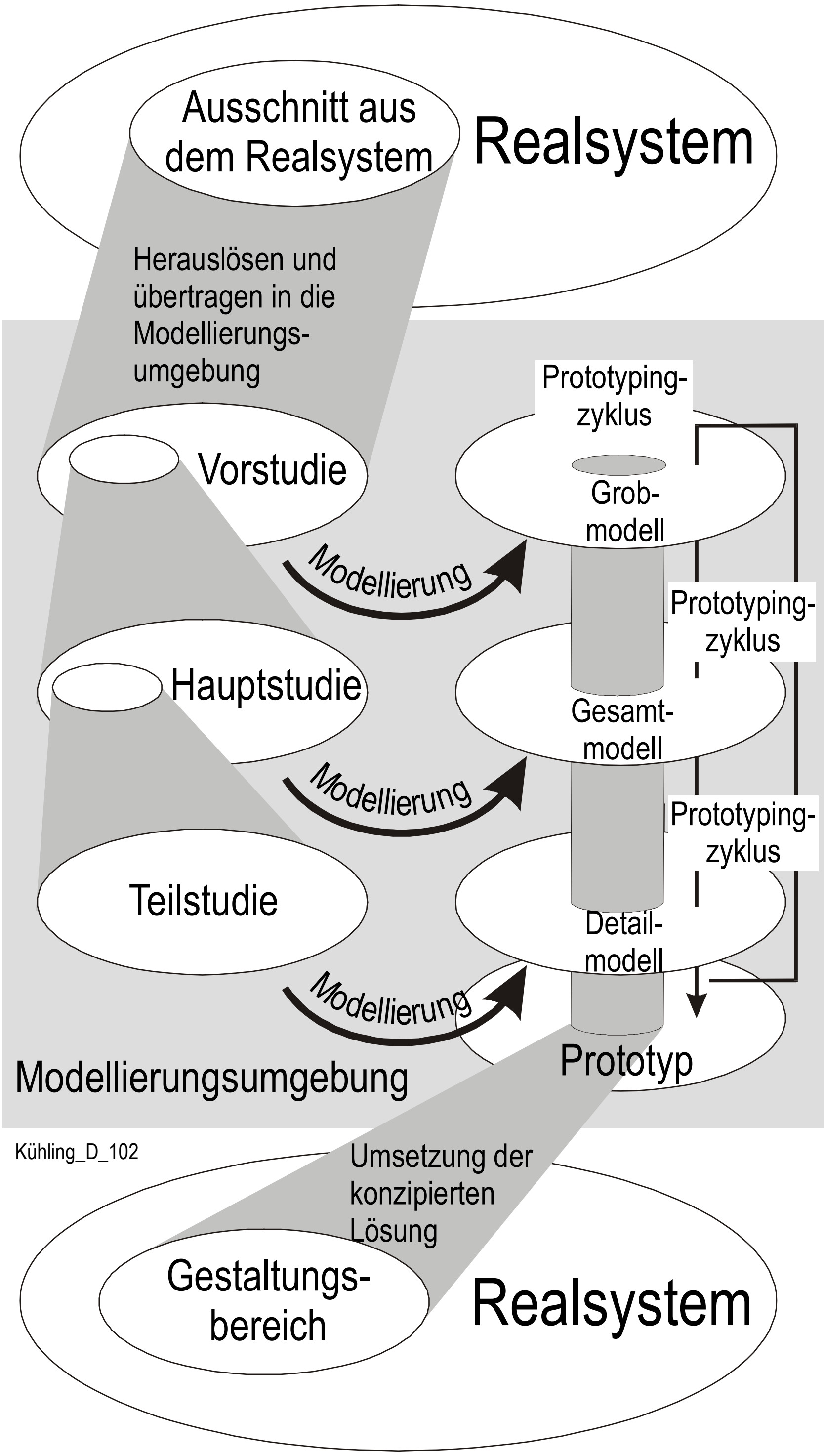


Bild 74: Die Modellierung im Prototypingzyklus

Der Prototyp stellt letztlich immer eine **Kombination mehrerer Modelle** des gewählten Realitätsausschnittes dar, der vom Gestalter weitgehend durchdrungen wurde und einen Entscheidungsprozeß durchlaufen hat. Er wird im **Bild 74** von der „Säule“ repräsentiert, die alle drei Phasen des Gestaltungsprozesses durchdringt. Prototypen sind also konsensfähige Modelle, die soweit ausgearbeitet sind, daß sie von den jeweiligen Entscheidern abgesegnet sind und von den Realisierern verstanden werden. Nur Prototypen können letztlich in reale Systeme umgesetzt werden.

Um aussagekräftige Prototypen zu erhalten, sind in Abhängigkeit vom jeweils zu untersuchenden Aspekt die Bestandteile und Wirkmechanismen des realen Systems so realitätsnah wie möglich nachzubilden. Je nachdem, welcher Aspekt untersucht bzw. zunächst abgebildet werden soll, sind verschiedene Modellarten denkbar. Hier gibt es eine breite Palette von Möglichkeiten, die z.B. grob in:

- physische Modelle,
- mathematische Modelle,
- computergestützte Simulationsmodelle,
- grafische Modelle,
- verbale Modelle und
- prototypische Umsetzung in die Realität

unterteilt werden können. In der vorliegenden Arbeit wird eine Kombination aus verbalen und grafischen Modellen genutzt, um die Produktion unter dem Blickwinkel ihrer Gestalt zu untersuchen.

Die Ausführungen in den vorangegangenen Kapiteln haben deutlich gemacht, daß der Modellierung bei der Gestaltung eine besondere Bedeutung zukommt (z.B. bei der Methode des modellgestützten Konzipierens, s. dazu auch **Bild 58**). Die verschiedenen Studien bilden den Kern der gesamten Vorgehensweise. Beim Einsatz der Modellierungsumgebung im Rahmen der Studien ist deshalb ein sinnvoller und verantwortungsbewußter Umgang mit den Modellen erforderlich. Denn über die Modelle wird der Dialog zwischen dem Auftraggeber, dem Gestalter und den späteren Anwendern abgewickelt (s. **Bild 75**).

Mit Hilfe der modellbasierten Beschreibung wird eine informatorische und visuelle Plattform des Dialogs zwischen Auftraggeber, Gestalter und Anwender geschaffen. Die Gestaltungsaufgaben werden hierbei bereits mit Kommunikationsmitteln der Lösung beschrieben (Modelle aus den einzelnen Modellkomplexen). Das Problem und die Möglichkeiten zu seiner Lösung werden in **einer** „Sprache“ visualisiert und evaluiert. Die Struktur des Problems wird deutlich erkennbar. Die Methode ermöglicht in einem bewußten Vorgang die unmittelbare Verknüpfung von Realität $\Rightarrow$ Problem $\Rightarrow$ Aufgabe $\Rightarrow$ Lösung $\Rightarrow$ Realität. Je anschaulicher und je konsistenter die einzelnen Schritte des Problemlösungsprozesses dargestellt werden, desto besser gelingt es, in einen kooperativen Gestaltungsprozeß einzusteigen, der das gesamte betroffene System erfaßt. Dabei tritt keine Überforderung des Einzelnen ein, da die Modelle und damit die Lösung im Team und in mehreren Schritten entwickelt werden. So werden z.B. zunächst alle für die Aufgabe wichtigen Faktoren in abstrakten Prinzipdarstellungen visualisiert. Diese werden anschließend miteinander verbunden und konkretisiert. So können aus Modellen mit einem hohen Abstraktionsgrad in beliebig vielen Teilschritten Modelle entwickelt und Entscheidungen getroffen werden, die an Konkretheit zunehmen und sich immer mehr einer konkreten Lösung nähern. Die im Rahmen des Gestaltungsprozesses entwickelten Modelle lenken den Blick des Gestalters dabei jeweils auf unterschiedliche Themen und wirken in Regelkreisen zusammen. Somit werden jeweils verschiedene Alternativen im Kontext der benachbarten Faktoren auf ihre Wirksamkeit im Gesamtsystem überprüft. Die Modelle, Sichten und Parameter für unterschiedliche Subsysteme (wie z.B. Fertigung, Montage, Lager) werden in diesem Prozeß überlagert und führen in ihrer Synthese zum Gesamtmodell der Produktion.

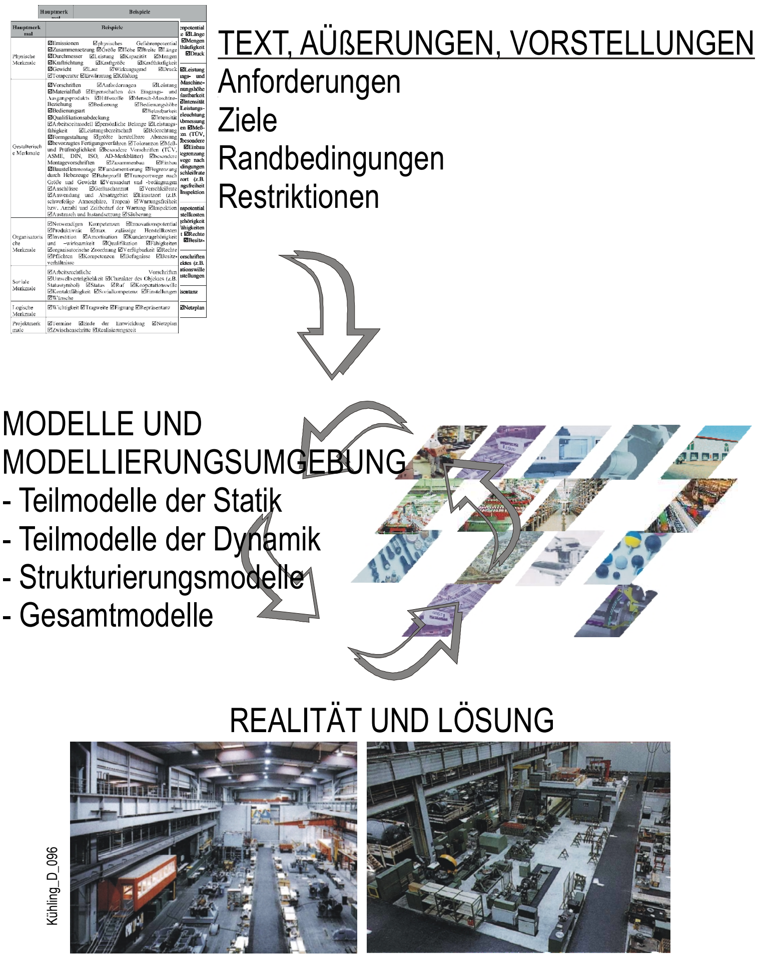


Bild 75: Modellbasierte Beschreibung der Gestaltungsaufgaben mit Elementen der Lösung

6.9 Permanente Sensorik

Da sich der optimale „Betriebspunkt“ der Produktion permanent verändert, ist nach jeder Gestaltungsmaßnahme der Zeitraum absehbar, nach dem Anforderungen und Gestalt des Systems nicht mehr übereinstimmen. Dieser Zeitraum ist fortlaufend kürzer geworden. Die Konsequenzen dieses Wandels haben viele Unternehmen zu spät erkannt. WARNECKE formuliert das Problem in etwa wie folgt: Der heute übliche Gestaltungsprozeß in einem Fertigungssystem wird bisher nur von außen angestoßen. Ein solcher Anstoß kommt i.d.R. erst bei nicht mehr zu übersehenden Mängeln und damit viel zu spät (vgl. /WARN93/). Es ist daher notwendig, die Gestalt des Systems permanent durch einen Vergleich des Ist-Zustandes mit einem evtl. veränderlichen, jedoch stets zuvor festgelegten Soll-Zustand zu überprüfen. Dazu existieren i.A.a. /SCHU95/ drei Ansätze:

- **Maßnahmencheck:** Beim Maßnahmencheck wird im Anschluß an eine Gestaltungsmaßnahme geprüft, ob die angestrebten Ziele der Maßnahme auch tatsächlich erreicht worden sind. Eine derartige Kontrolle der sachlichen Zielerreichung sollte als Projektkontrolle regelmäßig während des Prozesses der Organisationsgestaltung, vorgenommen werden. Der Maßnahmencheck ist als Leistungs- und Qualitätskontrolle eine wesentliche Aufgabe des Projektmanagements.
- **Systemaudits:** In regelmäßigen Systemaudits wird die Effizienz des Systems überprüft. Systemaudits entsprechen einer systematischen Untersuchung, um festzustellen, ob die Arbeitsprozesse und die erbrachten Ergebnisse den geplanten Vorgaben entsprechen. Das Systemaudit wird

durch neutrale Personen durchgeführt. Es erstreckt sich nicht auf einen einzelnen, isolierten Tatbestand, sondern auf komplette organisatorische Systeme und deren Strukturen. Ein Systemaudit besteht im wesentlichen aus einer Überprüfung der Abläufe und der dabei verwendeten Verfahren. Zum Systemaudit gehören auch geeignete Verbesserungsvorschläge sowie die Überprüfung ihrer Wirksamkeit.

- **Frühwarnung:** Im Rahmen eines Frühwarnsystems werden Änderungen des Systems nach Abschluß einer organisatorischen Gestaltungsmaßnahme **ständig** überwacht. Geringfügige Änderungen werden normalerweise durch kleinere Anpassungsmaßnahmen aufgefangen. Gravierende Abweichungen stoßen beim Überschreiten einer gewissen Toleranzgrenze jedoch einen erneuten Gestaltungsprozeß an, der wiederum entsprechend dem hier aufgeführten Vorgehensmodell abgewickelt wird. Derartige Veränderungen vollziehen sich jedoch nicht plötzlich, sondern langsam in einem evolutionären Prozeß. So können z.B. Veränderungen des Kundenverhaltens, der Umwelt und des Wertesystems durch ein Frühwarnsystem über geeignete Indikatoren erfaßt und ausgewertet werden. Ein erneuter Gestaltungsprozeß ist jeweils erforderlich, wenn die gesammelten Informationen signalisieren, daß die Gestalt des Systems nicht mehr den geänderten Anforderungen genügt. Die Auswahl von Indikatoren zur Frühwarnung zielt darauf ab, Veränderungen rechtzeitig zu erfassen. Als geeignete Indikatoren können finanzwirtschaftliche Kennzahlen (z.B. Rentabilität), produktionswirtschaftliche Kennzahlen (z.B. Ausschußrate, Stillstandsrate), Vertriebskennzahlen (z.B. Reklamationsquoten) oder personalwirtschaftliche Kennzahlen (z.B. Fluktuation. Absentismus) in Frage kommen. Wird die Entwicklung bestimmter Indikatoren rechtzeitig und richtig eingeschätzt, kann durch eine geeignete Veränderung des Systems entweder ein Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz erzielt oder auch ein Wettbewerbsnachteil vermieden werden.

Akzeptiert man, daß die Produktion einem „Alterungsprozeß“ unterliegt, so ist die Erkenntnis, daß jede Produktion ihre spezifischen Instrumente zu Beurteilung des Systemzustandes (Sensoren) ausbilden muß, nicht mehr allzu überraschend. Diese Sensoren liefern dann die Informationen, die benötigt werden, um Probleme rechtzeitig wahrzunehmen und einen weiteren Gestaltungszyklus einzuleiten. Der Anstoß erfolgt dann von innen heraus, bezieht sich jedoch auf Informationen aus dem Inneren und Äußeren des Systems.

Das Konzept der permanenten Sensorik versucht den Ansatz des Lernens aus Erfahrungen zu instrumentalisieren. In diesem Sinne können die Kenntnisse über einmal identifizierte und erfolgreich beseitigte Probleme unter bestimmten Randbedingungen dazu genutzt werden, auf zukünftige Entwicklungen schneller, gezielter und effizienter zu reagieren. In Anlehnung an BISSEL können dazu folgende Zielsetzungen formuliert werden:

- Permanente Bottom-up-Kontrolle der Systemstrukturen, ausgehend von den Systemen niedrigster Ordnung, bis zum System höchster Ordnung.
- Integration des Know-hows der Mitarbeiter zur kritischen Reflexion und Optimierung der Aufbau- und Ablaufstrukturen.
- Permanente transparente Abbildung des Ist-Zustandes mit allen Stärken und Schwächen in geeigneten Modellen.
- Reduzierung, des Gestaltungsaufwandes durch permanent verfügbare, hochwertige Gestaltungsinformationen (Reduzierung des Aufwandes für Zustandsanalysen).
- Wandel der revolutionären Gestaltung zur evolutionären Gestaltung (KVP) durch den Aufbau eines geschlossenen Regelkreises.

Im **Bild 76** sind die Schritte der Wahrnehmung „permanenter“ Probleme aufgeführt. Diese Schritte unterscheiden sich nur z.T. von denen der Wahrnehmung „spontaner“ Probleme (s. Kapitel 6.4). Sie sollen deshalb im folgenden nur kurz erläutert werden.

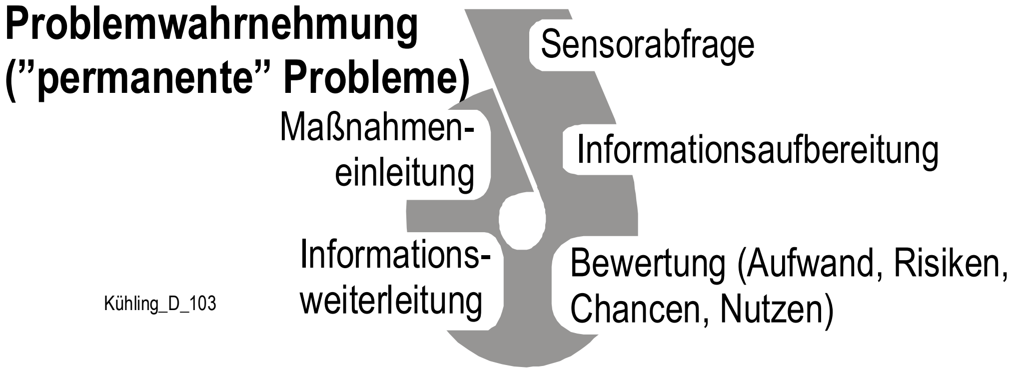


Bild 76: Die Schritte der Phase „Wahrnehmung permanenter Probleme"

Sensorabfrage: Die Abfrage der Sensoren erfolgt in festgelegten Zeitabständen. Diese Zeitabstände können von Sensor zu Sensor unterschiedlich sein. Sobald die Abfragetermine festgelegt sind, kann mit der Aufnahme der Daten begonnen werden. Dazu kann z.B. ein sensorspezifischer, standardisierter Erfassungsbogen verwendet werden. Grundsätzlich werden dabei möglichst einheitliche Kontrollbögen verwendet, um Standardisierungseffekte zu nutzen. Sofern quantifizierbare Soll-Werte existieren, z.B. Lagerbestand oder Durchlaufzeit pro System, wird überprüft, ob das Soll erreicht wird. Da aber viele Schwächen und ihre Ursachen, die sich üblicherweise in den Aufbau- und Ablaufstrukturen verbergen, nicht ohne weiteres mit Zahlenwerten durch einen einfachen Soll-Ist-Vergleich erkannt werden, sind deskriptiv beschreibende Zustandsberichte sinnvoll, um auch schwer quantifizierbare Kriterien wie Zweckmäßigkeit der Feinsteuerung oder Einfachheit der Transportsysteme zu beurteilen (vgl. dazu auch /BISS97/). Das Ergebnis der Sensorabfrage ist ein standardisierter Zustandsbericht.

Informationsaufbereitung: Die Informationen der einzelnen Sensoren werden so aufbereitet, daß festgestellt werden kann, ob es sich bei der Wahrnehmung um ein bekanntes Problem handelt, das mit den bekannten Methoden wirtschaftlich behoben werden kann (Schwachstelle). Anderenfalls besteht keine Rechtfertigung für die Einleitung von weiteren Maßnahmen (Ausnahme: gesetzliche Vorgaben). Folgende Ergebnisse des aufbereiteten Berichtes können als Beispiele für die Auslösung von Gestaltungsmaßnahmen genannt werden (vgl. /BISS97/):

- Mehrere Untersysteme weisen identische Schwachstellen auf.
- Über mehrere Kontrollzyklen stellt sich in einem System immer wieder die gleiche Schwachstelle heraus.
- Eine erkannte Schwachstelle hat erhebliche Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit eines oder mehrerer Systeme.

Bewertung: Wird ein Problem identifiziert, das im Rahmen eines erneuten Gestaltungsprozesses behoben werden soll, muß dieses Problem im Hinblick auf seine Bedeutung sowie die Chancen, die Risiken, den Nutzen und den Aufwand eines Eingriffs bewertet werden. Da es sich um bekannte Probleme handelt, sind die Maßnahmen gut einzuschätzen. Mögliche Bewertungskriterien sind:

- Investitionsvolumen
- Beeinflussungsgrad anderer Systeme oder Systemteile
- erforderliches Know-how
- Umfang der Maßnahmen
- Potentiale der Maßnahmen im Hinblick auf den Nutzen und die Wirkungsdauer
- Realisierungszeitraum

Informationsweiterleitung: Die bewerteten Sensorberichte sind an die betroffenen Systeme, die relevanten Führungspersonen und evtl. an bestimmte Stabsabteilungen weiterzuleiten. Diese Stellen entscheiden dann ggf. über die Einleitung von Gestaltungsmaßnahmen.

Maßnahmeneinleitung: In akuten oder zuvor festgelegten Fällen können bereits direkt nach der Problemwahrnehmung Gestaltungsmaßnahmen eingeleitet werden. Dies gilt insbesondere für Sensoren, die interne Probleme von Subsystemen wahrnehmen und aufbereiten. Bleibt die Maßnahme auf das Subsystem begrenzt, und fällt die Entscheidung über die Maßnahmeneinleitung in die Kompetenz des Systems, können hier auch ohne Rücksprache mit anderen Subsystemen oder übergeordneten Systemen Gestaltungsmaßnahmen eingeleitet und letztlich auch durchgeführt werden.

6.10 Zusammenfassung – Die Anwendung der Vorgehensweise

Die vorgestellte Vorgehensweise dient sowohl zur Gestaltung der technischen als auch zur Gestaltung der sozialen Bestandteile eines soziotechnischen Systems. Die Anwendung erfolgt jedoch durch Menschen und für Menschen, also für und durch Beteiligte und Betroffene gestalterischer Vorhaben. Jede auch noch so gute Methode und jede auch noch so gute Lösung ist wertlos, wenn sie nicht die Bedürfnisse dieser Menschen berücksichtigt. Es genügt nicht, einfach nur objektiv gute Lösungen zu erarbeiten. Erfolg oder Mißerfolg von Organisationsprojekten hängen nur zu einem Teil von der sachlichen Qualität der Lösung ab. Eine entscheidende Rolle spielt die Frage, ob und inwieweit es gelingt, die ausgeprägten psychologischen Barrieren im Umgang mit komplexen Systemen und komplexen Methoden einzureißen. Denn ob eine Lösung gut oder schlecht ist, hängt ganz entscheidend von der Wahrnehmung der jeweiligen Menschen und ihrem ganz subjektiven Empfinden ab. Soll eine organisatorische Lösung funktionieren, setzt dies voraus, daß die betroffenen Menschen die Lösung akzeptieren. Gegen den Widerstand der Betroffenen hat der Gestalter keine Möglichkeit, seine Konzeption im Anschluß an den Gestaltungsprozeß auch erfolgreich umzusetzen. Daraus folgt, daß der Gestalter sich mit den Menschen, ihren persönlichen Zielen, Ängsten und Problemen intensiv auseinandersetzen muß, daß er bewußt auf die vorhandenen sozialen Strukturen und die Einstellungen der Betroffenen Rücksicht nehmen bzw. sie in seine Überlegungen einbeziehen muß. Erst auf dieser Basis ist er in der Lage eine **spezifische Vorgehensweise zu entwickeln**, die in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation erfolgversprechend ist.

Da neben einer methodischen Vorgehensweise begleitende Strategien und Maßnahmen notwendig sind, die dazu beitragen, die notwendige Akzeptanz zu schaffen bzw. Widerstände zu beseitigen, die Motivation der Beteiligten und Betroffenen zu fördern, Konflikte abzubauen oder die vorhandenen Machtstrukturen zugunsten des Projektes zu nutzen, ist die vorgestellte Vorgehensweise nicht als „monolitische" Patentlösung konzipiert worden. Da vielmehr ein Mindestmaß an sozialer Kompetenz notwendig ist, die auch den bewußten Umgang mit psychologischen und soziologischen Erscheinungen einbezieht, werden in dieser Arbeit keine Methoden und Instrumente angeboten, die den Eindruck erwecken könnten, Komplexität durch eine vorgefertigte Patentlösung gewissermaßen beherrschen zu können. In den vorangegangenen Kapiteln wurden deshalb Methodenbausteine angesprochen, die durch eine grundsätzliche Vorgehensweise miteinander verbunden werden (s. **Bild 77**, Mitte).

Es kommt nun auf den Anwender an, aus diesem Angebot eine geeignete Methode zusammenzustellen. Diese Methode umfaßt jeweils eine spezifische Kombination aus Modell- und Methodenbausteinen (s. **Bild 77**, links und rechts). Sie entwickelt sich im Laufe der Zeit dann genauso konstruktiv-evolutorisch, wie das System, welches durch sie bearbeitet wird.

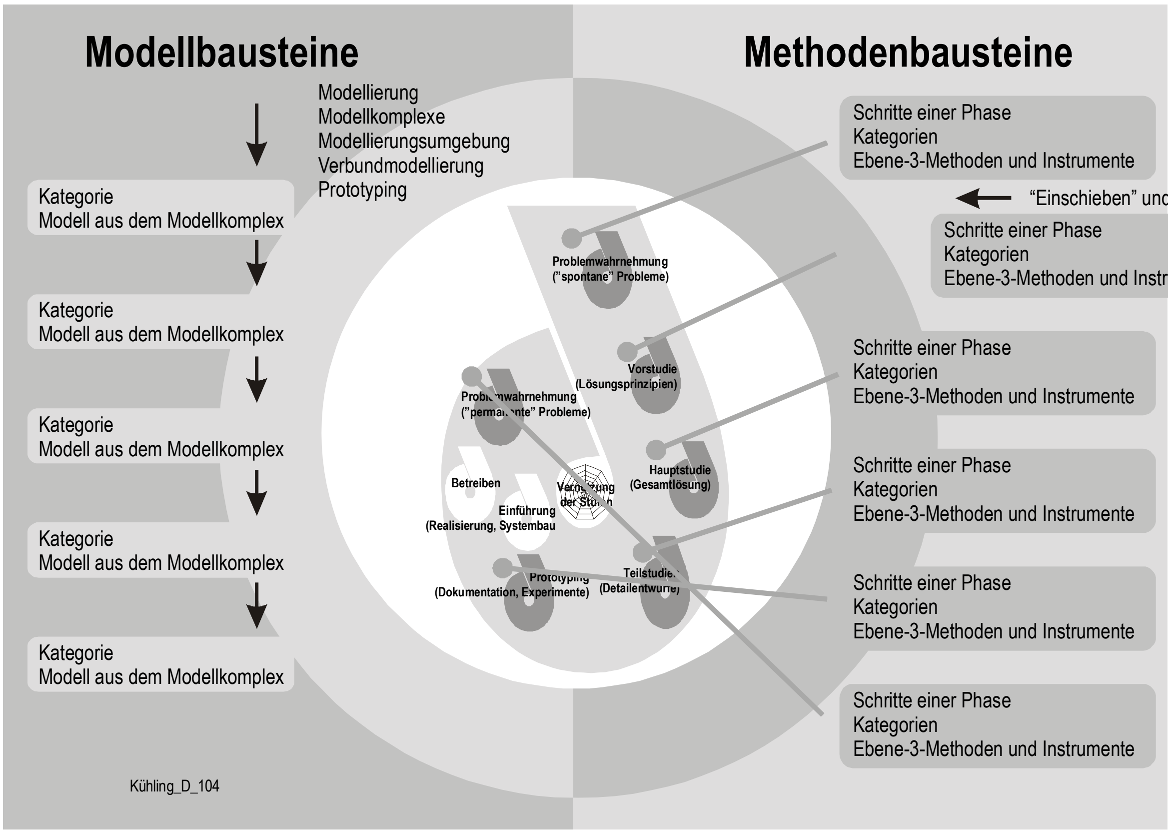


Bild 77: Zusammenwirken von Modell- und Methodenbausteinen

Bei der Gestaltung soziotechnischer Systeme kommt es also stets darauf an, theoretisch und methodisch gesichertes Wissen mit dem in einem System bereits vorhandenen Erfahrungswissen symbiotisch zu kombinieren. Dazu bietet die in dieser Arbeit vorgestellte Konzeption aus Modellbausteinen, Methodenbausteinen und grundsätzlicher Vorgehensweise, die auf breitem, durchgängigem theoretischen und praktischen Wissen basiert, die besten Voraussetzungen. Es wird ein Mittelweg aus anregender Leitlinie und spezifisch nutzbarem Freiheitsgrad gefunden, der sich bereits in der Praxis bewährt hat. Diese Symbiose kann auch grafisch dargestellt werden (s. **Bild 78**, s. dazu auch **Bild 24**).

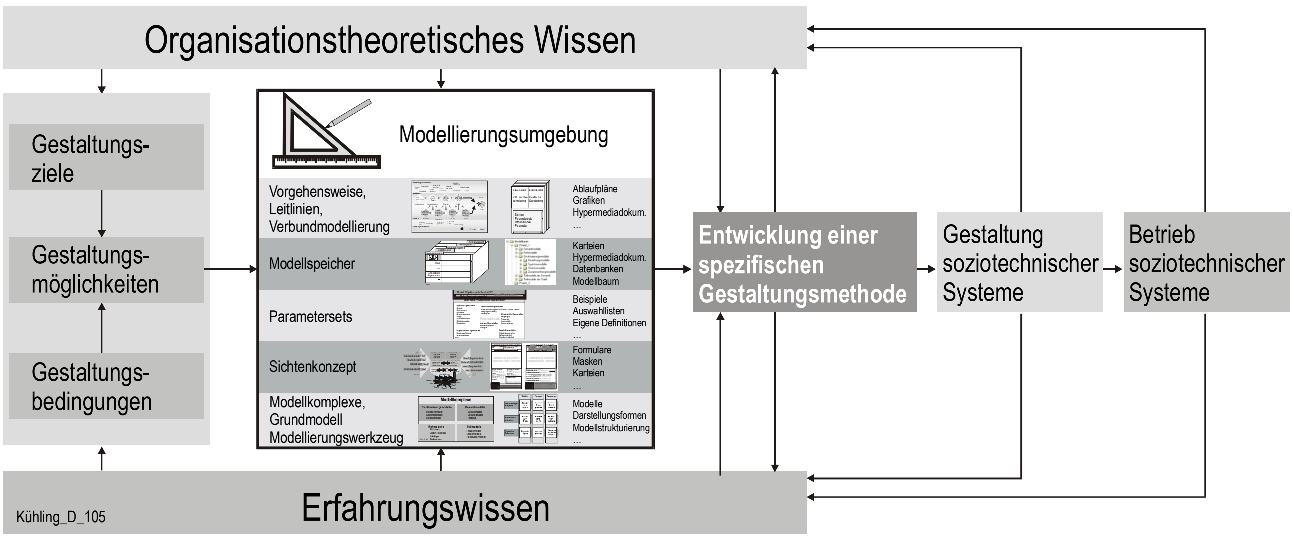


Bild 78: Symbiose zwischen organisationstheoretischem Wissen und Erfahrungswissen

7 Zusammenfassung und kritische Würdigung

Ähnlich wie Lebewesen müssen auch soziotechnische Systeme ihre Vorgehensweisen und Techniken selbst entwickeln, die es ihnen ermöglichen, in einer veränderlichen Umwelt zu überleben. Den bekannten Modellen des Anpassungsverhaltens von soziotechnischen Systemen, die Analogien zu Organismen unterstellen, ist gemeinsam, daß die Anpassung weitgehend als passiver Prozeß aufgefaßt wird. Danach ist das Überleben des Systems nur gewährleistet, wenn die Umweltbedingungen dies zulassen. Die Möglichkeiten einer gestaltenden Einflußnahme bleiben überwiegend unberücksichtigt. Darüber hinaus implizieren die biologisch orientierten Ansätze auf Grund ihres holistischen Charakters eine weitgehende Vernachlässigung einer aktiven Entscheidungsfindung, wie sie innerhalb soziotechnischer Systeme stattfindet. Diese Eigenschaft unterscheidet soziotechnische Systeme gerade im Hinblick auf ihre Gestaltung in signifikanter Weise von einfachen biologischen Organismen. Aus diesem Blickwinkel erscheint die **alleinige** Übertragung von Modellen biologischer (lebensfähiger) Systeme sowie der dazugehörigen evolutorischen Entwicklungsmaßnahmen nicht ausreichend. Soziotechnische Systeme erfordern vielmehr eigene Modelle und Entwicklungsmethoden, die ihrem spezifischen Charakter entsprechen.

Die in dieser Arbeit entwickelte Konzeption verbindet deshalb Modelle soziotechnischer Systeme, die als Bausteine ausgearbeitet sind und diesen spezifischen Charakter berücksichtigen, mit einer angepaßten Sammlung von Methodenbausteinen in einer kombinierten Vorgehensweise. Die Anwendung dieser Kombination in der Praxis hat gezeigt, daß sie bei der aktiven Entwicklung unternehmensspezifischer Gestaltungslösungen vor allem in den folgenden Punkten Unterstützung bietet:

- Kostenreduzierung durch eine bewährte Vorgehensweise bei der Gestaltung komplexer Gestaltungsobjekte.
- Schnellere Problemlösung während der Projektarbeit durch Zugriff auf eine einheitliche, integrierte und breit angelegte Modellierungsumgebung sowie erprobte Verfahren und Techniken.
- Vorgehenssicherheit für alle an der Projektarbeit beteiligten Personen durch umfassende und geschlossen anwendbare Modellierungsumgebung und Methodenbausteine.
- Risikominimierung durch konsequentes Prototyping auf einer breiten Akzeptanzbasis.
- Eine Dokumentation, die sowohl Projektablauf als auch Ergebnisse beschreibt.
- Abgestimmtes Vorgehen aller Beteiligten unterschiedlicher Hierarchieebenen und dadurch verbesserte Zusammenarbeit.
- Eine beliebige Anpaßbarkeit durch das Konzept der Modell- und Methodenbausteine.

Die vorliegende Konzeption ist durch zwei Hauptmerkmale charakterisiert:

- Sie geht zum einen von einem relativ umfassenden Modell der Organisation aus, das technische und soziale sowie statische und dynamische Aspekte gleichermaßen erfaßt und damit die Einseitigkeit traditioneller Organisationstheorien überwindet.
- Zum anderen wird die bewußte Organisationsgestaltung als aktiver, sich jedoch systemspezifisch unterschiedlich entwickelnder Prozeß untersucht. Damit wird ein neuer Ansatz gewählt, der in anderen, bekannten Organisationsansätzen kaum Parallelen besitzt.

Ein weiterer Fortschritt besteht darin, zahlreiche, bisher weitgehend unabhängig verfolgte Ansätze und Vorschläge in eine gewisse Ordnung gebracht zu haben. Diese Ordnung rechtfertigt es im Grunde erst, von einer „Konzeption“ zu sprechen. Die vorliegende Konzeption nimmt diese Integration am Beispiel der Produktion auf dem Fundament systemtheoretischer Erkenntnisse vor. Ausgangspunkt bildet dabei die Interpretation der Produktion als soziotechnisches System. Darauf aufbauend wurde ein pluralistischer Ansatz sozialer und technischer Planungsansätze abgeleitet, der sich für die Konzeption von großem Vorteil erwies, denn die Erfassung sowohl sozialer als auch technischer Systemkomponenten gestattet die Einbeziehung der gerade bei der Gestaltung wichtigen Interdependenzen zwischen den sozialen und technischen Aspekten in **einer** Sichtweise.

Die entwickelten Modelle soziotechnischer Systeme unterscheiden sich sowohl von jenen der traditionellen Organisationssoziologie, die das soziale System in den Vordergrund stellt als auch von den Modellen der traditionellen Organisationslehre, die unter Vernachlässigung der spezifisch sozialen Aspekte die technisch bedingte, formale Struktur zum Ausgangspunkt und Gegenstand ihrer Erörterungen macht. Entsprechend dieser, die technischen und sozialen Aspekte gleichermaßen umfassenden Konzeption der Organisationsmodelle wird auch das Problem der Gestaltung weiter gesehen als es bisher der Fall war. Im Rahmen der hier entwickelten Konzeption bedeutet „Gestalten" die spezifische Modellierung und konsensfähige Ausarbeitung von organisatorischen Veränderungen eines soziotechnischen Systems und bedingt sowohl eine Anpassung technischer und technologischer Aspekte als auch der damit eng verbundenen personalen und sozialen Aspekte. Die Konzeption eröffnet damit die Möglichkeit, gerade die enge Verflechtung dieser beiden Kategorien von Anpassungsproblemen sichtbar zu machen.

Besondere Bedeutung kommt dabei der in dieser Arbeit entwickelten Gesamtkonzeption im Hinblick auf die praxeologische Ausrichtung der entwickelten Modell- und Methodenbausteine zu. Auch wenn die einzelnen Modelle in ihrer inhaltlichen Ausrichtung am Beispiel der Produktion dargestellt wurden[34], geht die Konzeption von relativ umfassenden Grundsätzen des systemischen Denkens aus, die auch auf andere Bereiche einer Organisation übertragen werden können. Die Universalität der Konzeption ergibt sich unmittelbar aus der konsequenten Umsetzung systemtheoretischer Erkenntnisse in einheitlich und klar gegliederten Modellen. Dabei wurde eine neue Darstellung organisatorischer Systeme entwickelt und genutzt, die in der Vergangenheit immer wieder gefordert, jedoch bisher nur unzureichend realisiert wurde. Die einzelnen Subsysteme, Elemente und Relationen werden darüber hinaus in ihrem Zusammenhang herausgearbeitet, einander gegenübergestellt und so dokumentiert, daß sie für die unternehmensspezifische Gestaltung der Produktion nutzbar sind.

Die Konzeption ist umfassend angelegt und liefert einen vergleichsweise weiten Bezugsrahmen. Dies darf jedoch nicht darüber hinweg täuschen, daß der weite Rahmen bislang nur sehr beschränkt ausgefüllt ist. Damit rücken in dieser Arbeit letztlich ausgewählte Teilprobleme organisatorischer Gestaltungsprozesse in den Mittelpunkt der Betrachtung, während andere Bereiche trotz ihrer unumstrittenen Bedeutung in der Realität vernachlässigt werden mußten. Erst eine Verbindung und Integration dieser Konzeption mit vorhandenen und zukünftigen Konzeptionen läßt die ganze Breite organisatorischer Gestaltungsprobleme sichtbar werden. Es bleibt jedoch nicht nur zukünftigen Forschungen überlassen, wie eine solche Integration realisiert werden kann, der Autor wird selbst an dieser Integration weiterarbeiten. Es bleibt zu hoffen, daß mit der vorliegenden Konzeption bereits in Ansätzen jener breit angelegte modelltechnische und methodische Rahmen existiert, der für eine derartige Integration Voraussetzung ist.

Diese zunächst äußerst positive Beurteilung der Konzeption darf jedoch nicht die Aufmerksamkeit von jenen Mängeln und Verbesserungsnotwendigkeiten ablenken, die der Konzeption bislang zweifellos noch anhaften. Hierauf wurde im Laufe der Arbeit bereits an einigen Stellen im einzelnen hingewiesen. Darüber hinaus wurden an vielen Stellen bereits Überlegungen hinsichtlich einer Behebung solcher Mängel angestellt. Es kann daher auf eine eingehende Wiederholung dieser Gesichtspunkte verzichtet werden. Drei Gesichtspunkte sind jedoch an dieser Stelle abschließend her-

[34] Die Produktion wird als komplexes soziotechnisches System aufgefaßt, das einerseits aus verschiedenen Subsystemen und Elementen aufgebaut ist, die untereinander in Relation stehen und andererseits in vielfältiger Weise mit Elementen seiner Umwelt durch Transaktionsbeziehungen verflochten ist.

vorzuheben. Sie sollen gewissermaßen als Ausblick dienen und zur Ergänzung und Modifikation der Konzeption anregen:

- Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß der Gestaltungsprozeß als komplexer kollektiver Problemlösungs- und Entscheidungsprozeß aufzufassen ist. Die Modellvorstellungen über multipersonale Entscheidungsprozesse könnten eine wesentliche Präzisierung der Überlegungen bewirken. Die Entscheidungsprozesse müssen dabei einerseits durch zu entwickelnde Entscheidungsmodelle unterstützt werden, die dann Modellbausteine zur Einordnung, Bewertung und Gegenüberstellung der entwickelten Gestaltungsvarianten bereitstellen. Andererseits bieten Erklärungsmodelle bei der Entscheidung wertvolle Unterstützung, denn diese machen dem Gestalter Zusammenhänge transparent und helfen dadurch Entscheidungen vorzubereiten. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag im Bereich der Ausarbeitung einer grundsätzlichen Konzeption sowie in der deskriptiven Ausarbeitung der Beschreibungsmodelle und ihrer Elemente. Erklärungs- und Entscheidungsmodelle, die mit der entwickelten Konzeption konform sind, existieren bisher nur in Ansätzen, die hier aufgrund ihrer Unvollständigkeit nicht beschrieben werden konnten. Auf dem Gebiet der Erklärungs- und Entscheidungsmodelle existiert somit noch ein erheblicher Forschungsbedarf. Hier sind insbesondere Regeln zu entwickeln, die den Gestalter bei der Erklärung und Entscheidung unterstützen. Darüber hinaus bietet jede erarbeitete Liste und jedes Modell in dieser Arbeit reichlich Angriffsfläche und Potential, ergänzt und modifiziert zu werden.
- Die Tauglichkeit der Modelle und Methoden konnte anhand von vereinzelten Simulations- und Laborexperimenten, anhand kritischer Diskussionen mit Experten und anhand eines Praxisbeispiels überprüft werden. Eine **breite** Untersuchung der Tauglichkeit und der Wirkung der Konzeption auf reale Organisationen steht jedoch noch aus. Hier besteht ebenfalls noch Handlungsbedarf.
- Eng mit den geäußerten Hypothesen (s. Kapitel 1.2) verbunden ist schließlich das Problem der Messung und Bewertung der Wirksamkeit der verschiedenen Modell- und Methodenbausteine. In der Literatur finden sich i.d.R. nur Konzeptionen, welche die Beurteilung der Zweckmäßigkeit der einzelnen Instrumente auf die Frage reduzieren, welche Instrumente in den jeweiligen Ausgangssituationen überhaupt geeignet sind, die gesteckten Ziele zu erreichen. Auch die vorliegende Konzeption macht hier keine Ausnahme. Insbesondere die entwickelten Methodenbausteine unterscheiden sich z.T. erheblich in ihrer Wirksamkeit voneinander. Eine kritische Beurteilung dieser Bausteine in der Praxis durch andere Anwender steht noch aus.

Gelingt es, die im Rahmen dieser Arbeit aufgezeigten Ansätze weiter zu entwickeln, die Modelle und Methoden auszubauen, weitere Disziplinen zu integrieren und die aufgezeigten Mängel der Konzeption zu beheben, so stellt die Konzeption ein Instrument der praktischen Organisationsgestaltung dar, das eine Bereicherung ingenieur- und wirtschaftswissenschaftlicher Aussagensysteme bedeutet.

8 Literaturverzeichnis

/ACHT84/ Achtenhagen, F.:
Entscheidungstheorie.
In: Ch. Wulf (Hrsg.) Wörterbuch der Erziehung.
Pieper, München, 1984

/ACKE66/ Acker, H. B.:
Organisationsanalyse - Verfahren und Techniken praktischer Organisationsarbeit.
Baden-Baden, 2. Aufl., 1966

/AGGT90/ Aggteleky, B.:
Fabrikplanung. Bd. 1-3
Carl Hanser Verlag, München, 1990

/AGGT92/ Aggteleky, B.; Bajna, N.:
Projektplanung - Ein Handbuch für Führungskräfte.
Carl Hanser Verlag, München, 1992

/ALLP33/ Allport, F. H.:
Institutional Behavior.
Chapel Hill, N.C., 1933

/AMIC93/ ESPRIT Consortium Amice (Hrsg.):
CIMOSA: Open System Architectur.
Berlin u.a., 2 Aufl., 1993

/ANSO76/ Ansoff, H. I.; Declerck, R. P.; Hayes, R. L.:
From Strategic Planing to Strategic Management.
In: Ansoff, H. I.; Declerck, R. P.; Hayes, R. L.(Hrsg.): From Strategic Planing to Strategic Management.
John Wiley & Sons, London u.a., 1976

/ANTO87/ Antonoff, R.:
Synergie.
In: Blick durch die Wirtschaft, 1987

/ARGY60/ Argyris, C.:
Understanding Organizational Behaviour.
Tavistock, London, 1960

/ASHB64/ Ashby, W. R.:
An Introduction to Cybernetics.
London, 1964

/AWF90/ AWF (Hrsg.):
Integrierte Fertigung von Teilefamilien. Band 1: Das Konzept der Fertigungsinseln und seine Gestaltungskomponenten.
Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1990

/BACK85/ Backhaus, J.:
Partizipation.
In: Neske, F.; Wiener, M. (Hrsg.): Managementlexikon.
Deutscher Betriebswirte-Verlag, Gernsbach, 1985

/BARN70/ Barnard, C. I.:
The Function of thr Executiv.
Mass, Cambridge, 1970

/BART87/ Bartlöke, K.:
Führung bei Mitbestimmung.
In: Kieser, A.; Reber, G.; Wunderer, R. (Hrsg.): Handwörterbuch der Führung. C.E. Poeschel Verlag GmbH, Stuttgart, 1987

/BECK87/ Beckhard, R.; Harris, R. T.:
Organizational Transition - Managing Complex Change.
Addison-Wesley, 2 Aufl., 1987

/BECK96/ Beckmann, H.:
Theorie einer evolutionären Logistik-Planung - Basiskonzepte der Unternehmensentwicklung in Zeiten zunehmender Turbulenzen unter Berücksichtigung des Prototypingansatzes.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1996

/BECK98/ Beckmann, H.; Kühling, M.; Laakmann, F.:
Überlegungen zur Gestaltung großer Netze in der Logistik mit Hilfe von Konstruktionsregelwerken und –baukästen.
In: Kuhn, A. (Hrsg.) Wege zur innovativen Fabrikorganisation Band 1.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1998

/BEER73/ Beer, S.:
Kybernetische Führungslehre.
Frankfurt, New York, 1973

/BENN63/ Bennis, W.:
A New Role for the Behavioral Science - Effective Organizational Change.
In: Administrative Science Quaterly, Vol 8, pp 125-165, 1963

/BINN96/ N.N.:
Ganzheitliches Konzept der Unternehmensgestaltung mit SYCAT.
Dr. Binner CIM-house GmbH, Hannover, 1996

/BISS97/ Bissel, D.:
Beitrag zur prozeßorientierten Planung dynamischer Fabriksysteme.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1997

/BLEI92/ Bleicher, K.:
Das Konzept Integriertes Management.
Campus Verlag, Frankfurt, New York, 1992

/BLOH77/ Blohm, H.:
Organisation, Information und Überwachung.
Wiesbaden, 3. Aufl., 1977

/BRAN96/ Brankamp, K.:
Zielplanung.
In: Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Betriebshütte - Produktion und Management. Springer-Verlag, Berlin, u.a., 7. neu bearbeitete Auflage, 1996

/BRIG93/ Briggs, J.; Peat, F. D.:
Die Entdeckung des Chaos.
Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 1993

/BÜCH97/ Büchi, R.; Chrobok, R.:
Organisations- und Planungstechniken im Unternehmen: Methoden, Instrumente und Handlungsempfehlungen nach dem Ganzheitlichen Organisationsmodell.
Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1997

/BULL94/ Bullinger, H.-J.:
Neue Impulse für eine erfolgreiche Unternehmensführung. Customer Focus – Business Reengineering.
13. IAO-Arbeitstagung 13./15. April 1994
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1994

/BUSC91/ Busch, U.:
Produktivitätsanalyse. Weg zur Steigerung der Wirtschaflichkeit - eine Anleitung für Organisationen, Controlling und Unternehmensberatung.
3. Aufl., 1991

/CAMP62/ Campbell, D. T.:
Blind Variation and Selective Retention Processes in Creative Thought as in other Knowledge Processes.
In: General Systems VII, 1962

/CHAM97/ Chamoni, P.:
Objektorientierte Simulation von Geschäftsprozessen.
In: Fortschritte in der Simulationstechnik, 11. Symposium „Simulationstechnik" in Dortmund, Hrsg.: Kuhn, A.; Wenzel, S., 1997

/CHES73/ Chestnut, H.:
Metoden der Systementwicklung.
München, 1973

/CHMI82/ Chemielewicz, K.:
Theoriebildung in der Betriebswirtschaftslehre.
In: Albers, H: Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaften.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 1982

/CIMO87/ CIMOSA:
Strategic Management and Desing Issues.
In: AMICE-Consortium, 1987- ESPRIT Projekt Nr. 688 im Auftrag der Eropäischen Gemeinschaft.

/COME85/ Comelli, G.:
Training als Beitrag zur Organisationsentwicklung.
Carl Hanser Verlag, München, 1985

/DAEN76/ Daenzer, W. F.:
Systems Engineering - Leitfaden zur methodischen Durchführung umfangreicher Planungsvorhaben.
Zürich, 2. Aufl., 1976

/DAEN92/ Daenzer, W. F.; Huber, F.:
Systems Engineering . Methodik und Praxis.
Zürich, 2. Aufl., 1992

/DALK63/ Dalkey, N. D.; Helmer, O.:
An experimental application of Delphi method to the use of experts.
In: Management Science, Nr. 9, S. 458-467, 1963

/DANG91/ Dangelmaier, W. u.a. :
Jahresbericht 1990 des Arbeitskreises 3.1 der CIM-AG.
In: AK 3.1, 1991 (AK 3.1/91-104)-Forschungsbericht. Forschungsprojekt wissenschaftliche Grundlagen und Zuarbeit zur CIM–Schnittstellennormung im Auftrag des BMFT.

/DANG99/ Dangelmaier, W.:
Fertigungsplanung – Planung von Aufbau und Ablauf der Fertigung.
Springer Verlag, 1999

/DICH78/ Dichtl, E.; Schobert, R.:
Mehrdimensionale Skalierung - Methodische Grundlagen und betriebswirtschaftliche Anwendungen.
München, 1978

/DIEN72/ Dienstbach, H.:
Dynamik der Unternehmungsorganisation - Anpassung auf der Grundlage des „Planned Organisational Change".
Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden, 1972

/DIN68/ DIN 19226:
Steuerungstechnik und Regelungstechnik.
Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß.
Berlin, Köln, 1968

/DOLE81/ Dolezalek, C. M.; Warnecke, H. J.:
Planung von Fabrikanlagen.
Springer Verlag, Berlin, 2. Aufl., 1981

/DUBI65/ Dubin, R.:
Person and Organization.
In: Haire, M. (Hrsg.): Management and Organizational Behavior Theories. New York, 1965

/DYLL81/ Dyllick, T.:
Organisationstheorie 1.
In: Management Zeitschrift, Vol. 10, Nr. 9, 1981

/EMER82/ Emery, F.; Thorsrud, E.:
Industrielle Demokratie - Bericht über das norwegische Programm der industriellen Demokratie.
Hans Huber Verlag, Bern, Stuttgart, Wien, 1982

/ENCA98/ N.N.:
Microsoft - Encarta 98 Enzyklopädie.
Langenscheidt KG, Berlin und München, 1998

/EVER94 Eversheim, W.(Hrsg.):
Prozeßorientierte Unternehmensorganisation - Konzepte und Methoden zur Gestaltung „schlanker" Organisationen.
Berlin u.a., 1994

/EVER96/ Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.):
Betriebshütte - Produktion und Management.
Springer-Verlag, Berlin, u.a., 7. neu bearbeitete Auflage, 1996

/FANG96/ Fang, D.:
Entwicklung eines wissensbasierten Assistenzsystems für die Planung von Lagersystemen.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1996

/FAYO29/ Fayol, H.:
Allgemeine und industrielle Verwaltung.
München, Berlin, 1929

/FLEC67/ Flechtner, H. J.:
Grundbegriffe der Kybernetik – Eine Einführung.
Stuttgart, 1967

/FRAN80/ Franke, H.:
Problemlösen und Kreativität.
Bratt, Goch, 1980

/FRAN94/ Franke, R.; Zerres, M. P.:
Planungstechniken, Instrumente für zukunftsorientierte Unternehmensführung.
In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Verlagsbereich Wirtschaftsbücher, Frankfurt a. M., 4. Aufl., 1994

/FRES88/ Frese, E.:
Grundlagen der Organisation - Die Organisationsstruktur der Unternehmung.
Wiesbaden, 4. Aufl., 1988

/FREY75/ Frey, S. R.:
Plant Layout.
Carl Hanser Verlag, München, 1975

/FUCH73/ Fuchs, H.:
Systemtheorie und Organisation - Die Theorie offener Systeme als Grundlage zur Erforschung und Gestaltung betrieblicher Systeme.
Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden, 1973

/GABL98/ N.N.:
Gabler Wirtschaftslexikon.
Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, 14. Auflage, Wiesbaden, 1998

/GAIT83/ Gaitanides, M.:
Prozeßorganisation.
Verlag Vahlen, München, 1983

/GERL96/ Gerlach, H.-H.; Bissel, D.; Kühling, M.:
Virtuelle Fertigungsinseln.
In: Industrie Management, 12 (1996), Nr. 3, S. 21-24, 1996

/GERL98/ Gerlach, H.-H.:
Flexible Strukturen für eine dynamische Produktion.
In: Technica, Nr.12, 1998

/GOME75/ Gomez, P.; Malik, F., Oeller, K. H.:
Systemmethodik: Grundlagen einer Methodik zur Erforschung und Gestaltung komplexer soziotechnischer Systeme.
Bern, Stuttgart, 1975

/GOME93/ Gomez, P., Zimmermann, T.:
Unternehmensorganisation.
Campus Verlag, Frankfurt, New York, 1993

/GORD61/ Gordon, W. J. J.:
Synectics, the development of creative capacity.
Harper, New York,1961

/GÖTT90/ Göttker, A.:
Teilefamilienbildung - Vergleich rechnergestützter Verfahren.
Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1990

/GREF90/ Greffrath, M.:
Das Prinzip Goldmarie.
In: Die Zeit, Nr.6, 1990

/GROC74/ Grochla, E.:
Integrierte Gesamtmodelle der Datenverarbeitung. Entwicklung und Anwendung des Kölner Integrationsmodelles (KIM).
Carl Hansen Verlag, München, Wien, 1974

/GROC75/ Grochla, E.:
Organisationstheorie 1. und 2. Teilband.
C.E. Poeschel Verlag GmbH, Stuttgart, 1975

/GROC78/ Grochla, E.:
Einführung in die Organisationstheorie.
Stuttgart, 1978

/GROC82/ Grochla, E.:
Grundlagen der organisatorischen Gestaltung.
Stuttgart, 1982

/GROß74/ Große-Oetringhaus, W. F.:
Fertigungstypologie unter dem Gesichtspunkt der Fertigungsablaufplanung.
Berlin, 1974

/GUTE70/ Gutenberg, E.:
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, Die Produktion.
Springer-Verlag, 17. Aufl., Berlin, Heidelberg, u.a., 1970

/HABE65/ Haberstroh, C. J.,
Organization Design and Systems Analysis.
In: J. G. March (Hrsg): Handbook of Organization, S.1171-1211
Chicago, 1965

/HÄFE93/ Häfele, W.:
Systemische Organisationsentwicklung – Eine evolutionäre Strategie für kleine und mittlere Organisationen.
Verlag Peter Lang, 2. veränderte Auflage, Frankfurt u.a., 1993

/HAID70/ Haidekker, A.:
Beeinflussung der Nachfrage durch kybernetische Modelle.
Neuwied, Berlin, 1970

/HALL62/ Hall, A.. D.:
A Methodology for Systems Engineering.
Prinston, 1962

/HAME92/ Hamel, W.:
Zielsysteme.
In: HWO, Sp. 2634-2652, Stuttgart, 3 Aufl., 1992

/HANN88/ Hanna, D. P.:
Designing Organizations for High Performance.
Addison- Wesley, 1988

/HECK69/ Heckhausen, H.:
Die Motivation der Anspruchsniveausetzung.
In: Thomae, H.: Die Motivation menschlichen Handelns.
Köln, Berlin, 5. Aufl., 1969

/HEIN66/ Heinen, E.:
Das Zielsystem der Unternehmung.
Wiesbaden, 1966

/HEIN71/ Heinen, E.:
Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen. Das Zielsystem der Unternehmung.
Wiesbaden, 2. Aufl., 1971

/HEIN76/, Heinen, E.:
Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen. Das Zielsystem der Unternehmung.
Wiesbaden, 3. Aufl., 1976

/HELL78/ Hellfritz, H.:
Innovation via Galeriemethode.
Eigenverlag, Königstein, 1978

/HENN90/ Henning, K.; Marks, S.:
Systemisches Management - Ein organisationskybernetischer Ansatz zur Steuerung von Unternehmen in turbulenten Umwelten.
In: Cazap, H. (Hrsg.): Unternehmensstrategien im sozio-ökonomischen Wandel. Duncker & Humbolt, Berlin, 1990

/HERZ59/ Herzberg, F.; Mausner, B.; Snyderman, B.:
The Motivation to Work.
New York, 2. Aufl., 1959

/HESS95/ Hess, T.; Brecht, L.; Österle, H.:
Stand und Defizite der Methoden des Business Process Redesign.
In: Wirtschaftsinformatik, Nr. 37, S. 480 - 486, 1995

/HILL76/ Hill, W.; Fehlbaum, R.; Ulrich, P.:
Organisationslehre, Bd. 1 und 2.
Verlag Paul Haupt 2. verbesserte Aufl., Bern und Stuttgart, 1976

/HILL92/ Hill, W.; Fehlbaum, R.; Ulrich, P.:
Organisationslehre 2. Theoretische Ansätze und praktische Methoden der Organisation sozialer Systeme.
Verlag P. Haupt, 4. Aufl., Bern, Stuttgart, 1992

/HOFF76/ Hoffmann, F.:
Entwicklung der Organisationsforschung.
Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden, 1976

/HOFF80/ Hoffmann, F.:
Führungsorganisation, Bd. 1 und 2.
J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen, 1980

/HOFF87/; Hoffmann, H.:
Krativitätstechniken für Manager.
Moderne Industrie - Landsberg, 1987

/JOHN67/ Johnson, R. A.; Kast, F. E.; Rosenzweig, J. E.:
The Theory and Management of Systems.
New York u.a., 2. Aufl., 1967

/KAES96/ Kaeseler, J.:
Marktanalyse Geschäftsprozeßoptimierung.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1996

/KAPP87/ Kappler, E.:
Partizipation und Führung.
In: Kieser, A.; Reber, G.; Wunderer, R. (Hrsg.): Handwörterbuch der Führung. C.E. Poeschel Verlag GmbH, Stuttgart, 1987

/KASP87/ Kaspar, W.:
Organisationskultur - über den Stand der Forschung.
Wien, 1987

/KAST67/ Kast, F. E.; Rosenzweig, J. E.:
Die Bedeutung des Systembegriffs für die Unternehmensführung.
In: Management International Review, S. 103-110, 1967

/KATZ66/ Katz, D.; Kahn, R. L.:
The Social Psychology of Organisations.
New York, London, Sydney, 1966

/KAUF72/ Kaufmann, A.; Fustier, M.; Drevet, A.:
Moderne Methoden der Kreativität.
Moderne Industrie, München, 1972

/KEPN73/ Kepner, C.H.; Trego, W.B:
Rationales Management. Probleme lösen – Entscheidungen fällen.
Wiesbaden, 1973

/KETT84/ Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-R.:
Leitfaden der systematischen Fabrikplanung.
Carl Hanser Verlag, München, 1984

/KIES81/ Kieser, A.:
Organisationstheoretische Ansätze.
Verlag Franz Vahlen GmbH, München, 1981

/KIES83a/ Kieser, A.; Kubicek, H.:
Organisationstheorien. 2 Bd.
Berlin, 1983

/KIES83b/ Kieser, A.; Kubicek, H.:
Organisation.
Walter de Gruyter, 2. Neubearbeitung und erweiterte Auflage, Berlin, New York, 1983

/KIRS70/ Kirsch, W.:
Entscheidungsprozesse. Bd. 1: Verhaltenswissenschaftliche Ansätze der Entscheidungstheorie.
Wiesbaden, 1970

/KIRS71/ Kirsch, W.:
Entscheidungsprozesse, Bd. 2: Informationsverarbeitungstheorie des Entscheidungsverhaltens.
Wiesbaden, 1971

/KIRS80/ Kirsch, W.; Esser, W. M.:
Entscheidungstheorie.
In: HWO, Stuttgart, 1980

/KLÖP91/ Klöpper, H. J.:
Logistikorientiertes strategisches Management – Erfolgspotentiale im Wettbewerb.
Verlag TÜV Rheinland, 1991

/KOSI61/ Kosiol, E.:
Organisation der Unternehmung.
Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden, 1961

/KOSI65/, Kosiol, E.; Szyperski, N.; Chemielewicz, K.:
Zum Standort der Systemforschung im Rahmen der Wissenschaften.
In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, S. 337-378, 1965

/KOSI70/, Kosiol, E.:
Organisation der Unternehmensführung.
In: Löffelholz, J.: Repetitorium der BWL, Wiesbaden, 3. Aufl., 1970

/KRÜG83/ Krüger, W.:
Grundlagen der Organisationsplanung.
Gießen, 1983

/KRÜG92/ Krüger, W.:
Organisationsmethodik.
In: HWO, Sp. 1572-1589, Stuttgart, 3 Aufl., 1992

/KÜHL97a/ Kühling, M.; u.a.:
Kundenorientierung in der Schmiedeindustrie durch Virtuelle Fertigungsinseln.
In: Schmiede-Journal, Nr. 3, S. 20, 1997

/KÜHL97b/ Kühling, M.; Thorlümke, K.:
Die Kapazitätsbörse als Instrument einer kooperativen Fertigungssteuerung.
In: Industrie Management, 13 (1997), Nr. 4, S. 13-17, 1997

/KÜHL97c/ Kühling, M.:
Neue Perspektiven der Dezentralisierung – Innerbetriebliche Marktwirtschaft sichert Kundenorientierung in der Produktion.
In: Tagungsband „Produktion als Dienstleistung“, 10. Ilmenauer Wirtschaftsforum, 6. November 1997, S. 223-232, Ilmenau, 1997

/KÜHL98a/ Kühling, M.:
Kapazitätsplanung und -steuerung in Virtuellen Fertigungsinseln mit Hilfe einer Kapazitätsbörse.
In: Kuhn, A. (Hrsg.): Wege zur Innovativen Fabrikorganisation, Band 1, Verlag Praxiswissen, Reihe Fabrikorganisation, 1998

/KÜHL98b/ Kühling, M.:
Vergleich herkömmlicher und Virtueller Fertigungsinseln.
Fachvortrag zum Festkolloquium anläßlich des 70. Geburtstages von Prof. Dr.-Ing. H.-H. Gerlach

/KÜHL98c/ Kühling, M.:
Endbericht zum AIF-Forschungsprojekt (Nr.: 10410): Entwicklung des Strukturierungskonzeptes „Virtueller Fertigungsinseln“ für Produktionsbereiche der Schmiedeindustrie.
Beziehbar über FSV, Hagen, Goldene Pforte 1, 1998

/KÜHL98d/ Kühling, M.:
Gruppenarbeit am Beispiel der Schmiedeindustrie.
FSV-Tagung „Neue Wege in der Reorganisation von Zulieferunternehmen“, 25. Mai 1998, Hagen, 1998

/KÜHL98e/ Kühling, M.:
Virtuelle Fertigungsinseln – Anspruch und Wirklichkeit in der Fertigung wachsen zusammen.
Tagung: „Anspruch und Wirklichkeit moderner Fertigungsorganisation“, 16. Juli 1998, Stadtilm, 1998

/KÜHN96/ Kühnle, G.H.H.:
Strukturplanung.
In: Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Betriebshütte - Produktion und Management.
Springer-Verlag, Berlin, u.a., 7. neu bearbeitete Auflage, 1996

/KUHN92/ Kuhn, A.:
Modellgestützte Logistik – Methodik einer permanenten, ganzheitlichen Systemgestaltung.
VDI-Bericht Nr. 949, 1992

/KUHN95a/ Kuhn, A.:
Prozeßketten in der Logistik. Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1995

/KUHN95b/ Kuhn, A.; Bissel, D.:
Segmentierung auf der Basis von logistischen Prozeßmodellen.
In: Fachtagung „Planung von Logistiksystemen 1995 – Kooperation und Integration". Magdeburg, 12-13. Oktober, 1995

/LAWR67/ Lawrence, P. R.; Lorsch, J. W.:
Organization and Enviroment - Managing Differentiation and Integration.
Havard University, Bosten, 1967

/LAZA61/ Lazarfeld, P. F.; Menzel, H.:
On the Relation between Individual and Collective Properties.
In: Etzioni, A. (Hrsg.): Coplex Organisations.
New York, Chicago u.a., 1961

/LÄUT92/ Läuter, J.:
Stabile multivariate Verfahren.
Akademie Verlag, Berlin, 1992.

/LIND65/ Lindblom, Ch. E.:
The Intellegence of Democracy.
London, New York, 1965

/LUHM64/ Luhmann, N.:
Funktionen und Folgen formaler Organisationen.
Berlin, 1964

/LUHM81/ Luhmann, N.:
Soziologische Aufklärung 3. Soziales System, Gesellsch., Organisation.
Opladen, 1981

/MALI92/ Malik, F.:
Strategie des Managements komplexer Systeme – Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme.
Verlag Paul Haupt, 4. Aufl., Bern, Stuttgart, Wien, 1992

/MANN87/ Mann, L.:
Sozialpsychologie.
Psychologie Verlags Union, München, 1987

/MARC65/ March, J. G.:
Handbook of Organisations.
Chicago, 1965

/MARC76/ March, J.G.; Simon, H.A.:
Organisation und Individuum. Menschliches Verhalten in Organisationen.
Wiesbaden, 1976

/MARK91/ Marks, S.:
Gemeinsame Gestaltung von Technik und Organisation in soziotechnischen kybernetischen Systemen.
VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 1991

/MASL77/ Maslow, A.:
Motivation und Persönlichkeit.
Olten, 1977

/MAYO33/ Mayo, E.:
The Human Problems of an Industrial Civilization.
Macmillan, Boston, 1933

/MCCL65/ McClelland, D.:
Leistungsmotivation läßt sich entwickeln.
In: Harvard Business Review, 11+12, Second revision, 1965

/MCGR73/ McGregor, D.:
Der Mensch im Unternehmen.
Düsseldorf, Wien, 3. Aufl., 1973

/MEYE93/ N.N.:
Meyers Neues Lexikon.
Meyers Lexikonverlag, Mannheim u.a., 1993

/MORT59/ Morton, J. A.:
Integration of Systems Engieering with Component Development.
In: Electrical Manufacturing, 1959

/MOSE93/ Moser, J.:
An overview of knowledge aquisition.
Springer Verlag, Berlin u.a., 1993

/MUCH95/ Much, D.; Nicolai, H.:
PPS-Lexicon.
Cornelsen Verlag, 1995

/MÜLL72/ Müller-Peuss, J. H.:
Organisationsmethoden.
Heidelberg, 3. Aufl., 1972

/MÜLL92/ Müller, R.:
Fertigungsinsel.
Expert Verlag, 1992

/NEUM44/ Neumann, J. v.; Morgenstern, O.:
Theory of Games and Economic Behavior.
Princeton, 1944

/NIMM75/ Nimmergut, J.:
Regeln und Training der Ideenfindung.
München, 1975

/NIPP96/ Nippa, M.; Picot, A. (Hrsg.):
Prozeßmanagement und Reengineering.
Frankfurt, 2. Aufl., 1996

/NORD34/ Nordsieck, F.:
Grundlagen der Organisationslehre.
Stuttgart, 1934

/OPTN60/ Optner, S. L.:
Systems Analysis for Business Management.
Englewood Cliffs, 1960

/OSBO57/ Osborn, A. F.:
Applied imagination - Principels and produces of creative thinking.
New York, 1957

/PAHL87/ Pahl, G.:
Grundlagen der Konstruktionstechnik.
In: DUBBEL – Taschenbuch für den Maschinenbau., 16. Auflage, 1987

/PAHL90/ Pahl, G.:
Grundlagen der Konstruktionstechnik.
In: Beitz, W.; Küttner, K. H. (Hrsg.): Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau. Springer Verlag, Berlin u.a., 17. Aufl., 1990

/PIEL87/ Piel, N.:
Strategien der Entscheidungsfindung in bürokratischen Organisationen.
Centaurus, Pfaffenweiler, 1987

/PIEL95/ Pielok, T.:
Prozeßketten-Management - Analyse und Modulation von Prozeßketten mittels Logistic Function Deployment.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1995

/PLÖT94/ Plötz, A.:
CIMOSA - erste Erfahrungen aus der Anwendung.
In: VDI-Z, Nr. 136, S. 24 - 26, 1994

/POPP72/ Popper, K. R.:
Objective Knowledge - An Evolutionary Approach.
London, 1972

/PORT92/ Porter, M. E.:
Wettbewerbsvorteile – Spitzenleistungen erreichen und behaupten.
Campus Verlag, Frankfurt, 1992

/PROB89/ Probst, G. J. B.; Gomez, P.:
Vernetztes Denken – Unternehmen ganzheitlich führen.
Wiesbaden, 1989

/PROB91/ Probst, G. J. B.; Gomez, P.:
Die Methodik des vernetzten Denkens zur Lösung komplexer Probleme.
In: Probst, G. J. B.; Gomez, P. (Hrsg.): Vernetztes Denken - Ganzheitliches Führen in der Praxis. Wiesbaden, 2.Aufl., 1991

/REBE81/ Reber, G.:
Individuelle Voraussetzung von Kooperation und Konflikt.
In: Grunwald, W.; Liege, H. G.: Kooperation und Konkurrenz in Organisationen. Bern, Stuttgart, 1981

/REFA85/ REFA, Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisationen e.V.:
Methodenlehre der Planung und Steuerung. (Teil 5)
Carl Hanser Verlag, München, 1985

/REIC96/ Reichwalt, R.; Höfer, C.; Weichselbaumer, J.:
Erfolg von Reorganisationsprozessen, Leitfaden zur strategieorientierten Bewertung.
Stuttgart, 1996

/REIß94/ Reiß, M.:
Implementierung dezentraler Produktionskonzepte.
In: Corsten, H. (Hrsg.): Handbuch Produktionsmanagement. Wiesbaden, 1994

/REMM97/ Remme, M.:
Konstruktion von Geschäftsprozessen.
Wiesbaden, 1997

/RICE58/ Rice, A. K.:
Productivity and Social Organizations: The Ahmedabad Experiment.
Tavistock, London, 1958

/RIEC80/ Rieckmann, H.:
Organisationsentwicklung und soziotechnische Systemgestaltung.
In: Koch, U.; Meuers, H.; Schuck, M. (Hrsg.): Organisationsentwicklung in der Praxis. Lang, Frankfurt am Main, Bern, 1980

/RIEC82a/ Rieckmann, H.:
Auf der grünen Wiese... – Organisationsentwicklung einer Werksneugründung. Soziotechnisches Design und Offene System-Planung.
Paul Haupt Verlag, Bern Stuttgart, 1982

/RIEC82b/ Rieckmann, H.:
Offene-System-Planung - Ein Element strategischer Unternehmens– und Organisationsentwicklung.
In: Organisationsentwicklung, Nr. 3, 1982

/RIEC87/ Rieckmann, H.:
Organisationsentwicklung - Oder: Das Problem der Organisation von Lernen in Organisationen, die lernen wollen (sollen).
In: Kalier, N. (Hrsg.): Neue Ansätze der betrieblichen Weiterbildung in Österreich. Band 1: Organisationslernen.
Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft, 1987

/RIEC90/ Rieckmann, H.; Weissengruber, P. H.:
Managing the Unmanagebel? – Oder: Lassen sich komplexe Systeme überhaupt noch steuern? Offenes Systemmanagement mit dem OSTO-Systemansatz.
In: Krauss, H.; Kailer, N.; Sander, K. (Hrsg.): Managing Development im Wandel. Manz Verlag, Wien, 1990

/ROET39/ Roethlisberger, F. J.; Dickson, W. J.:
Management and the Worker.
In: Havard University Press, Cambridge, 1939

/ROET54/ Roethlisberger, F. J.:
Betriebsführung und Arbeitsmoral.
Köln, Opladen, 1954

/ROHR69/ Rohrbach, B.:
Kreativ nach Regeln. - Methode 635, eine neue Technik zum Lösen von Problemen.
In: Absatzwirtschaft, Nr. 12, S. 73-75, 1969

/ROPO75/ Ropohl, G.:
Systemtechnik – Grundlagen und Anwendung.
Hanser Verlag, München, 1975

/ROPO79/ Ropohl, G.:
Eine Systemtheorie der Technik - Grundlegung der allgemeinen Theorie.
Carl Hanser Verlag, München, Wien, New York, 1979

/SCHA78/ Schaubenberg, B.:
Zur Logistik kollektiver Entscheidung.
Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden, 1978

/SCHE84/ Schein, E. H.:
Soll und kann man eine Organisationskultur verändern? - Organisationsentwicklung vor neuen Fragestellungen.
In: GDI-Impuls, 1984

/SCHE94/ Scheer, A.-W.:
Wirtschaftsinformatik.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, u.a., 1994

/SCHE98/ Scheer, A.-W.:
ARIS – Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, u.a., 1998

/SCHL85/ Schlicksupp, H.:
Innovation, Kreativität und Ideenfindung.
Vogel Verlag, Würzburg, 1985

/SCHM80/ Schmidt, G.:
Die Entwicklung von Organisationsmethoden und Techniken.
In: zfo, Nr. 6, 1980

/SCHM86/ Schmäing, E.H.:
Das humanistische Denken in der Kybernetik und die Gewinnmaximierung.
In: Orientierung zur Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik, 1986

/SCHM89/ Schmidt, G.:
Methode und Techniken der Organisation.
Verlag Dr. Götz Schmidt, Gießen, 1989

/SCHM94/ Schmidt, G.:
Methode und Techniken der Organisation.
Verlag Dr. Götz Schmidt, Gießen, 10. Aufl., 1994

/SCHN92/ Schneider-Winden, K.:
Industrielle Planungstechniken.
VDI-Verlag, 1992

/SCHU95/ Schulte-Zurhausen, M.:
Organisation.
Verlag Franz Vahlen, München, 1995

/SEIW79/ Seiwert, L.:
Mitbestimmung und Zielsystem der Unternehmung.
Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1979

/SIEM74/ Siemens AG (Hrsg.):
Organisationsplanung - Planung durch Kooperation.
Berlin, München, 1974

/SIMO55/ Simon, H. A:
Das Verwaltungshandeln - Eine Untersuchung der Entscheidungsvorgänge in den Behörden und privaten Unternehmen.
Stuttgart, 1955

/STAC73/ Stachowiak, H.:
Allgemeine Modelltheorie.
Springer Verlag, Wien, 1973

/STAE73/ Staehle, W. H.:
Organisation und Führung sozio-technischer Systeme. Grundlagen einer Situationstheorie.
Ferdinand Enke Verlag , Stuttgart, 1973

/STAE89/ Staehle, W. H.:
Management - Eine Verhaltenswissenschaftliche Perspektive.
Verlag Franz Vahlena, München, 4. Aufl., 1989

/TAYL13/ Taylor, F. W.:
Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung.
Verlag Oldenbourg, München, 1913

/TAYL92/ Taylor, D.A.:
Objektorientierte Technologien - Ein Leitfaden für Manager.
Addison-Wesley GmbH, Bonn, München, u.a., 1992

/THIE98/ Thiem, I.:
Ein Strukturmodell des Fertigungsmanagement: Soziotechnische Strukturierung von Fertigungssystemen mit dem „Modell Lebensfähiger Systeme".
Shaker Verlag, Aachen, 1998

/THOM78/ Thompson, J. D.:
„Everything Else": Scanning the Environment.
In Weisbord, M. R. (Hrsg.): Organizational Diagnosis - A Workbook of Theory and Practice.
Addison-Wesley, 1978

/TRIS75/ Trist, E. L.:
Sozio-Technische Systeme.
In: Bennis, W. G.; Benne, K. D.; Chin, R.(Hrsg.): Änderung des Sozialverhaltens. Klett Verlag, Stuttgart, 1975

/TRIS90/ Trist, E.L.:
Sozio-Technische Systeme. Ursprünge und Konzepte.
In: Organisationsentwicklung, Nr. 4, 1990

/TSCH92/ D. Tscheuelin:
Optimale Produktgestaltung - Erfolgsprognose mit analytic hierarchy process und Conjoint-Analyse.
Gabler, Wiesbaden, 1992.

/ULRI84/ Ulrich, H.; Probst, G. J. B.:
Self-Organization and Management of Social Systems.
Berlin, 1984

/ULRI85/ Ulrich, H.:
Organisation und Organisieren in der Sicht der systemorientierten Managementlehre.
In: zfo, Nr. 1, 1985

/ULRI88/ Ulrich, H.; Probst, G. J. B.:
Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln.
Bern, Stuttgart, 1988

/URWI38/ Urwick, L.F.:
Scientific Principles of Organization.
New York, 1938

/VDI83/ VDI:
Lexikon der Produktionsplanung und –steuerung – Begriffszusammenhäge und Begriffsdefinitionen.
In: VDI-Taschenbuch T 77, Düsseldorf, 3. Aufl., 1983

/VERN96/ Vernadat, F. B.:
Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications.
London, 1996

/VEST83/ Vester, F.:
Neuland des Denkens: Vom technokratischen zum kybernet. Zeitalter.
Deutsche Verlags-Anstalt, 3 Aufl., 1983

/VETT90/ Vetter, M.:
Strategie der Anwendungssoftware-Entwicklung - Planung, Prinzipien, Konzepte.
Stuttgart, 2. Aufl., 1990

/VROO64/ Vroom, H.:
Work and Motivation.
New York, u.a., 1964

/WARN93/ Warnecke, H.-J.:
Revolution der Unternehmenskultur - Das Fraktale Unternehmen.
Springer-Verlag, Berlin u.a., 2. Aufl., 1993

/WATZ91/ Watzlawick, P.:
Die Erfundene Wirklichkeit. Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben? Beiträge zum Konstruktivismus.
Pieper, R. & Co. Verlag, München, 1991

/WATZ92/ Watzlawick, P.:
Wie Wirklich ist die Wirklichkeit.? Wahn und Täuschung Verstehen.
Pieper, R.&Co. Verlag, München, Zürich, 1992

/WEBE72/ Weber, M.:
Wirtschaft und Gesellschaft.
Tübingen, 5. Aufl., 1972

/WEIC85/ Weick, K. E.:
Der Prozeß des Organisierens.
Frankfurt a. M., 1985

/WEIS87/ Weisbord, M. R.:
Productive Workplaces - Organicing and Managing for Dignity, Meaning and Community.
Jossey-Bass, San Francisco, London, 1987

/WEND80/ Wendt, D.:
Entscheidungstheorie.
In: Asanger, R.; Wenninger G. (Hrsg.): Handwörterbuch der Psychologie. Beltz, Weinheim, 1980

/WERT95/ Zentrum Wertanalyse der VDI-GSP (Hrsg.):
Wertanalyse - Idee, Methode, System, 5. Aufl.
VDI-Verlag, Düsseldorf, 1995.

/WIEN52/ Wiener, H.:
Mensch und Menschmaschine.
Metzner, Frankfuhrt am Main, 1952

/WIEN63/ Wiener, N.:
Kybernetik.
Düsseldorf, 2. Aufl., 1963

/WIEN96/ Wiendahl, H.-P.:
Grundlagen der Fabrikplanung.
In: Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Betriebshütte - Produktion und Management. Springer-Verlag, Berlin, u.a., 7. bearbeitete Auflage, 1996

/WIES59/ Wieser, W.:
Organismen, Strukturen, Maschinen. Zur Lehre vom Organismus.
Frankfurt, 1959

/WIES87/ Wiese, G.:
Mitbestimmung und Führungsentscheidung.
In: In: Kieser, A.; Reber, G.; Wunderer, R. (Hrsg.): Handwörterbuch der Führung. C.E. Poeschel Verlag GmbH, Stuttgart, 1987

/WILD88/ Wildemann, H.:
Die modulare Fabrik.
gfmt München, 1988

/WILD89/ Wildemann, H.:
Fabrikplanung; Neue Wege – aufgezeigt von Experten aus Wissenschaft und Praxis.
In: Frankfurter Z. –Blick durch Wirtschaft. Frankfurt am Main, 1989

/WILL92/ Will, H.:
Zielarbeit in Organisationen.
Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main, Bern, u.a., 1992

/WINZ96/ Winz, G.:
Methodik zur kontinuierlichen Verbesserung der logistischen Qualität – Ein Beitrag zum logistischen Qualitätsmanagement.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1996

/WINZ97/ Winz, G.; Quint, M.:
Prozeßkettenmanagement – Leitfaden für die Praxis.
Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1997

/WÖHE86/ Wöhe, G.:
Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre.
Verlag Franz Vahlen, München, 16. überarbeitete Auflage, 1986

/ZÜLC93/ Zülch, G.:
Integrierte Fabrikplanung. Ansätze zur ganzheitlichen Vorgehensweise.
In: VDI-Z 135, Nr. 3, S. 34-38, 1993

/ZÜLC95/ Zülch, G. (Hrsg.):
Neuorientierung der Arbeitsorganisation.
ifab-Forschungsberichte, Band 8, 1995

/ZÜLC97/ Zülch, G.; Heel, J.:
Personalorientierte Simulation – Grundsätze und Anwendungsaspekte.
In: Fortschritte in der Simulationstechnik, 11. Symposium „Simulationstechnik" in Dortmund, Hrsg.: Kuhn, A.; Wenzel, S., 1997

/ZWIC71/ Zwicky, F.:
Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild.
München, Zürich, 1971

9 Abbildungsverzeichnis

10 Tabellenverzeichnis

11 Abkürzungsverzeichnis

3D	dreidimensional
ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
Aufl.	Auflage
Bd.	Band
BPR	Busines Process Reengineering
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIMOSA	Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture
d.h.	das heißt
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
etc.	etcetera
evtl.	eventuell
f, ff	folgende
ggf.	gegebenenfalls
GPO	Geschäftsprozeßoptimierung
Hrsg.	Herausgeber
i.A.a.	in Anlehnung an
i.d.R.	in der Regel
i.e.S.	im eigentlichen Sinne
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozeß
MIS	Managementinformationssystem
OSTO-Systeme	Offene Sozio-Techno-Oeconomische Systeme
s.	siehe
S.	Seite
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
SGSS	Statisches Grundmodell soziotechnischer Systeme
sog.	sogenannt
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

12 Sachverzeichnis

Anhang

Anhang I Literatursammlung und Bildmaterial zu ausgewählten Organisationsansätzen aus sozial-, wirtschafts- und ingenieurwissenschaftlicher Sicht

Im Kapitel 3 dieser Arbeit wurden zusammenfassend ausgewählte, bekannte Organisationsansätze auf ihren Gehalt im Hinblick auf die methoden- und modellgestützte Gestaltung der Produktion als soziotechnisches System dargestellt. Dazu wurden zahlreiche Ansätze im Rahmen der Forschungsaktivitäten zu dieser Arbeit betrachtet. Aufgrund der Vielfalt und der oft nur marginalen Unterschiede beschränkte sich die Zusammenfassung auf eine Beschreibung stark klassifizierter Ansätze und nicht auf einzelne Methoden. Eine ausführliche Darstellung der Analyseergebnisse bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten. Dieses Anhang-Kapitel bietet dem Leser einen thematisch sortierten Überblick über die relevante Literatur. Darüber hinaus werden einige ergänzende Darstellungen gezeigt, die im Hauptteil der Arbeit keinen Platz gefunden haben.

Anhang I.1 Literaturstellen und Bildmaterial zu besonders diskutierten Organisationsmethoden, –konzepten und -theorien

- **Zusammenstellung organisatorischer Ansätze**

  Die für diese Arbeit relevanten organisationstheoretischen Ansätze werden z.B. in /GROC75/, /KIES81/, /FRES88/, /KIES83b/, /HILL76/, /HOFF76/, /STAE73/, /HÄFE93/ im Überblick dargestellt.

- **Klassischer Ansatz der betriebswirtschaftlichen Organisationslehre**

  Wesentliche Literatur zu diesen Ansätzen findet sich in /TAYL13/, /WEBE72/, /FAYO29/ /URWI38/, /NORD34/, /KOSI70/, /ULRI85/.

- **Verhaltensorientierte Ansatz**.

  Wesentliche Literatur zu diesen Ansätzen findet sich in /MAYO33/, /ROET39/, /ROET54/, /MASL77/, /HERZ59/, /MCGR73/, /VROO64/, /ARGY60/, /MCCL65/ /HECK69/.

- **Ansatz der Managementlehre**

  Wesentliche Literatur zu diesen Ansätzen findet sich in /HOFF80/, /ULRI84/, /MALI92/, /BLEI92/, /GOME93/.

- **Entscheidungstheoretische Ansatz**

  Wesentliche Literatur zu diesen Ansätzen findet sich in /DYLL81/, /BARN70/, /SIMO55/, /MARC65/, /HEIN71/, /KIRS71/, /NEUM44/, /MARC76/, /REBE81/, /BENN63/

- **Systemtheoretisch-kybernetische Ansatz**

  Wesentliche Literatur zu diesen Ansätzen findet sich in /KASP87/, /SCHE84/, /MALI92/, /LIND65/, /CAMP62/, /GOME75/.

- **Vorgehensmodell des Systems Engineering**

  Wesentliche Literatur findet sich in /MORT59/, /HALL62/, /CHES73/, /VETT90/, /DAEN76/, /KRÜG83/, /SCHM94/, /DAEN92/, /SCHU95/).

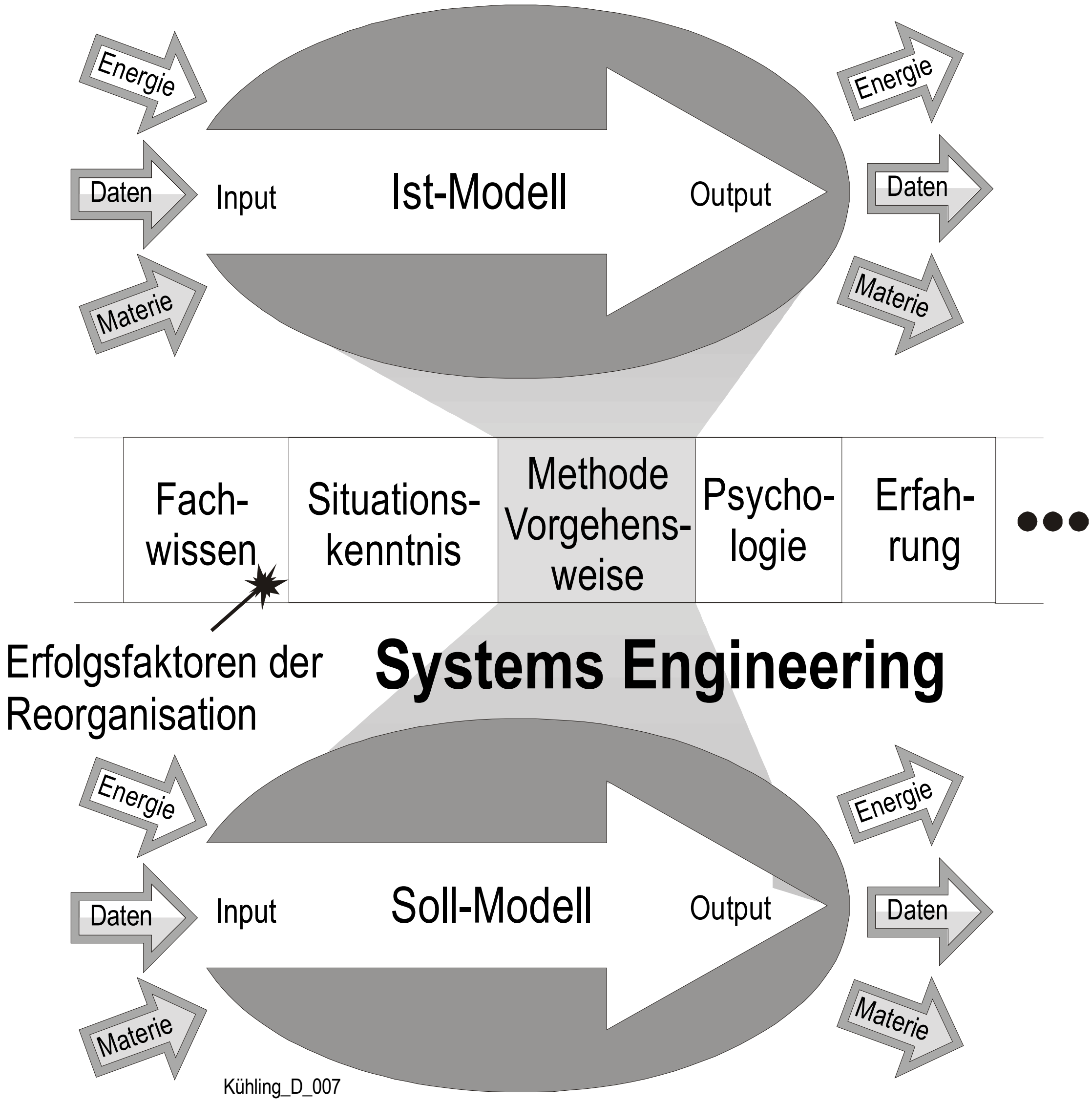


Bild A. 1: Wirkungsbereich des Systems Engineering

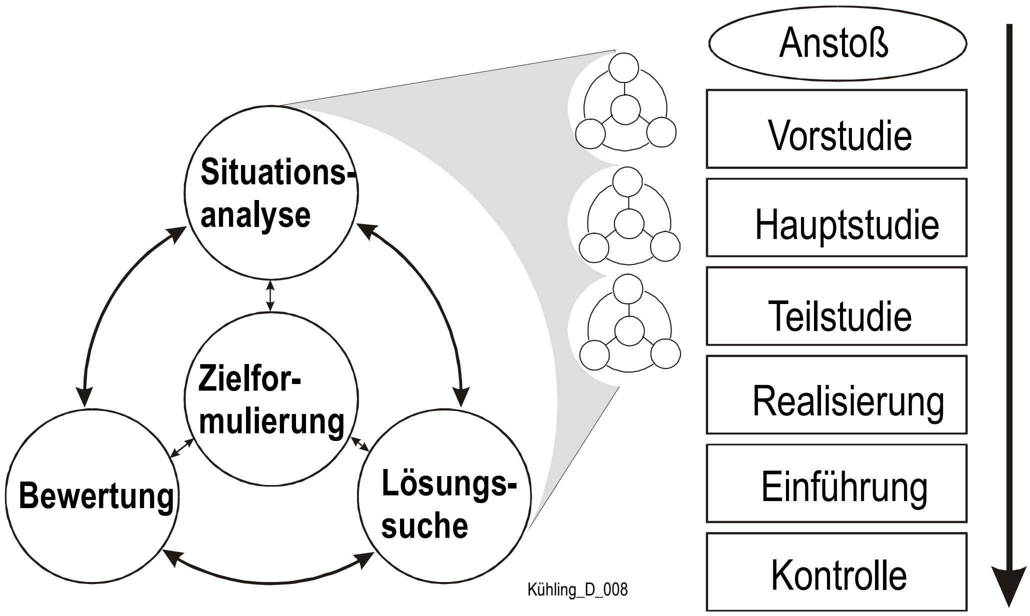


Bild A. 2: Vorgehensweise des Systems Engineering

- **Gestaltungsprinzipien auf Basis des lebensfähigen Systems**

  Wesentliche Literatur findet sich in /BEER73/, /BECK96/, /THIE98/, /MALI92/.

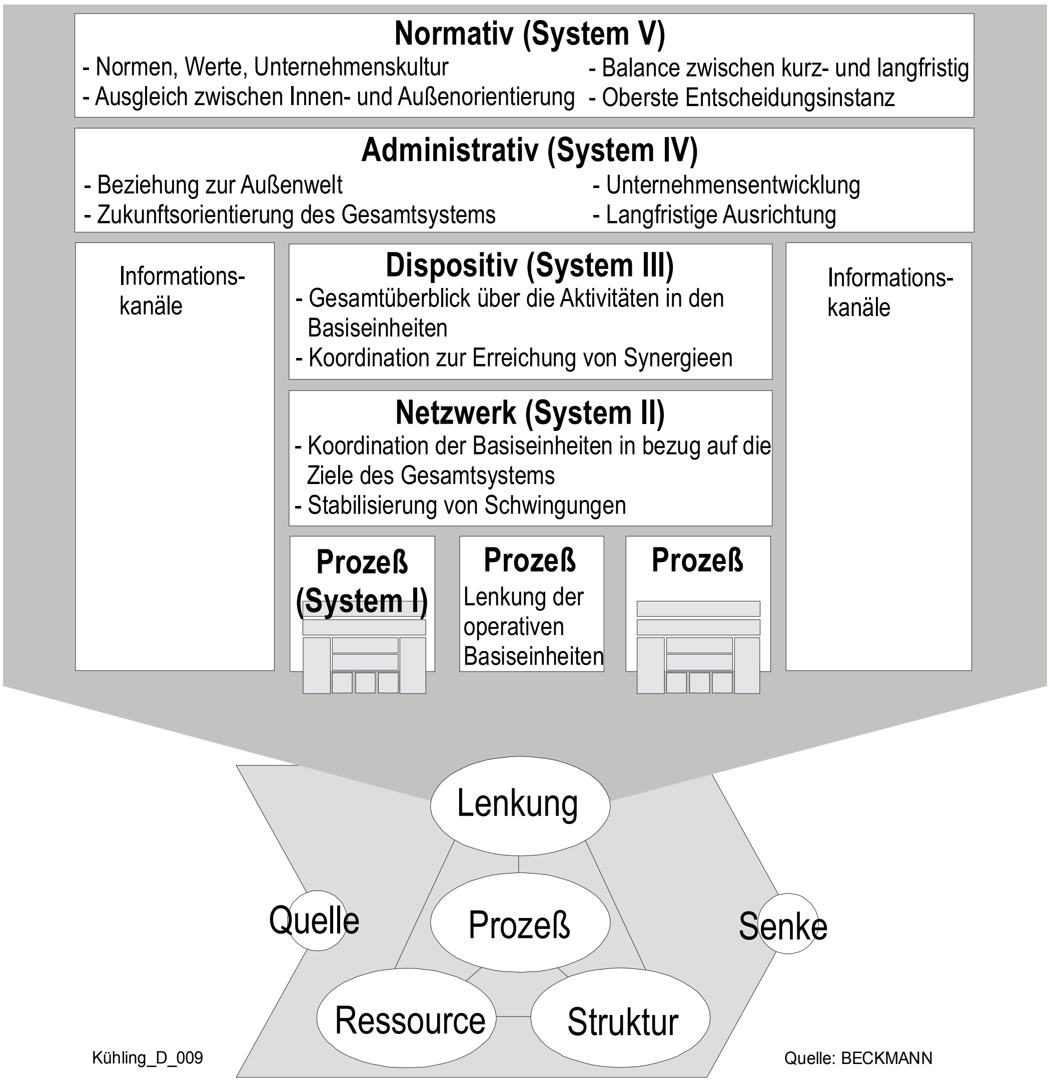


Bild A. 3: Die fünf Lenkungsebenen logistischer Systeme und ihre Verbindung mit dem Prozeßkettenmodell (vgl. /BECK96/)

Tabelle 1: Funktionen der fünf Lenkungsebenen der Logistik (i.A.a. /BECK96/)

<u>**System V:**</u> • Höchste normative Entscheidungsebene des Gesamtsystems • Erarbeitung und Festlegung der Unternehmenspolitik und –kultur (Normen, Wertvorstellungen) • Harmonisierung von - System IV und III • Festlegung der grundlegenden Entwicklungslinien • Überwachung, Koordination und Lenkung der Systeme III und IV
<u>**System IV:**</u> • Umweltrezeption (Wahrnehmung) • Analyse von Entwicklungschancen, Innovationen (neue Erfolgspotentiale) • Bestimmung von Verbesserungsmöglichkeiten • Planung der zukünftigen Entwicklung (Unternehmensentwicklung) • Langfristige Ausrichtung • Selbstreferenz • Simulation und Planung

<table>
<tr><td><u>System III:</u>
Lenkung der operativen Ebene
Erhaltung und Optimierung der internen Stabilität
Ressourcendisposition für die Basiseinheiten (Subsysteme I)
Leistungsorientierung bezüglich des Gesamtsystems
Kurz- bis mittelfristige Ausrichtung
Selbstregelung und -organisation</td></tr>
<tr><td><u>System II:</u>
Koordination und Regulation der Basiseinheiten
Schwingungsdämpfung bei Abhängigkeiten zwischen den Basiseinheiten
Bestimmung und Nutzung von Synergieeffekten
Schnelle Reaktionsmechanismen (Selbstregulation)</td></tr>
<tr><td><u>System I:</u>
Operative Basiseinheiten mit weitgehender Autonomie und eigener Umwelt
Lenkung der Basiseinheiten in ihrer Umwelt
Leistungsoptimierung der Basiseinheiten</td></tr>
</table>

Anhang I.2 Literaturstellen und Bildmaterial zu ausgewählten Methoden der Fabrikplanung

Anhang I.2.1 „Klassische“ Methoden der Fabrikplanung

Zu den klassischen Methoden der Fabrikplanung werden hier folgende Methoden gerechnet:

- die 6-Stufen-Methode der Systemgestaltung nach REFA (vgl. dazu /REFA85/, /FREY75/),
- den systematischen Planungsablauf nach KETTNER (vgl. dazu /KETT84/, /WILD89/, /DOLE81/) und
- die Fabrikplanung nach AGGTELEKY (vgl. dazu /AGGT90/, /AGGT92/)

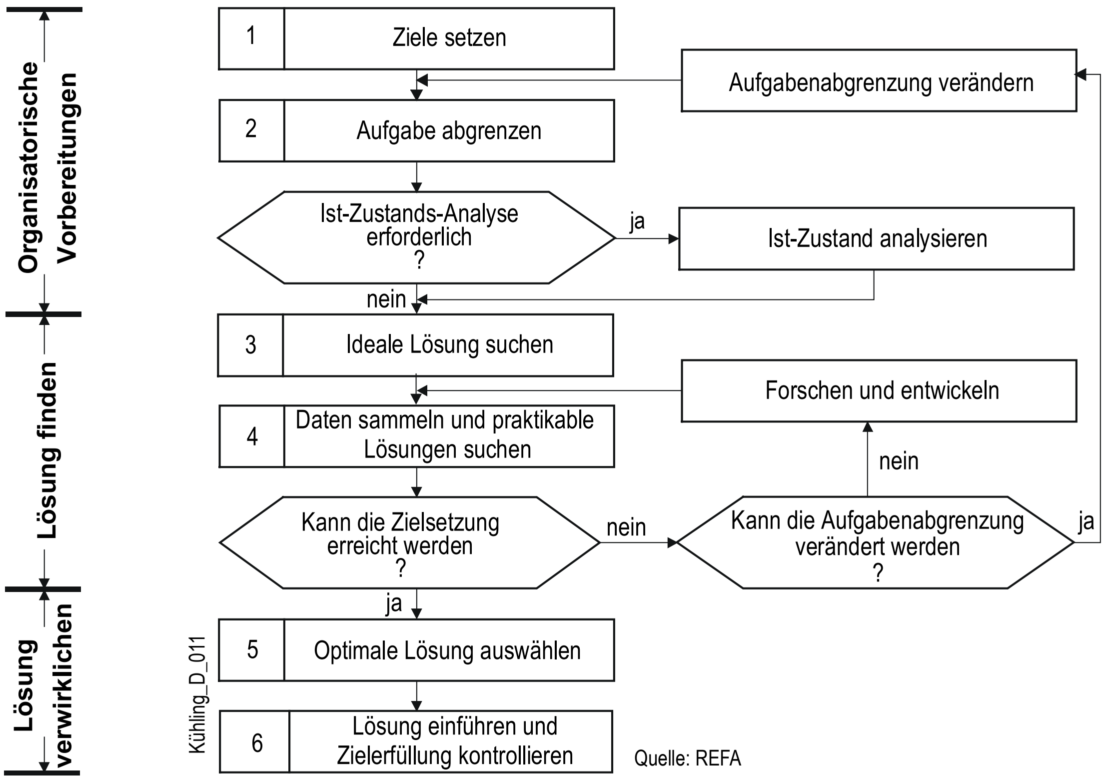


Bild A. 4: 6-Stufen-Methode der Systemgestaltung /REFA85/

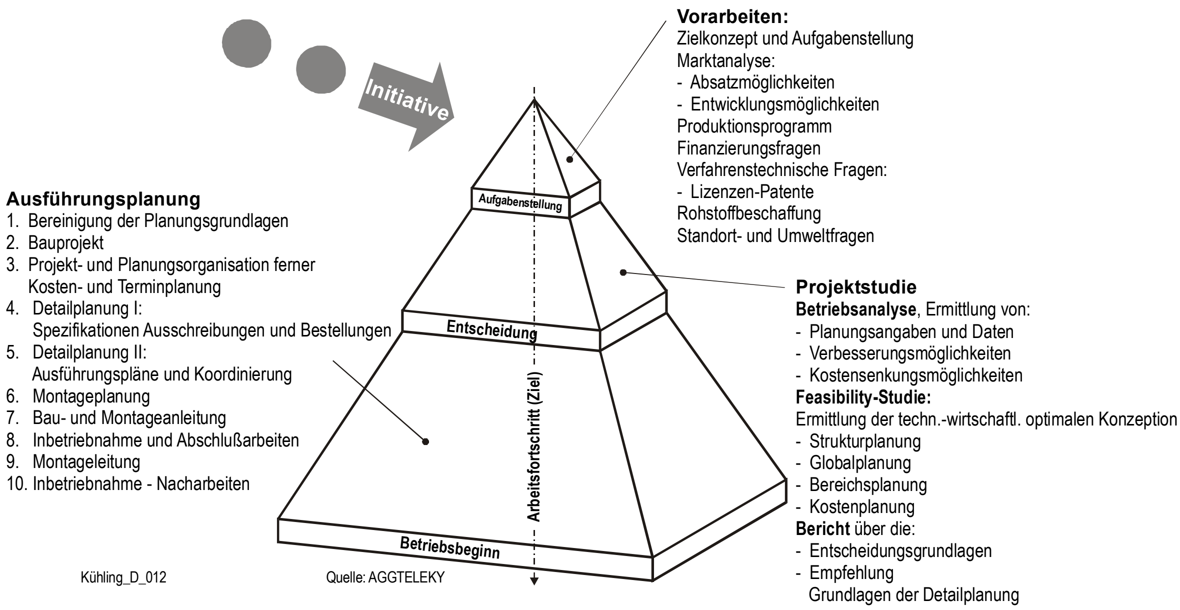


Bild A. 5: Planungspyramide nach /AGGT92/

Anhang I.2.2 „Neue“ Ansätze der Fabrikplanung

Zu den neueren Ansätzen der Fabrikplanung werden hier folgende Methoden gerechnet:

- die Fertigungssegmentierung von WILDEMANN (vgl. dazu /WILD88/) und
- die Fraktalisierung nach WARNECKE etwas näher betrachtet (vgl. dazu /WARN93/, /BRIG93/, /BULL94/)

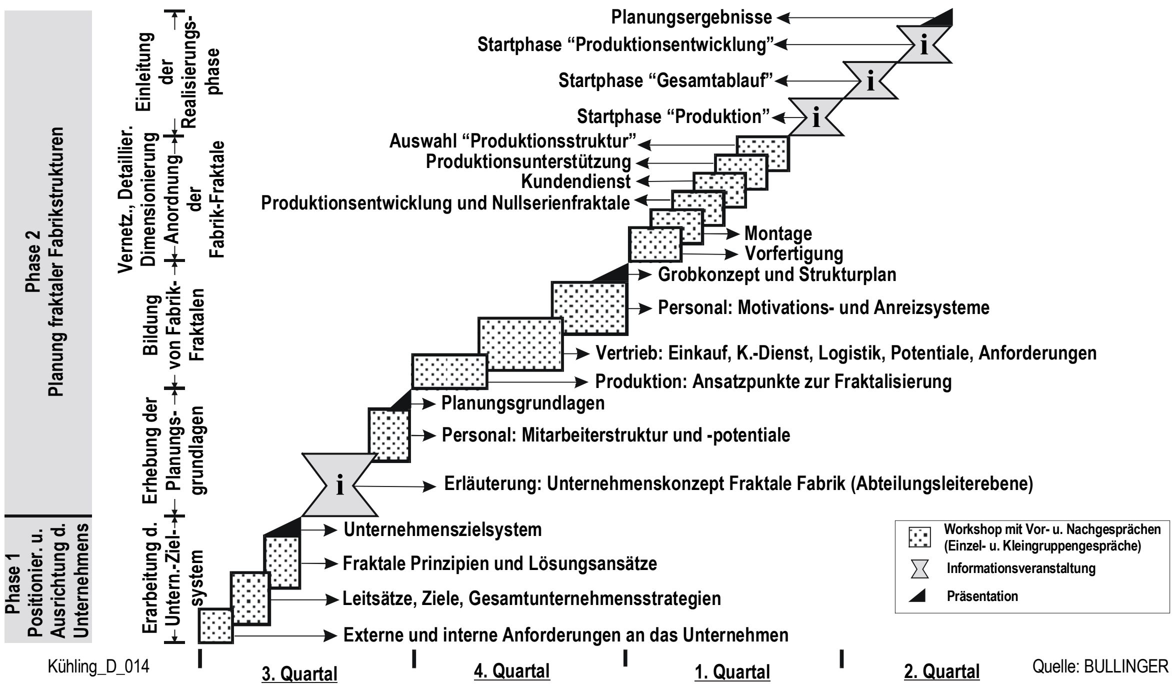


Bild A. 6: Phasenplan zur Konzeption einer Fraktalen Fabrik /BULL94/

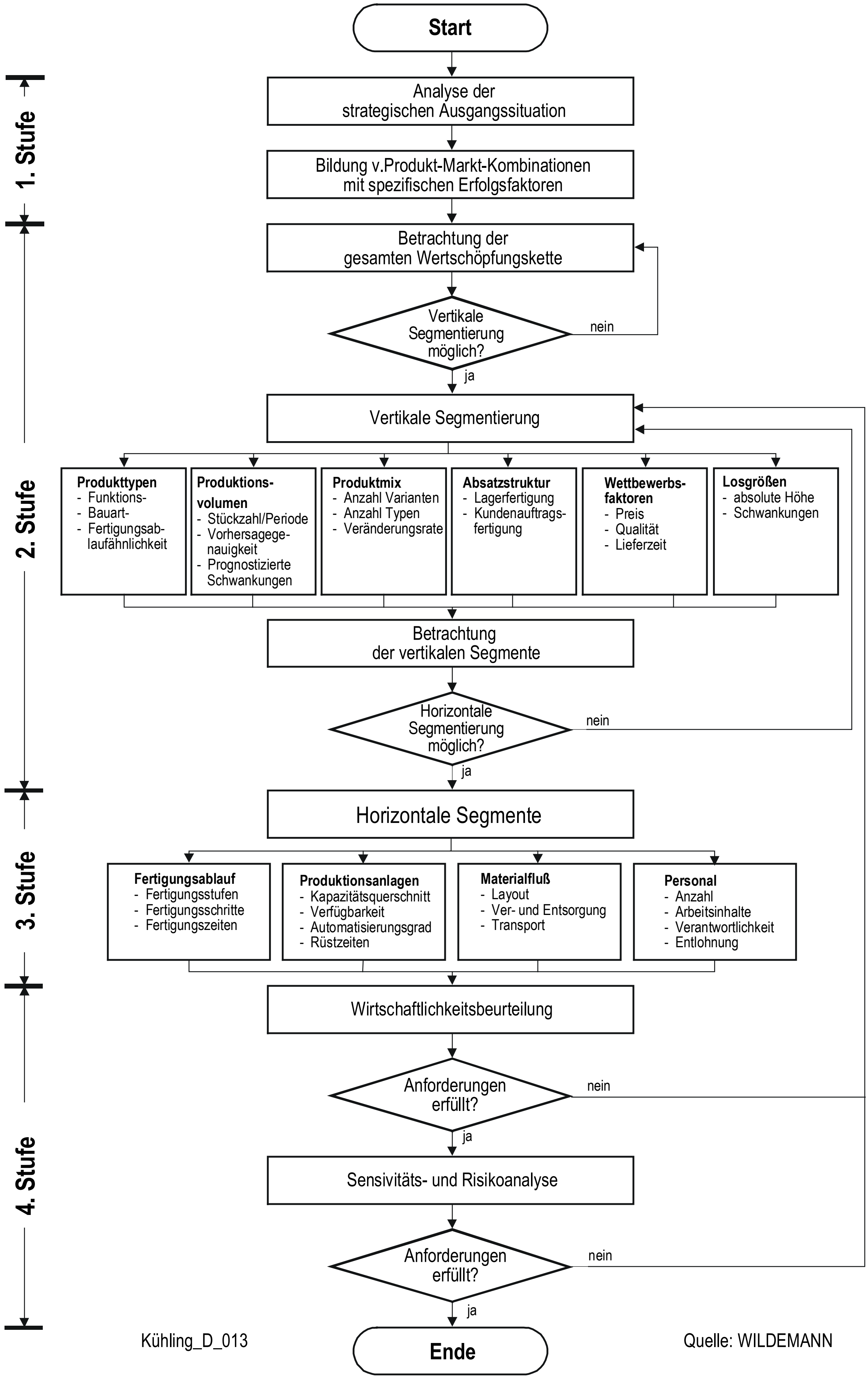


Bild A. 7: Segmentierungsprozeß /WILD88/

Anhang I.2.3 Prozeßorientierte Planung dynamischer Fabriksysteme nach BISSEL

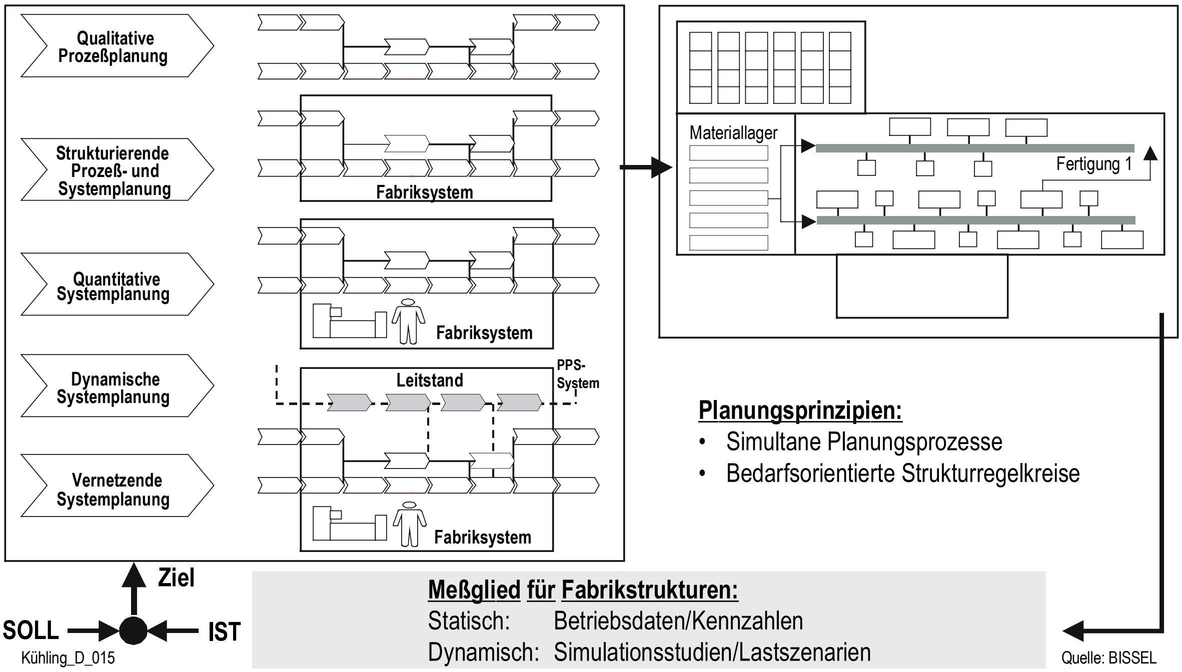


Bild A. 8: Prozeßorientierten Planung dynamischer Fabriksysteme /BISS97/, /GERL98/

Tabelle 2: Planungsschritte der prozeßorientierten Planung nach BISSEL

Planungsschritt	Planungsaspekt
Qualitative Prozeßplanung	
Identifizieren der Kunden	Anzahl Kundenart (anonym, bekannt)
Festlegen des kundenspezifischen Leistungs-spektrums	Produktarten, Dienstleistungen Varianz
Quantifizieren des kundenspezifischen Leis-tungsspektrums	Mengengerüst Umsatz- und Marktanteil Bedarfsschwankungen
Auswahl der Gewichtungsfaktoren	Umsatz- und Marktanteil Kundenstellung
Gewichten der Produkte und Auswahl	ABC-Analyse Wirtschaftlichkeitsanalyse, Nutzwertanalyse
Beschreibung der Produktionsprozesse	Arbeitspläne, Arbeitsanweisungen Ablaufdiagramme
Ableiten von Anforderungen	Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit Mengenleistung pro Periode Prozeßzeiten und -sicherheit
Grobe Zuordnung der Ressourcen	Technologieauswahl Betriebsmittelauswahl

Planungsschritt	Planungsaspekt
Strukturierende Prozeß- und Systemplanung	
Aufstellen der Strukturierungskriterien	Kunde, Produkt Verrichtung Produktionsmenge
Strukturierung nach strategischen Kriterien	Kunden, Märkte
Strukturierung nach technologischen Kriterien	Produktionsverfahren Technische Restriktionen
Bewertung der Strukturen	Kunden- und Prozeßorientierung Komplettbearbeitungsgrad
Gestaltung der Verantwortungsbereiche	Zuweisung direkter und indirekter Funktionen
Gestaltung der Schnittstellen zw. den Subsystemen	Kooperation, Koordination
Bewertung des Gesamtsystems	Anzahl der Schnittstellen Komplexität und Transparenz
Quantitative Systemplanung	
Berechnen und simulieren von Zeitreihen	Berechnung der nutzbaren Kapazität Berechnung der erforderlichen Kapazität
Berechnung der Anzahl der Mitarbeiter	Direkte und indirekte Mitarbeiter
Berechnung der technischen Ressourcen	Betriebsmittel, Flächen
Berechnung der Investitionsmittel	Neuanschaffung, Modernisierung, Umstellung
Berechnung der Wirtschaftlichkeit	Kosten und Nutzen
Dynamische Systemplanung	
Beschreibung der Ziele der Planung und Steuerung	Durchlaufzeit, Bestände, Auslastung Lieferzeit, Termintreue
Anforderungskatalog PPS	Pflichten- und Lastenhefte
Auswahl des Steuerungskonzeptes	MRP, BOA, KANBAN, Kapazitätsbörse
Gestaltung der Regelkreise	Dezentralisierung
Aufgabenzuordnung der PPS	Schnittstellenoptimierung
Beurteilung der Regelkreisstrukturen	Zielerreichungsgrad
Vernetzende Systemplanung	
Analyse der Informationsbedarfe	Art, Häufigkeit, Detaillierung
Anforderungskatalog I+K-Strukturen	Quellen- und Senkenanalyse
Gestaltung der Informationskanäle	Festlegung der Quellen und Senken
Auswahl der Hard- und Software	Anbieter- und Systembewertung anhand der Pflichten- und Lastenhefte
Schulung	Schulungskonzepte und -anbieter

Anhang I.3 Bildmaterial zu ausgewählten Ansätzen der Fabrik- und Geschäftsprozeßmodellierung

Anhang I.3.1 CIMOSA als umfassender Ansatz für organisatorische Fragestellungen im Zusammenhang mit der Einführung von CIM-Konzepten

Detailliertere Beschreibungen finden sich in /AMIC93/, /VERN96/.

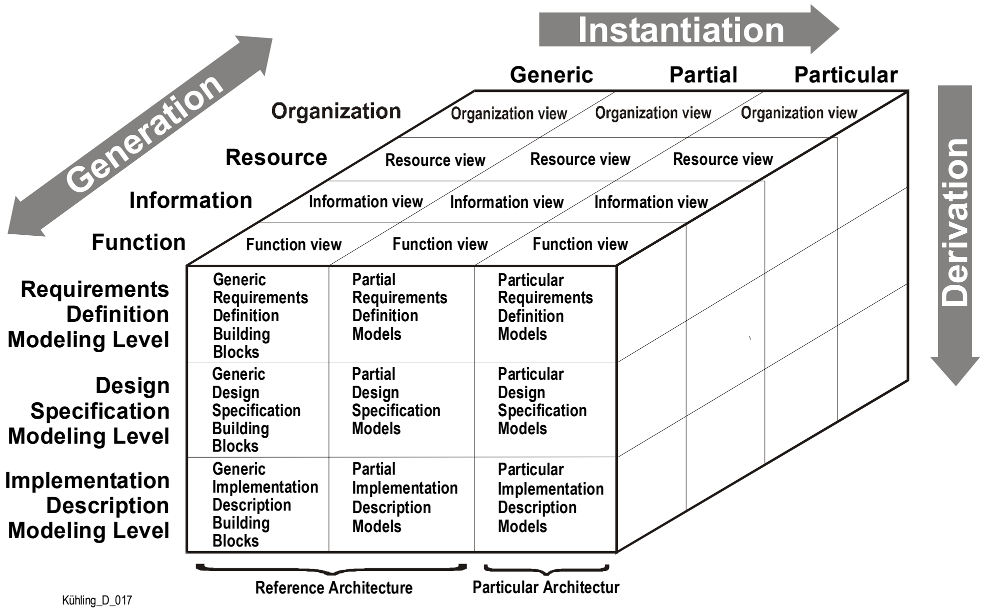


Bild A. 9: Die CIMOSA Modellierungs-Architektur (CIMOSA-Würfel) /VERN96/

Anhang I.3.2 ARIS als Architektur zur Geschäftsprozeßmodellierung und als Basis für die Entwicklung von Informationssystemen

Detailliertere Beschreibungen finden sich in /SCHE98/.

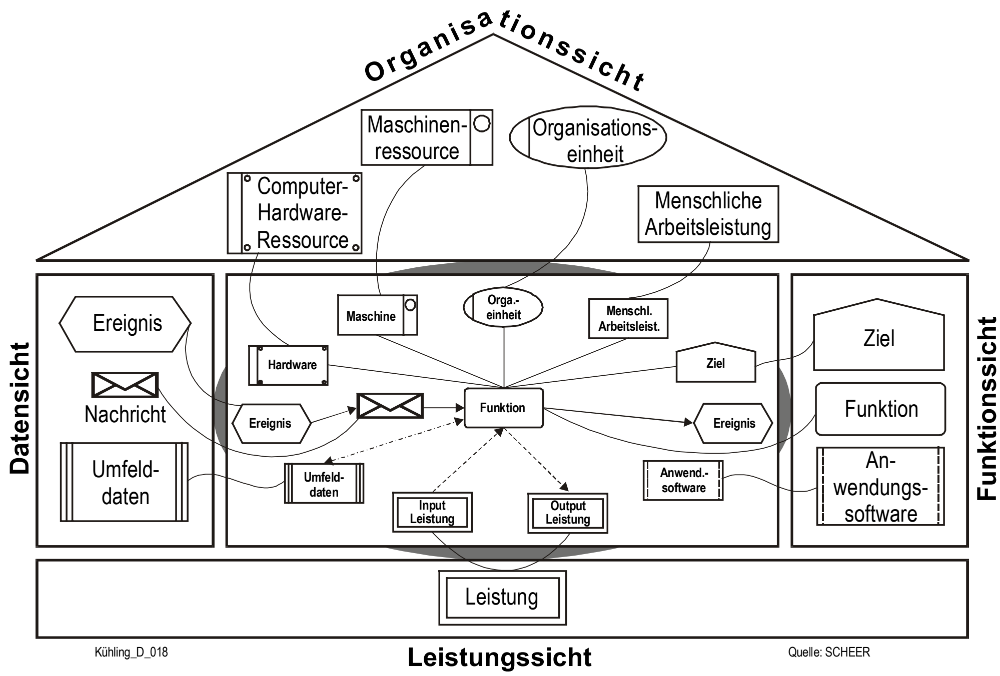


Bild A. 10: Die fünf ARIS-Sichten /SCHE98/

Anhang I.3.3 Das Prozeßketteninstrumentarium als prozeßorientierte Basis für die Entwicklung eines Grundmodells soziotechnischer Systeme

Detailliertere Beschreibungen finden sich in /PORT92/, /KLÖP91/, /KUHN92/, /PIEL95/, /KUHN95a/, /WINZ96/, /WINZ97/, /BECK96/.

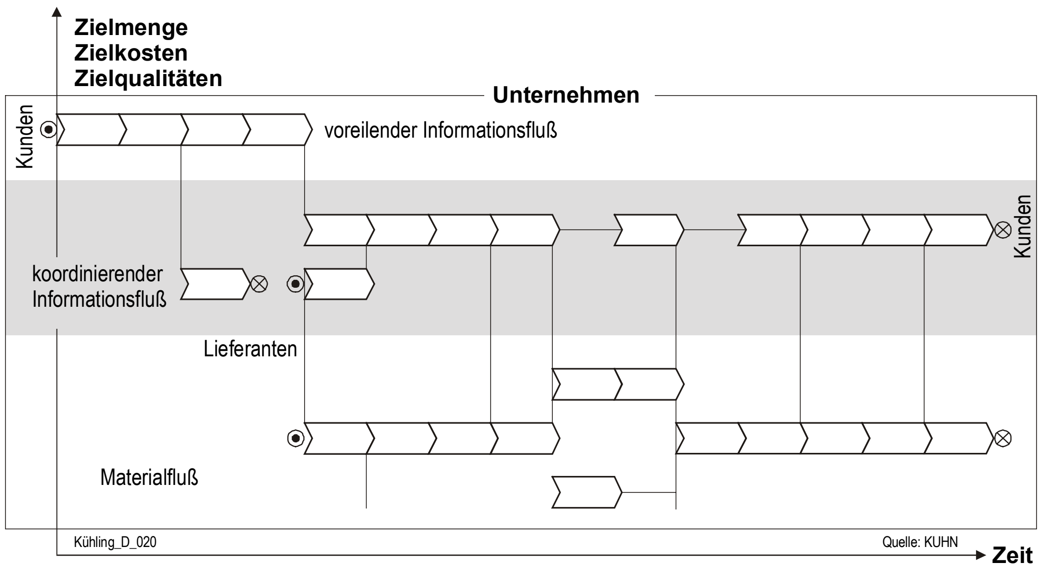


Bild A. 11: Typische Prozeßkette /KUHN95a/

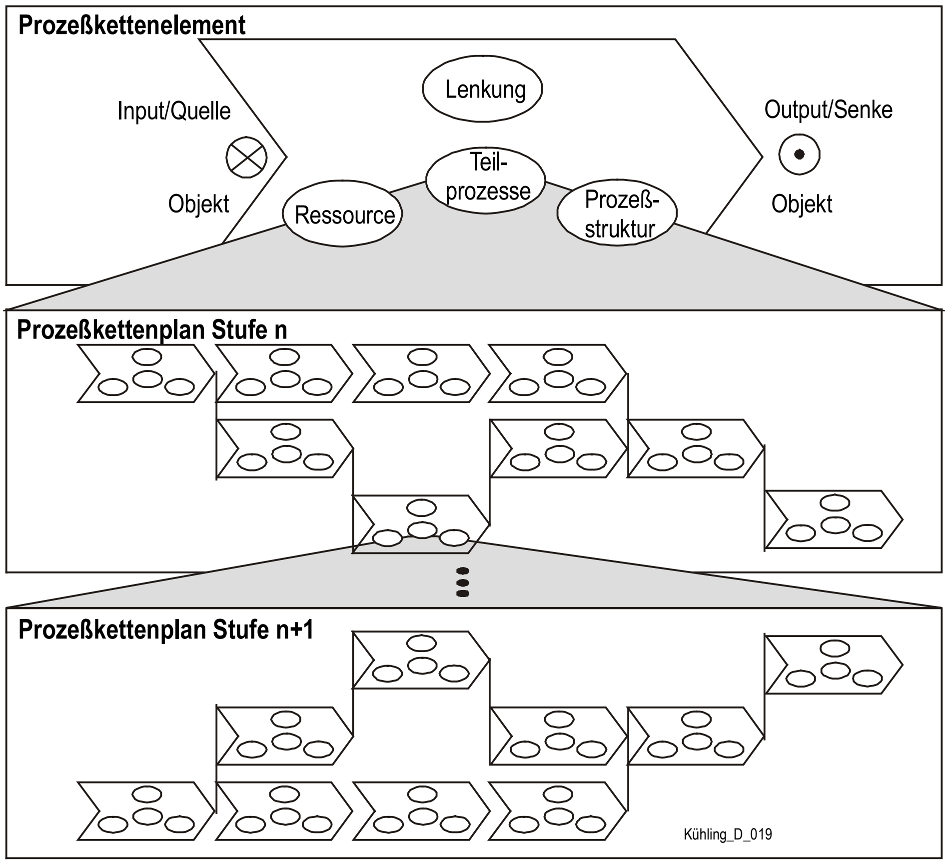


Bild A. 12: Prozeßkettenelement und Prozeßkettenplan

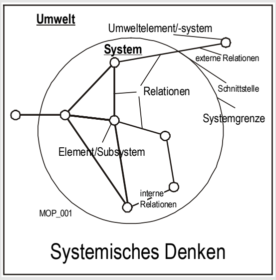
Anhang II Referenzliste der ermittelten Grundprinzipien der Modellierung soziotechnischer Systeme

Tabelle 3 stellt die im Rahmen dieser Arbeit erarbeiteten Modellierungsprinzipien in Form einer Referenzliste dar.

Tabelle 3: Grundprinzipien der Modellierung soziotechnischer Systeme

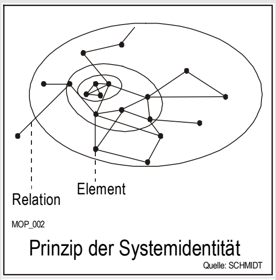
Festlegung und Einsatz grundlegender Theorien

Bevor eine Modellierung gestartet wird (insbesondere jedoch, wenn eine neue Modellierungsumgebung entwickelt werden soll), macht es Sinn, die bekannten, grundlegenden Theorien zum behandelten Erkenntnisobjekt zu analysieren und die zu verwendenden Grundtheorien festzulegen.



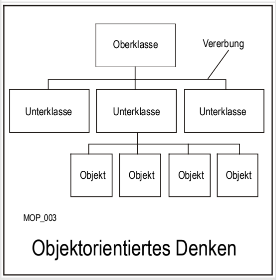
Systemisches Denken

Systemisches Denken: Das Prinzip des systemischen Denkens wurde bereits in Kapitel 4.1.1 erläutert. Dieses Prinzip stellt die Grundlage der Modellierung soziotechnischer Systeme und damit auch die Grundlage dieser Arbeit dar. Im Zusammenhang mit der Modellierung besteht die wesentliche Aussage des systemischen Denkens darin, daß jedes beliebige reale soziotechnische System unter Verwendung einmal festgelegter Abbildungsregeln abgebildet werden kann, so daß sich die Modelle in ihrem Aufbau ähneln.



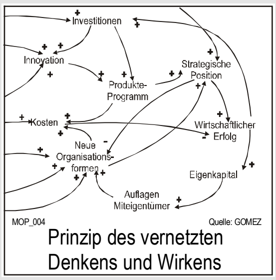
Prinzip der Systemidentität

Systemidentität: Die Ganzheit eines Systems findet Ausdruck in der Abgrenzung gegenüber seiner Umwelt. Daraus resultiert die Identität des Systems, die eine Unterscheidung gegenüber anderen Systemen zuläßt. Die Grenzen eines Systems gegenüber seiner Umwelt sind nicht etwas Gegebenes, sondern werden während der Modellierung gedanklich konstruiert (vgl. dazu /ULRI88/, S. 36).



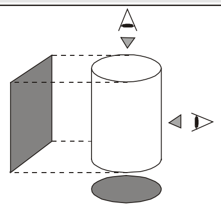
Objektorientiertes Denken

Objektorientiertes Denken: Das Prinzip des objektorientierten Denkens wurde bereits in Kapitel 4.1.4 ausführlich erläutert. Dieses Prinzip ist eine wertvolle Ergänzung des systemischen Denkens. Durch seine Anwendung kommen weitere Abbildungsregeln in die Konzeption, die bei der Modellierung soziotechnischer Systeme zu berücksichtigen sind. Zu diesen Regeln gehören die Vererbung, die Klassenbildung, die Kapselung und die Schachtelung.



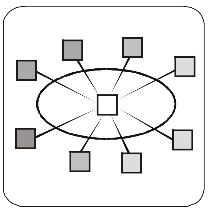
Prinzip des vernetzten Denkens und Wirkens

Vernetztes Denken: Das Prinzip des vernetzten Denkens wurde bereits in Kapitel 4.1.5 erläutert. Zum Verständnis struktureller Ganzheiten bedarf es der Abbildung der Vernetzung aller Teile des Systems, da die Gestalt und das Verhalten eines Systems als Ganzes das Ergebnis des Zusammenwirkens der Teile ist (vgl. z.B. /ULRI88/, S. 30f). Erst durch die ständige Beachtung und Anwendung des vernetzten Denkens werden die einzelnen Sichten, Betrachtungsebenen und analytischen Teile zu Ganzheiten zusammengeführt.



MOP_005
Prinzip der Wirklichkeitskonstruktion
Quelle: BECKMANN

Konstruktivistisches Denken[1]: Die Wahrnehmung bestimmt die Wirklichkeitskonstruktion. Gerade die Forschung auf dem Gebiet des Konstruktivismus verdeutlicht, daß der Wahrnehmungsapparat immer nur bestimmte Wirklichkeiten konstruiert. Die Wahrnehmung ist abhängig von den Erfahrungen und Erwartungen des Beobachters. Der Beobachter ist Teil des beobachteten Systems. Verschiedene Konstruktionen der Wirklichkeit sind möglich. Dies hat entscheidende Bedeutung, da die Wahrnehmung des Systems die Modellbildung prägt (vgl. dazu /WATZ91/, /WATZ92/).

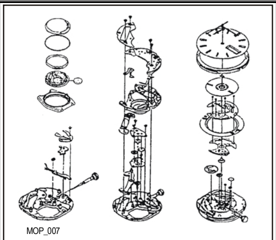


MOP_006
Transdisziplinäres Denken

Transdisziplinäres Denken: Die Wahrnehmung des Modellierers sollte grundsätzlich durch möglichst viele Disziplinen beeinflußt sein. Die im Kapitel 3 getroffene Auswahl von Organisationstheorien ist nur ein kleiner Ausschnitt der grundsätzlich in die hier erarbeitete Konzeption integriert werden kann. Die Konzeption ist so angelegt, daß sie für alle Disziplinen offen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, weitere Theorien und Ansätze aus anderen Disziplinen zu integrieren, da nur so die komplexe Aufgabe der Modellierung soziotechnischer Systeme unterstützt werden kann.

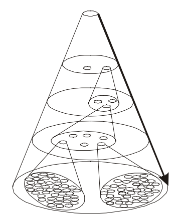
Analyseprinzipien

Die Analyse dient der Informationsgewinnung, Strukturierung und Einordnung durch Zerlegung, Gliederung und Untersuchung von Eigenschaften einzelner Komponenten und deren Wechselbeziehungen. (i.A.a. /PAHL90/. S. F5). Die Analyse soziotechnischer Systeme unter verschiedenen Gesichtspunkten ist nicht nur die Basis für die Entwicklung allgemeiner Modelle, sondern auch für die konkrete, unternehmensspezifische Modellierung in der betrieblichen Praxis.



MOP_007
Analyse

Analyse: Bei der Analyse eines Systems wird ein konkretes oder ein imaginäres System gewissermaßen gedanklich in seine Bestandteile zerlegt. Eine Analyse kann dabei nach beliebigen Kriterien erfolgen, die auch gemischt eingesetzt werden können. Das Ergebnis ist gewissermaßen eine „Explosionszeichnung" des Systems. Dabei kann ein beliebiges Element beliebig oft und in unterschiedlichen Zusammenhängen auftauchen.



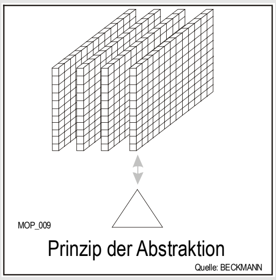
MOP_008
Prinzip der Dekomposition
Quelle: BECKMANN

Strukturierte Dekomposition: Bei der strukturierten Dekomposition handelt es sich um die stufenweise Verfeinerung eines bestimmten Aspektes unter Verwendung eines zuvor festgelegten und über alle Ebenen beibehaltenen Kriteriums. Ein typisches Beispiel für die Anwendung der Dekomposition ist die Funktionsdekomposition (s. Kapitel 6.6.2). Sie führt zu einem Funktionsbaum, der jede Funktion eines Systems jeweils nur einmal enthält. Auf einer Ebene befinden sich jeweils nur Komponenten mit dem gleichen „Dekompositionsgrad".

[1] Zum Forschungsgebiet des Konstruktivismus, mit dem hier nicht die geometrische oder deterministische Systemkonstruktion gemeint ist, vergleiche z.B. /WATZ91/ und /WATZ92/

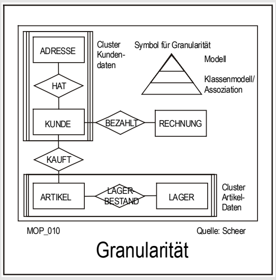
Vereinfachungsprinzipien

Die Modellierung soziotechnischer Systeme ist eine Aufgabe, die sehr vielschichtig ist und teilweise auch kontrovers diskutiert wird. Die Komplexität der abzubildenden Systeme übersteigt die kognitiven Fähigkeiten der Modellierer, der Zeitbedarf für die Modellierung übersteigt die Ressourcen und die Geduld der Modellierer und der Nutzen steht häufig in keinem erkennbaren Verhältnis zum Aufwand. Diese Tatsachen führen zur Anwendung von Vereinfachungsprinzipien.



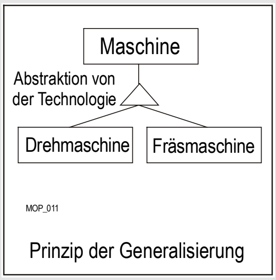
Prinzip der Abstraktion

Abstraktion: Modelle entstehen durch Abstraktion eines realen Objektes, wobei jedoch die wesentlichen Strukturen und Eigenschaften erhalten bleiben sollen. Dabei wird die Abstraktion von unwesentlichen Merkmalen nicht nur durch den inhaltlichen Zweck des Modells bestimmt, sondern auch von der zugrundegelegten Modellierungsumgebung. Wird also z.B. von vornherein ein objektorientierter Ansatz verfolgt und methodisch unterstützt, entstehen bei der Modellierung auch nur solche Modelle, die von der Syntax und Semantik zugelassen werden (i.A.a. /SCHE98/, S.4). Denken auf verschiedenen Abstraktionsebenen ist jedoch immer relativ und nur in Verbindung mit einer Definition des Abstraktionsniveaus sinnvoll (i.A.a. /BECK96/).



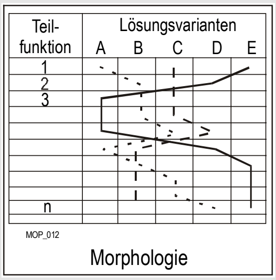
Granularität

Granularität: Die Hierarchisierung von Modellen ist unabdingbar, wenn große Anwendungsgebiete beschrieben werden sollen. Eine Möglichkeit der Hierarchisierung ist die Granularisierung. Nach diesem Prinzip werden ausgewählte Klassenmodelle bzw. Assoziationen von Begriffen zunächst zu einem Cluster zusammengefaßt. Diese werden anschließend zu Modellen verdichtet. Die Granularisierung ermöglicht die Betrachtung eines Modells auf unterschiedlichen Aggregationsstufen /SCHE98/. Dieses Prinzip liegt dem Konzept der Verbundmodellierung zugrunde (s. Kapitel 5.2.4.3).



Prinzip der Generalisierung

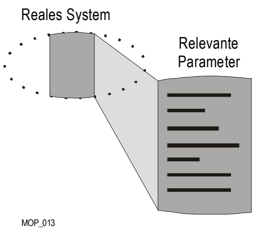
Generalisierung: Wird in einem bereits abstrahierten Modell der Übergang von einer tieferen Modellebene zu einer höheren durch Abstraktion von einer einzelnen Eigenschaft vollzogen, so spricht man von Generalisierung. Durch Generalisierung verringert sich die Anzahl der zu modellierenden Bestandteile und Parameter und damit der Modellierungsumfang. Darüber hinaus können auf den höheren Stufe allgemeine Eigenschaften festgelegt werden, die dann auch für die darunter liegenden Stufen gelten.



Morphologie

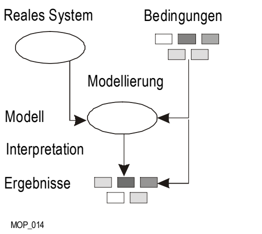
Morphologie: Zum gezielten Auffinden geeigneter Lösungen ist es oft sinnvoll, die Methode des sog. morphologischen[2] Kastens zu nutzen. Diese Methode ist grundsätzlich für alle Systeme einsetzbar, die eine Gesamtheit darstellen, die in mehrere Teile zerlegt werden und durch mehrere unterschiedliche Prinzipien gestaltet werden können. Beim morphologischen Kasten handelt es sich um eine (meist unvollständige) Matrix, in deren erster Spalte die n Teile und in deren Zeilen die zu jedem Teil zugehörigen Lösungsvarianten aufgeführt werden. Existiert ein solcher Kasten für verschiedene Detaillierungsstufen und Aspekte eines Systems, so können Lösungsvarianten sehr einfach generiert werden.

[2] morphologisch: die äußere Gestalt betreffend



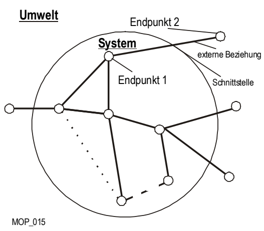
Prinzip der Beschränkung

Beschränkung: Soziotechnische Systeme sind komplexe Systeme. Eine Modellierung aller Elemente, Beziehungen und Zustände ist nicht möglich und auch nicht sinnvoll. Bei der unternehmensspezifischen Modellierung muß deshalb eine Beschränkung auf die, für den jeweiligen Gestaltungsgegenstand relevanten Aspekte erfolgen. Beschränkung meint im Gegensatz zur Abstraktion, daß eine bewußte Einengung des Betrachtungsfeldes erfolgt. Damit ist noch keine Aussage über die Abstraktion von gewissen Eigenschaften des eingeschränkten Betrachtungsfeldes gemacht.



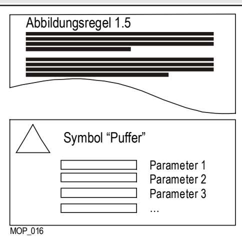
Prinzip der Bedingtheit

Constraints/Bedingungen: Die Anzahl möglicher Zustände komplexer Systeme ist sehr hoch. Eine Modellierung all dieser Zustände ist nicht möglich und auch nicht sinnvoll. Ein Modell wird deshalb immer unter Voraussetzung bestimmter Bedingungen erstellt. Für die Modellierung bedeutet dies, daß bei der Modellerstellung stets auch die Annahmen angegeben werden müssen, die zum Zeitpunkt der Modellierung getroffen wurden. Für die Interpretation des Modells bedeutet dies, daß die Ergebnisse immer vor dem Hintergrund der bei der Modellierung getroffenen Annahmen gesehen werden müssen.



Prinzip der Isolierung

Isolierung/Freischneiden: Soziotechnische Systeme sind stets in eine Umwelt bzw. in ein Supersystem eingebunden. Mit diesem Supersystem geht das betrachtete System zahlreiche Beziehungen ein. Das Prinzip der Isolierung bzw. des Freischneidens besagt, daß die relevanten Beziehungen zwischen dem Supersystem und dem betrachteten Ausschnitt des Systems erhalten bleiben müssen und als Schnittstellen in das Modell eingehen. Die Beschreibung der Schnittstellen umfaßt dann mindestens die Bezeichnung der Endpunkte und der Beziehung selber.

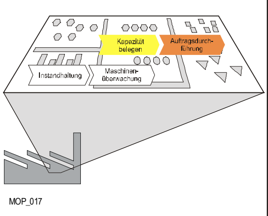


Abbildungsregeln

Abbildungsregeln: Die Modellierung soziotechnischer Systeme stellt große Ansprüche an eine strukturierte und disziplinierte Arbeitsweise des Modellierers. Abbildungsregeln können helfen, den Abbildungsprozeß zu vereinfachen. Die Abbildungsregeln sind Bestandteil der Modellierungsumgebung. Sie sind entweder explizit in den einzelnen Methoden verbalisiert oder implizit z.B. durch eine vorgegebene Syntax der „Modellierungssprache" vorgegeben.

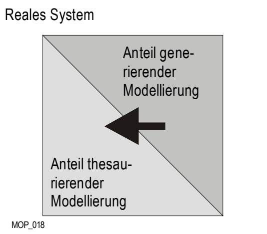
Prinzipien der Modellkonstruktion

Die Prinzipien der Modellkonstruktion sind Prinzipien, die einerseits bei der konkreten Übertragung der Realität in Modellvorstellungen und andererseits bei der Ausarbeitung unternehmensspezifischer Modelle zu beachten sind.



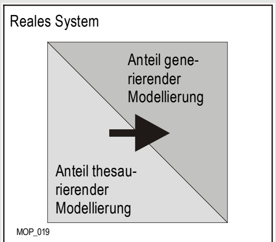
Denken in Modellen

Denken in Modellen: Die Erstellung von Modellen ist immer auch die Konstruktion einer Wirklichkeit. Es entsteht eine gewisse Vorstellung des realen Systems. Das Denken in Modellen ermöglicht erst die gedankliche Abbildung und Erforschung von Systemen und Situationen. Mit Hilfe von Modellen wird die Generierung von Erkenntnissen unterstützt ohne in die Realität eingreifen zu müssen.



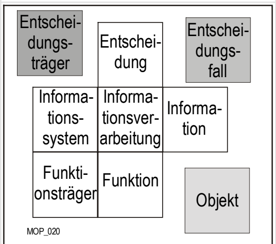
Prinzip der Thesaurierung

Thesaurierung: Bei der Modellierung nach dem Prinzip der Thesaurierung geht man von einem vorhandenen System bzw. einer vorhandenen Lösung aus. Sind die Probleme identifiziert, werden zunächst Ausgangsdaten für die organisatorische Gestaltung erfaßt und modelliert. Daran schließt sich eine Analysephase an. Durch sie wird die Ist-Situation im Hinblick auf die zu erreichenden Ziele bewertet und die Schwachpunkte des Systems werden erarbeitet. Die Kritik am Ist-Zustand benötigt einen Vergleichsmaßstab, also eine gedachte oder bereits aus Erfahrung bekannte, bessere Lösung. Dazu werden erkannte Verbesserungspotentiale, andere Lösungen oder oft auch allgemein dokumentierte Organisationsprinzipien bzw. Prüffragenkataloge verwendet. Anschließend werden durch Beseitigung der Schwachstellen alternative Lösungen ebenfalls in Form von Modellen konzipiert (thesaurierte Lösungen). Grundsätzliche Änderungen werden dabei z.B. unter Bezugnahme auf Organisationsparadigmen, wie Lean Production, Just-in-time (JIT) oder Prozeßorientierung, erreicht. Die Modellierung mit Hilfe von Referenzmodellen ist ein weiteres Beispiel für die thesaurierende Modellierung, da hier auf die dokumentierten Referenzen zurückgegriffen wird, um durch inkrementelle Änderungen und Spezifizierungen zu eigenen Lösungen zu kommen.



Prinzip der Generierung

Prinzip der Generierung: Generierende Vorgehensweisen der Modellierung zeichnen sich dadurch aus, daß sie nicht auf bereits bestehende Lösungen zurückgreifen. Mit ihrer Hilfe können durch eine kreative und systematische Handlungsweise substantiell neue Alternativen entwickelt werden. Die in dieser Arbeit entwickelte Konzeption ermöglicht sowohl eine thesaurierende als auch eine generierende Modellierung soziotechnischer Systeme.

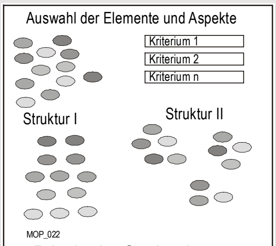


Prinzip der Komposition

Komposition: Komposition ist ein kreativer Akt. Das Prinzip der Komposition ermöglicht die Zusammenstellung einzelner Komponenten zu einem „Gesamtwerk". Zum Prinzip der Komposition gehört auch die „künstlerische Freiheit", die erst die Bildung neuer Konzepte aus vorgedachten bzw. vordefinierten Komponenten ermöglicht. Das entwickelte Konzept der Verbundmodellierung (s. Kapitel 5.2.4.3) baut ebenfalls auf dem Prinzip der Komposition auf.

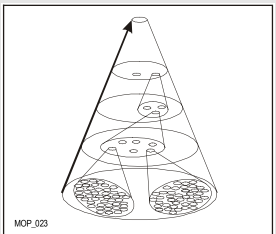
Prinzip der Zirkularität
Quelle: BECKMANN

Zirkularität: Im Realsystem und im Modell wird jede Komponente durch die anderen beeinflußt und wirkt andererseits auf diese so ein, daß über einen Kreisprozeß der Ausgangspunkt einer Beeinflussung wiederum selbst verändert wird. WEICK /WEIC85/ bezeichnet diese Wechselwirkung als doppelten Interakt. Bei der Erstellung von Modellen muß dieses Prinzip einerseits im Hinblick auf die korrekte Modellierung der realen Wechselwirkungen und andererseits im Hinblick auf Wechselwirkungen, die im Modellierungsprozeß entstehen, berücksichtigt werden.



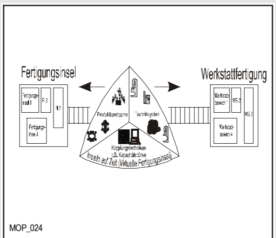
Prinzip der Strukturierung

Strukturierung: Unter Strukturierung wird allgemein die „Anordnung“ von Elementen unter Beachtung eines oder mehrerer Kriterien verstanden. Die Ordnung von Elementen ist der erste Schritt zur Erkenntnis. Zur Strukturierung von Modellen ist zunächst die Auswahl der zu strukturierenden Elemente und der anzuwendenden Strukturierungsaspekte erforderlich. Anschließend werden die Strukturierungsaspekte auf die Elemente angewendet, so daß eine bestimmte Ordnung entsteht. Durch Anwendung unterschiedlicher Kriterien auf die gleichen Elemente entstehen u.U. unterschiedliche Strukturen.



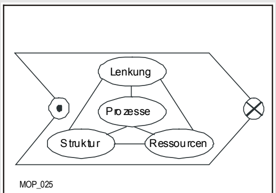
Prinzip der Aggregation
Quelle: BECKMANN

Aggregation: Zur Logik der Analyse (s.o.), die verlangt, ein System aus den Eigenschaften seiner Teile zu erklären, tritt komplementär die Logik der Synthese, die das Verhalten eines Systems aus den Eigenschaften seines übergeordneten Systems zu erklären versucht. Wesenskern der Synthese ist die Verknüpfung von Elementen mit insgesamt neuen Wirkungen. Es ist ein Vorgang des Suchens und Findens sowie des Zusammensetzens und Kombinierens. (i.A.a. /PAHL90/, S. F5)



Grenzfallbetrachtung

Methodik der Grenzfälle (Karikatur): Mit dieser Methodik kann einerseits die Überprüfung der Stichhaltigkeit eines Modells erfolgen, indem man es für verschiedene Extremfälle einsetzt. Auf diese Weise können evtl. sogar zusätzliche Bereich der Anwendbarkeit eines Modells ermittelt werden. Andererseits kann die Variation von Ausprägungen eines Systems zwischen zwei Grenzfällen zu völlig neuen Lösungen insbesondere in problematischen Fällen führen.

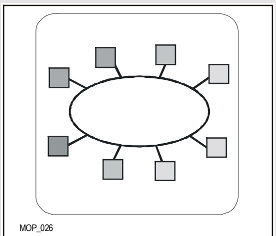


Nutzung von Gestaltungsparadigmen

Nutzung von Gestaltungsparadigmen: Bei der Konstruktion von Modellen helfen Gestaltungsparadigmen bei der Suche nach geeigneten Ansätzen. Ein Paradigma ist eine bestimmte Denkart in einem Themengebiet, die sowohl das bewußte als auch das unterbewußte Denken und Handeln beeinflußt. Paradigmen sind außerordentlich wichtig, da sie ein von der Kultur bzw. von einem Wissenschaftsgebiet geformtes Modell für das Denken und Handeln prägen /TAYL92/.

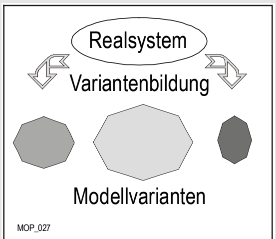
Arbeitsprinzipien bei der unternehmensspezifischen Modellierung

Die konkrete, unternehmensspezifische Modellierung wird in der betrieblichen Praxis i.d.R. als Projekt ablaufen. Um diese Projekte möglichst effizient und nutzbringend zu gestalten, sollten verschiedene Arbeitsprinzipien berücksichtigt werden.



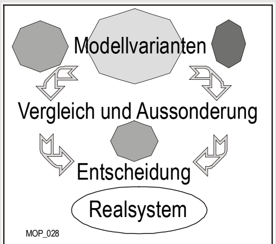
Interdisziplinäres Denken

Interdisziplinäres Denken: Komplexe Aufgaben bedürfen der Betrachtung aus Sicht verschiedener Wissensgebiete und Fachbereiche. Interdisziplinäres Denken fördert die Möglichkeit verschiedene „Experten“ um einen Tisch zu versammeln und dadurch „ganzheitliche“ Lösungen zu erarbeiten. Interdisziplinäres Denken bei den einzelnen Projektteilnehmern ermöglicht erst die Schaffung einer gemeinsamen Kommunikationsgrundlage. Zu interdisziplinärem Denken gehören Offenheit und Konfliktfähigkeit sowie die Fähigkeit, sich in die Lage Anderer zu versetzten.



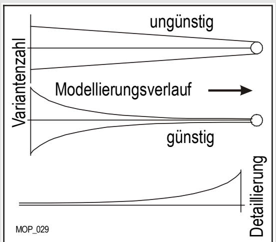
Prinzip der Variantenbildung

Variantenbildung: Das Prinzip der Variantenbildung geht davon aus, daß es für eine Problemstellung immer mehrere Lösungen gibt. In der organisatorischen Praxis werden jedoch häufig entweder vorgefertigte Lösungen gesucht und zu voreilig übernommen oder der Prozeß der Variantenbildung wird bereits nach wenigen gefundenen Varianten frühzeitig abgebrochen. Das Ergebnis ist in beiden Fällen das gleiche: Das Potential unternehmensspezifischer und innovativer Lösungen ist sehr gering. Ein weiterer Grund für die Variantenbildung liegt darin, daß gefundene Alternativen nicht exakt bewertet werden können. Es kann immer nur ein Vergleich mit der nächstbesten Alternative erfolgen. Das Prinzip der Variantenbildung versucht deshalb durch bewußte Manipulation einzelner Variablen zu einer angemessenen Anzahl tragfähiger Varianten zu gelangen.



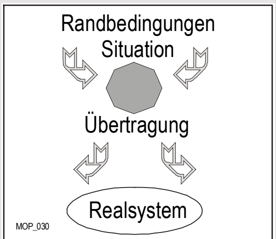
Vergleich, Aussonderung, Entscheidung

Vergleich, Aussonderung und Entscheidung: Das Prinzip von Vergleich, Aussonderung und Entscheidung besagt, daß die gebildeten Varianten in einem möglichst objektiven Prozeß aus bewertenden und aussondernden Entscheidungen einander anhand verschiedener Kriterien gegenüber gestellt werden. Dieser Prozeß ist mehrstufig und iterativ. Voraussetzung für die Anwendung dieses Prinzips ist jedoch, daß zuvor Varianten gebildet wurden.



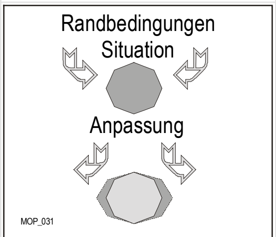
Abnahme der Variantenbreite

Prinzip der stark abnehmenden Variantenbreite: Um den Modellierungsaufwand so gering wie möglich, die Anzahl der untersuchten Varianten jedoch gleichzeitig so hoch wie möglich zu halten, sollte zu Anfang des Modellierungsverlaufes eine große Variantenzahl auf groben Niveau untersucht werden. Die Anzahl der Varianten sollte jedoch im Laufe der Modellierungsaktivitäten durch Vergleich und Aussonderung degressiv abnehmen. Der Detaillierungsgrad der einzelnen Varianten sollte dagegen progressiv steigen.



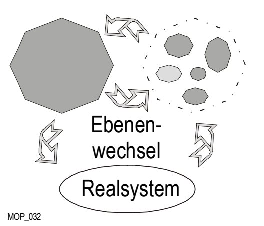
Prinzip der Bedingungsbindung

Bedingungsbindung, situativer Ansatz: Die ausgewählten Modelle dienen der Gewinnung von Erkenntnissen. Diese Erkenntnisse dürfen jedoch nur bedingt auf das Realsystem übertragen werden. Bei der Übertragung sind die bei der Modellierung und der Erkenntnisgewinnung einbezogenen Randbedingungen genauso zu berücksichtigen wie die jeweilige Situation in der die Modellierung erfolgte.



Prinzip der Modellflexibilität

Modellflexibilität und Modellcontrolling: Zahlreiche Unwägbarkeiten, Fehleinschätzungen, Imponderabilien, unvorhergesehene Ereignisse und Änderungen verkürzen die „Halbwertzeit" von Modellen. Dies erfordert eine permanente Überwachung und Anpassung der Modelle an den jeweils aktuellen Erkenntnisstand, damit die Modelle aussagefähig bleiben. Voraussetzung dafür sind flexible Modelle, die auch tatsächlich angepaßt werden können.

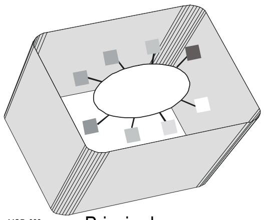


Wechsel der Betrachtungsebenen

Wechsel zwischen selektiver und ganzheitlicher Betrachtung: Komplexe Aufgaben bedürfen der Betrachtung aus verschiedensten Blickwinkeln. Durch Einnahme verschiedener Blickwinkel wird letztlich eine ganzheitliche Perspektive geschaffen. Dabei sollten sich die Ebenen der Einzelbetrachtung und Gesamtbetrachtung des Modells und die Betrachtung des gesamten Realsystems stets abwechseln, um die zahlreichen unterschiedlichen Gestaltungsebenen einerseits erkennen und andererseits verbinden zu können.

Kreativitätsprinzipien

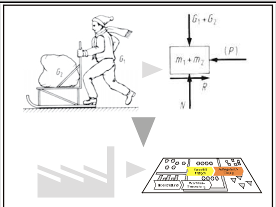
Bei der Modellierung soziotechnischer Systeme geht es um eine anspruchsvolle, schöpferische Tätigkeit, bei der der menschliche Geist durch seine Kreativität Lösungen ermöglichen soll. Schöpferische Arbeit erfordert demnach Kreativität. Es handelt sich dabei um eine spezielle Fähigkeit des Menschen, die durch geeignete Methoden und Hilfsmittel gefördert werden kann. Hierzu kommt, daß Kreativität durch die persönliche Einstellung zur Aufgabe (Motivation oder Frustration) besonders stark beeinflußt wird. Es ist deshalb wichtig, daß die angewendeten Modellierungsansätze einfach, verständlich und intuitiv sind und sich am menschlichen Denkprozeß orientieren.



Prinzip der Umgebungsoptimierung

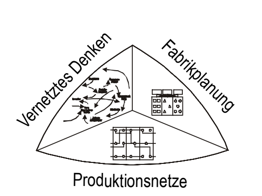
Umgebungsoptimierung: NIMMERGUT empfiehlt die folgenden 20 Punkte zur Schaffung einer kreativen Umgebung /NIMM75/:

- Achten Sie das schöpferische Denken!
- Steigern Sie die Sensibilität der Beteiligten!
- Manipulieren und operieren Sie mit Gegenständen und Ideen!
- Nutzen Sie Methoden der systematischen Einschätzung von Ideen!
- Bilden Sie ein tolerantes Verhältnis zu neuen Ideen!
- Hüten Sie sich davor, starre Schemata aufzurichten!
- Pflegen Sie eine schöpferische Atmosphäre!
- Achten Sie das kreative Potential!
- Vermeiden Sie unnötige Konflikte mit der Umgebung!
- Geben Sie Informationen über den kreativen Prozeß!
- Zerstreuen Sie die Angst vor meisterlichen Leistungen anderer!
- Unterstützen und beurteilen Sie innovative Leistungen!
- Stellen Sie Probleme vor!
- Schaffen Sie Situationen, die kreatives Denken erfordern!
- Sorgen Sie für aktive und passive Phasen!
- Sorgen Sie für Mittel, kreative Ideen zu verwirklichen!
- Fordern Sie die bis zum Ende durchdachte Idee!
- Entwickeln Sie einen konstruktiven Kritizismus!
- Unterstützen Sie die Ansammlung vielseitigen Wissens!
- Fördern Sie Personen mit lebendigem Intellekt!



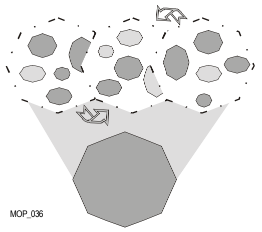
Prinzip der Analogiebildung

Denken in Analogien: Bei diesem Kreativitätsprinzip sucht man nach Analogien zwischen mehr oder minder entfernten Problemen und ihren Lösungen. Dabei kann untersucht werden, ob diese ganz oder teilweise übertragbar und anwendbar sind. Die Bildung von Analogien ermöglicht die Übertragung von Ergebnissen aus anderen Gebieten oder Disziplinen auf die betrachtete Realität, wenn die Modellbildung unter ein und demselben Gesichtspunkt erfolgt.

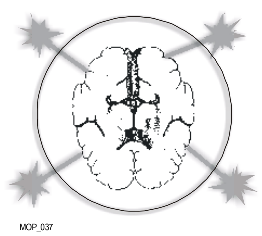


MOP_035 Prinzip der Analogiebildung

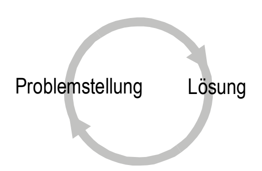
Theoriekombination und –variation: Es wird der Versuch unternommen, durch Verknüpfung in sich geschlossener Theorien und Konzepte zu neuen Lösungsräumen zu gelangen, um daraus – evtl. auf einer anderen, höheren Ebene – eine andere, neue Konzeption aufzustellen, die eine größere Anzahl von Kriterien erfüllt. Man verläßt bei der Suche nach Lösungsmöglichkeiten die herkömmlichen Alternativen und sucht im noch nicht erforschten „Niemandsland“ - vorzugsweise im Grenzgebiet der verschiedenen klassischen Wissensgebiete - neuartige Lösungen.


MOP_036 Wechsel der Betrachtungsebenen

Kombinatorische Freiheit: Ein wesentliches Prinzip der Kreativität besteht darin, zunächst jede „Lösung“, die durch irgendeinen Prozeß gefunden wird, zuzulassen. Erst anschließend ist diese „Lösung“ genauer zu untersuchen, bevor sie verworfen oder gewählt wird. Bei der Modellierung soziotechnischer Systeme bestehen zahlreiche Freiheitsgrade durch die Vielzahl an möglichen Aspekten und kombinatorischen Möglichkeiten. Diese Freiheitsgrade können offensiv zur Ermittlung innovativer und evtl. auch überraschender Lösungen genutzt werden.

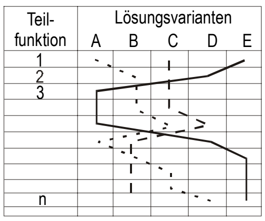

MOP_037 Überwinden kognitiver Grenzen

Überwindung kognitiver Grenzen: Das Denken des Menschen ist zu einem großen Teil visuell beeinflußt, die Speicherkapazität seines „Gedächtnisses“ begrenzt und seine Objektivität läßt mit zunehmender Komplexität nach, so daß gefühlsmäßigen Entscheidungen bereitwilliger Platz gemacht wird. Die kognitiven Grenzen des Menschen können durch kreativitätsfördernde Methoden erweitert werden.



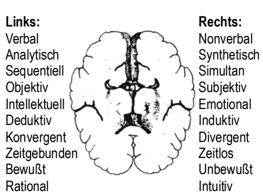
MOP_038 Prinzip der Reziprozität

Nutzung von Wechselbeziehungen: Ein großer Teil der Phänomene stehen miteinander in direkter oder mittelbarer Wechselbeziehung. Infolge dieser Reziprozität können - unter bestimmten Voraussetzungen - Ursachen und Folgen ausgetauscht werden. Man nützt diese gegenseitige Abhängigkeit bei der Lösung einer Problemstellung (/AGGT90/, S. 66).



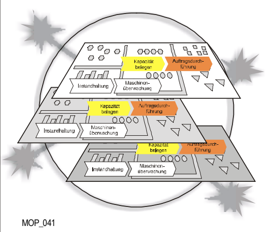
MOP_039 Anwendung der Morphologie

Prinzip der Morphologie: Hier handelt sich um die **Anwendung** der Klassifikation (s.o.) nicht nur in seiner ordnenden Funktion, sondern auch als Hilfsmittel zum Erkennen von Zusammenhängen. Diese Klassifikation kann nach den verschiedensten Kriterien vorgenommen werden. Somit entstehen nach ZWICKY eine Reihe von zweidimensionalen Matrizen, die insgesamt ein mehrdimensionales Klassifikationssystem ergeben (vgl. /ZWIC71/).



Wechsel zwischen linker und rechter Gehirnhälfte
MOP_040

Nutzung des Wechsels zwischen linker und rechter Gehirnhälfte: Da das menschliche Gehirn (allgemein natürlich jede Art von Gehirn) ein Paradebeispiel für ein komplexitätsbewältigendes Organ darstellt, und diese komplexitätsbewältigende „Maschine“ zweifellos auf evolutionäre Weise entstanden ist, kann erwartet werden, daß gewisse strukturelle Gesetzmäßigkeiten kognitiver Prozesse für das Verständnis der evolutionären Problemlösungsmethodik von Bedeutung sind (/MALI92/, S. 286).


MOP_041
Abbau von Barrieren

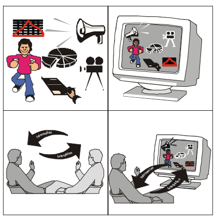
Abbau von Barrieren: Die Umweltgegebenheiten enthalten eine Reihe von Elementen, die auf die Phantasie und Intuition hemmend wirken. Es handelt sich dabei z.B. um:

- Bindung an Tradition, die der Zukunft hinderlich im Wege steht
- Die herkömmliche Lebenseinstellung, wodurch die Betrachtungsweise einseitig wird
- Vorurteile und Tabus

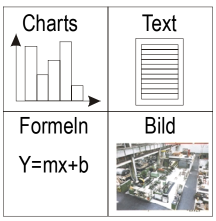
Es ist wichtig, daß diese bei der kreativen Arbeit abgebaut bzw. überwunden werden, die Bereitschaft zur „konstruktiven Zerstörung muß gefördert werden (i.A.a. /AGGT90/).

Dokumentationsprinzipien

Die Komplexität organisatorischer Sachverhalte legt eine Dokumentation der Modelle in unterschiedlichen Formen, die der jeweiligen Aussage entsprechen, nahe. Der Wert der verbalen Ausführung darf dabei nicht unterschätzt werden. Die beherrschte Sprache ist ein unverzichtbares Mittel zur Darstellung der Komplexität. In einer zunehmend visuell orientierten Welt gewinnt jedoch der Aphorismus „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ an Bedeutung. Bildhafte Darstellungen verdeutlichen Teile komplexer Sachverhalte schneller als die Sprache und erleichtern die Kommunikation (i.A.a. /BÜCH97/). Dokumentationsprinzipien lenken die Aufmerksamkeit des Modellierers auf die Wichtigkeit und die Möglichkeiten einer ordnungsgemäßen Dokumentation.

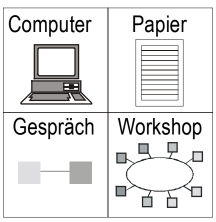

Vereinigung unterschiedlicher Medien
MOP_042

Anwendung unterschiedlicher Medien: Die Anwendung unterschiedlicher Medien ist die Voraussetzung für die Dokumentation und Bereitstellung komplexen Wissens. Bei der Modellierung soziotechnischer Systeme ist die Anwendung der Medien vom Modellierungsproblem, dem Anwender und der Zielgruppe der modellierten Informationen abhängig. Entscheidend für den Nutzen der erstellten Modelle ist dabei die geschickte Kombination der Medien und die Interaktion der Modellierer mit der Modellen.



Vereinigung unterschiedlicher Darstellungstechniken
MOP_043

Anwendung unterschiedlicher Techniken: Darstellungstechniken sind formalisierte Verfahren zur Konkretisierung und Visualisierung der Erkenntnisse und Vorstellungen der Systemgestalter. Der formalisierte Anspruch darf nicht darüber hinweg täuschen, daß Darstellungen komplexer Sachverhalte immer nur „Modelle“ der Realität sind. Beispiele für unterschiedliche Darstellungstechniken sind Formeln, Bilder, Charts oder Texte.



Vereinigung unterschiedlicher Hilfsmittel
MOP_044

Vereinigung unterschiedlicher Hilfsmittel: Eine Dokumentation ist eine Zusammenstellung, Ordnung und Nutzbarmachung von Dokumenten bzw. Informationen. Für die Dokumentation der Modelle werden unterschiedliche Hilfsmittel gleichzeitig eingesetzt. Beispiele für unterschiedliche Hilfsmittel zur Dokumentation der Modelle sind der Computer als multimediales Hilfsmittel sowie Zeichnungen auf Papier, einfache Gespräche oder vollständige Workshopsequenzen.

Anhang III Einsatzhinweise für die Konzeption soziotechnischer Systeme

Tabelle 4 beinhaltet eine ungeordnete Liste von möglichen Fehlern und entsprechenden Einsatzhinweisen, die sich bei der praktischen Gestaltungsarbeit angesammelt haben.

Tabelle 4: Einsatzhinweise für die entwickelte Konzeption

Vernachlässigung der Projektplanung, -steuerung, -organisation und –kontrolle	Viele Gestaltungsprojekte stehen unter einem großen Zeit- und Kostendruck, insbesondere dann, wenn der „Leidensdruck" groß ist und externe Berater beteiligt werden. Die Erwartungen sind meist sehr hoch. Es bleibt dann meist keine Zeit, ein angemessenes Projektmanagement aufzubauen. Aufgrund der Beteiligung externer Berater wird dabei auch meist nicht verstanden, daß interne Mitarbeiter für die Projektarbeit freigestellt werden müssen. Aufgrund der Notwendigkeit bereits in der Vorstudie beeindruckende Ergebnisse erzielen zu müssen, geht es sofort mit der Entwicklung von Inhalten los. Die Projektplanung, -steuerung, -organisation und –kontrolle werden vernachlässigt.
Fehlende Reflexion der Vorgehensweise und keine Anpassung an die spezifischen Gegebenheiten	Neben einer mangelnden Projektorganisation fehlt auch in vielen Fällen eine Reflexion der Vorgehensweise und eine Anpassung an die spezifischen Gegebenheiten. Es kommt zu einer starren Orientierung am dokumentierten Vorgehensmodell. Dabei wird z.B. übersehen, daß das Vorgehen in einer konkreten Situation eine Überlappung der Schritte und Phasen erfordert, auch wenn in der Dokumentation eine logische Trennung zwischen den einzelnen Schritten und Phasen vorgenommen wurde.
keine ausreichende Berücksichtigung der internen und externen Kontextfaktoren	Es besteht die Gefahr, daß die internen und externen Kontextfaktoren (z.B. Tradition, Größe, Branche, Marktdynamik) des zu gestaltenden Systems zwar erhoben und analysiert werden, eine ausreichende Berücksichtigung bei der Konzeption dennoch nicht erfolgt. Diese Gefahr steigt immer dann, wenn versucht wird, sog. Patentrezepte oder Erfolgsgeschichten unreflektiert auf das eigene System zu übertragen oder wenn es sich die Gestalter durch Standardkonzepte zu einfach machen wollen.
Fehlende Abgrenzung des Systems	Oft fehlt der Mut, eine Entscheidung über die Reduzierung der zu betrachtenden Elemente und Aspekte zu treffen. Das betrachtete System wird nicht richtig abgegrenzt. Es besteht dann die Gefahr, das Ziel aus den Augen zu verlieren und letztlich keine Ergebnisse zu erzielen.
Fehlende Berücksichtigung wichtiger Aspekte und Elemente	Darüber hinaus gibt es auch den umgekehrten Fall, daß das System zu stark abgegrenzt wird, wichtige Aspekte und Elemente nicht einbezogen werden und letztlich zu einfach gedacht wird. In solchen Fällen lassen sich zwar schnell Ergebnisse präsentieren, diese Ergebnisse stoßen jedoch spätestens beim Versuch ihrer Realisierung schnell an ihre Grenzen und müssen dann mühsam angepaßt werden.

Verfall in „Routine“	Nach anfänglicher Euphorie und kreativer Dynamik bemerken die Beteiligten, daß die Gestaltungsarbeit mit einem großen Anteil routinemäßiger Sammel-, Auswertungs- und Dokumentationsarbeit verbunden ist. Es besteht dann die Gefahr in ein rein methodisches „Abarbeiten“ der Arbeitspakete zu geraten, die entweder ohne echte Öffnung der Beteiligten einfach abläuft oder aber keine Freiräume mehr für kreatives Denken bietet..
Kein Abrücken von Vorurteilen und eingefahrenen Einstellungen	Viele Beteiligte haben bereist im Vorfeld einer Vorstudie bestimmte Vorstellungen, z.T. auch fest gefahrene Vorurteile und Einstellungen. Diese bringen sie gewissermaßen als „mitgebrachte“ Situationsanalyse in den Gestaltungsprozeß ein und geben ihm damit eine bestimmte Richtung. Es besteht die Gefahr, daß keine kreative Arbeit möglich wird, sondern lediglich nach Argumenten für die Bestätigung der eigenen Vorurteilen gesucht wird.
Mängel in der Informationspolitik	Zu späte Information der Betroffenen führt oft zu Überraschungen, Überrumplung und Widerstand.
Systemblindheit	Bereits in der Analyse steckt die Gefahr, daß durch die intensive Beschäftigung mit dem System in seinem Ist-Zustand der Blick für neue Möglichkeiten verloren geht, es kommt dabei häufig zu einer gewissen Systemblindheit. Exakte Analysen bereiten lediglich den Boden für die Optimierung vorhandener Prozesse und verhindern eine mögliche, evtl. radikale Neugestaltung.
Fehlende Anpassung der Komplexität der Vorgehensweise an die tatsächliche Komplexität des Problems	Die Komplexität des Problems führt zu Ängsten, die sich negativ auf den Umgang mit dem Problem selbst, aber auch mit der hier vorgestellten Methode auswirken. In Bezug auf das Problem selbst kommt es z.B. zu unvollständigen Analysen, Resignation bei der Konzeption oder Verlust des Überblicks. Fragen über Fragen werden formuliert; der Prozeß dauert und dauert, das Licht am Ende des Tunnels scheint nicht aufzutauchen. Hier sind einerseits spezielle Eigenschaften der Gestalter erforderlich, die ihn in die Lage versetzen, mit komplexen Problemen erfolgreich umzugehen, nicht jeder Mensch ist dafür geschaffen. Darüber hinaus zeichnet die hier vorgestellte Methode bereits den Weg vor, so daß mit dem Fortschreiten in den Phasen und Schritten bereits ein Fortkommen erkennbar wird. In Bezug auf die Methode selbst kann hier nur angemerkt werden, daß es durchaus einfacher gestrickte Methoden gibt. Aufgrund der modularen Konzeption der vorgestellten Methode sind diese einfachen Methoden selbstverständlich ebenfalls enthalten. Auch hier gilt nochmals der Hinweis, daß sich der Gestalter seine eigene Methode aus den einzelnen Bausteinen beliebig und situationsspezifisch zusammenstellen kann. Für einfache Probleme können somit auch einfache Methoden generiert werden. Der gesamte Umfang der Methode erlaubt jedoch auch die Behandlung komplexer Probleme. Dies hat jedoch zur Folge, daß auch die Methode komplexer wird.

Fehlende Bearbeitung der „wahren“ Probleme	Es besteht die Gefahr, daß trotz der Erkenntnis über bestimmte Zusammenhänge und Probleme keine Maßnahmen ergriffen werden. Es werden dann Lösungsvorschläge erarbeitet, die an den wirklichen Problemen vorbei gehen. Dies kann unterschiedliche Gründe haben: • Der Aufwand wird gescheut • Das Budget gibt eine echte Problemlösung nicht her, Aufstockungen werden nicht genehmigt • Der Gestalter hat Angst vor der Überbringung schlechter Nachrichten • Echte Problemlösungen sind nicht durchsetzbar
Keine permanente, kritische Überprüfung der durchgeführten Maßnahmen	Teilweise werden z.B. Analysen aufgrund des Projektplanes oder des Auftrages auch dann durchgeführt, wenn bereits erkennbar ist, daß es sich um einen unwichtigen Teilbereich handelt. Die Erhebung und Analyse findet dann um der Erhebung willen statt. Ein Nutzen für das Projekt wird nicht erzielt.
Zielhörigkeit	Oft ist in Projekten von den einzelnen Mitarbeitern eine zu starre Orientierung an der ursprünglichen Zielvorstellung erkennbar („Zielhörigkeit“), statt sich an analytischen Ergebnissen zu orientieren. Dies kann z.T. damit zusammenhängen, daß die Mitarbeiter zu stark auf die Ziele eingeschworen wurden, teilweise ist jedoch auch kein geeignetes Zielcontrolling vorhanden, daß die Ziele an den jeweiligen Projektfortschritt anpaßt und geeignet kommuniziert. Das Zielsystem darf nicht das Geheimnis des Projektteams bleiben, sondern muß einerseits von der Leitung gebilligt und mit den „Betroffenen“ vereinbart werden.
Alibifunktion der Ziele	Werden Ziele zu offen und allgemeingültig formuliert, weisen sie keinerlei lenkende Wirkung auf. Sie haben dann eher eine „Alibifunktion“. Abhilfe schafft hier nur eine transparente Operationalisierung und kritische Würdigung durch mehrere Personen. Dabei ist auch auf eine realistische Zeitplanung – mit Reserven – zu achten. Darüber hinaus sind Zielkonkurrenzen sowie unerwünschten Neben- und Fernwirkungen deutlich herauszustellen, damit auch dadurch eine kanalisierende Wirkung in Bezug auf die Konzeption erreicht wird und der Lösungsraum nicht unzulässig weit geöffnet bleibt.
Zu große Dominanz einzelner Ziele oder Zielarten	Je nach Ausrichtung und Objektivität des Zielgremiums kommt es oft zur Dominanz einzelner Ziele oder Zielarten (meist sind dies die ökonomischen Ziele). Der eigentliche Effekt eines Ziel**systems** geht dadurch weitgehend verloren. Mögliche Lösungen werden aufgrund eines eingeschränkten Katalogs an Bewertungskriterien verworfen, obwohl sie insgesamt eine bessere Lösung darstellen. Je nach Unternehmensgröße und Anzahl parallel betriebener Gestaltungsprojekte können sogar Dominanzen projektspezifischer Zielsysteme auftreten, die zu einer Überbewertung jeweils aktueller Probleme führt. Unternehmensübergreifende Gesamtlösungen werden dadurch gefährdet.

Zu frühe Beendigung der Lösungssuche oder „Entwicklung“ von Scheinalternativen	In vielen Fällen kommt es zur frühzeitigen Beendigung der Lösungssuche, wenn eine erste vernünftige Lösung entdeckt wurde. Auch dafür gibt es unterschiedliche Gründe, die z.T. auf Seiten der Beteiligten zu suchen sind (z.B. zu geringes Anspruchsniveau, zu geringe Kreativität), z.T. aber auch im Umfeld (z.B. zu hoher Zeit- oder Ergebnisdruck) oder in der Projektorganisation (z.B. Unterdrückung kreativer Ideen, vorzeitiges Abschneiden möglicher Lösungswege) ihre Wurzeln haben. Z.T. entstehen auch Scheinalternativen, um z.B. Lieblingsideen zu befördern, kreative Quantität zu demonstrieren oder Verhandlungsmasse in Entscheidungsprozessen aufzubauen.
Gefahr von Alibilösungen	Die Leitung muß letztlich hinter den „entschiedenen“ Lösungen stehen und ihre Umsetzung tragen. Ohne festen Lösungswillen der Leitung entstehen sehr leicht „Alibilösungen“. In diesem Zusammenhang gibt es oft auch das Problem, daß aufwendig erarbeitete Lösungen „in der Schublade verschwinden“. Dies führt zur Frustration der Gestalter und Betroffenen, die beim nächsten Mal weniger intensiv mitarbeiten. Tritt dies dann häufiger auf, sind in diesem System keine innovativen Ideen mehr zu erwarten und auch kaum von Außen einzubringen.
Kurzlebige „Lösungen“ und mangelnde Entwicklungsfähigkeit durch einzelne Präferenzen und Dominanz	Bestimmte Präferenzen bei der Einrichtung des Projektes bzw. bei der Erteilung des Auftrages führen zu unzureichend durchdachten und oft kurzlebigen „Lösungen“. So führt z.B. die Dominanz der Gemeinkostenorientierung dazu, daß Konzepte weitgehend auf die Schlüsselbereiche fixiert bleiben. Eine Einbeziehung des Umfeldes mit dem Ziel einer ganzheitlichen und integrierten Lösung unterbleibt. Eine Dominanz der Personalkostenorientierung führt z.B. dazu, daß jeder organisatorische Spielraum (organizational slack) „weggeräumt“ wird, um möglichst weitgehende Einsparungen nachweisen zu können. Die Vergangenheit hat jedoch gezeigt, daß eine übermäßige „Verschlankung“ der Organisation nicht nur zu Mißmut und kulturellen Problemen auf Seiten der Mitarbeiter führt, sondern auch daß sich das Unternehmen gewissermaßen die „Lebensgrundlage“ und wertvolles Flexibilitätspotential entzogen hat. Ab einer gewissen Stufe gerät das Unternehmen in extreme Abhängigkeiten, da es nicht mehr in der Lage ist, sich aus seinem eigenen Potential weiter zu entwickeln.
Fehlende Kreativität und Experimentieren bei der Beratung	In einigen Fällen fehlt die Kreativität, eigene Konzepte zu entwickeln. Die „entwickelten“ Konzepte orientieren sich dann oft an modischen Trends, die gerade im Gespräch sind. Bei der Beteiligung von Beratern besteht in diesem Zusammenhang auch die Gefahr, daß bestimmte Konzepte einfach mal ausprobiert werden, um ihre Tauglichkeit unter Beweis zu stellen.
Mangelnde Diagnose	Ist die Analyse des Systems abgeschlossen, liegen unterschiedliche Erkenntnisse über den Ist-Zustand des Systems vor. Anstatt diese Erkenntnisse tatsächlich in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und hinsichtlich ihrer Besonderheiten und Alleinstellungsmerkmale zu diagnostizieren, wird oft bereits das bloße Zusammenfügen von Erkenntnissen als ausreichende Diagnose angesehen.

„Einsparungs-wahn“ verhindert Gewinnchancen	Die Dominanz der Suche nach Einsparungspotentialen auf Seiten der Gemeinkosten verdrängt die Suche nach Verbesserungspotentialen der Wertschöpfungsketten. Dies führt dazu, daß zwar kurzfristig Gemeinkosten reduziert und damit vermeintlich ein Erfolg erzielt wird, die Verbesserung der Ertragssituation durch eine Verbesserung der Wertschöpfungskette und der Kundenorientierung wird jedoch vernachlässigt. Dies führt in extremen Fällen sogar dazu, daß die Überlebensfähigkeit des Systems gefährdet sein kann.
Schlechte Abstimmung zwischen Konzeption und Möglichkeiten des Systems	In der Euphorie der Konzeption innovativer Lösungen kann es zu einer zu späten Verknüpfung zwischen beurteilenden Aussagen, die nach jedem konzeptionellen Schritt erfolgen sollten, und den realistischen Möglichkeiten (Personal, Finanzen, Zeit) eines Systems. Dadurch wird trotz guter Konzepte und einer permanenten Beurteilung der Ergebnisse eine Umsetzung aufgrund von Ressourcenmängeln gefährdet.
Kapitulation der Gestalter vor vernetzten Zusammenhängen	In Situationen, die eine personenabhängige Grenze der Komplexität überschreiten und in denen gleichzeitig der Zeitdruck steigt, unter dem Ergebnisse vorgelegt werden müssen, kommt es zur Kapitulation der Gestalter vor vernetzten Zusammenhängen. Es werden nur noch unzusammenhängende Einzelaspekte diagnostiziert und nicht das Ganze. Die Entscheider sind meist auch nicht in der Lage, das Problem in seiner Vernetztheit zu erkennen, so daß die vorgelegten Ergebnisse abgesegnet und letztlich auch umgesetzt werden. Dies führt dazu, daß die Konzepte erst nach ihrer Umsetzung mit der tatsächlichen Vernetzung und Komplexität konfrontiert werden, so daß dann sog. „Nachbesserungen“ vorgenommen werden müssen, die dann meist schrittweise die Vernetzung berücksichtigen. Die wesentliche Gefahr dabei besteht darin, daß sehr schnell bei allen Beteiligten das Gefühl aufkommt, daß das Konzept nicht ausgereift, evtl. sogar schlecht ist.
Manipulations-möglichkeiten durch bewußte Intransparenz	Bei einigen Bewertungssystemen werden zu viele Kriterien und Einflüsse gleichzeitig einbezogen. Dadurch besteht z.B. die Gefahr, daß einige wenige, die das System entwickelt haben, durch bewußte Intransparenz Manipulationsmöglichkeiten eingebaut haben. Es besteht aber auch die Gefahr, daß die Aussagen einer solchen Mischbewertung wenig brauchbar sind. Ein weiteres Problem in diesem Zusammenhang ist das fehlende Verständnis bei den Anwendern, so daß es entweder zu Unmut und Ablehnung oder zu falschem oder ungeschicktem Einsatz kommen kann.
Übergewichtung monetärer Bewertungsgrößen	Aufgrund der Einfachheit und Überzeugungskraft der monetären Bewertungsgrößen kann es hier schnell zur Übergewichtung kommen. Die Forderung nach einem ganzheitlichen Bewertungssystem wird dann entweder nicht eingehalten, oder die Bewertung fällt zu positiv für diejenigen Konzepte aus, deren Stärken im monetären Bereich liegen. Es besteht dabei auch die Gefahr einer Orientierung an kurzfristigen monetären Erfolgen (Amortisation) statt an der Zukunftsfähigkeit eines Konzeptes.