

Sonderforschungsbereich 559 „Modellierung großer Netze in der Logistik“

Teilprojekt M6: Konstruktionsregelwerke

Technical Report 02005

ISSN 1612-1376

Dortmunder Prozesskettenparadigma – Grundlagen

Martin Käppner

Frank Laakmann

Niklas Stracke

Version 1.0

19.07.2002

Inhalt

1	Einleitung	5
1.1	Logistik	5
1.2	Paradigma der prozessorientierten Gestaltung von Logistiksystemen.....	5
1.2.1	Logistiksysteme.....	5
1.3	Motivation für die Entwicklung eines Modells für die prozessorientierte Planung.....	6
1.3.1	Ansatz der prozessorientierten Gestaltung.....	6
1.3.2	Zielsetzung/Anforderungen/Aufgaben an ein Prozessmodell.....	7
2	Herleitung des Prozesskettenmodells	9
2.1	Wissenschaftliche Grundlagen.....	9
2.1.1	Systemtheorie als methodische Grundlage des Prozesskettenmodells.....	9
2.1.2	Einflüsse der Netzwerkforschung.....	10
2.2	Prozesse in der Logistik.....	11
2.2.1	Grundbausteine logistischer Prozesse	11
2.2.1.1	Quellen/ Senken/ Objekte.....	11
2.2.2	Erfahrungswissen zur Identifikation und Formulierung von Prozessen	11
2.2.3	Identifizierung und Freischneiden von Prozessen.....	12
2.2.3.1	Abgrenzung von Untersystemen	12
2.2.3.2	Herausheben von Teilsystemen	13
2.2.3.3	Schnittstellenermittlung.....	13
2.2.3.4	Analyse.....	14
2.3	Parameter des Prozesskettenelements.....	14
2.3.1	Prozesse.....	15
2.3.2	Strukturen.....	15
2.3.2.1	Anordnungsstruktur (Topologie).....	16
2.3.2.2	Aufbaustruktur	16
2.3.2.3	Technische Kommunikationsstruktur	17

2.3.3	Ressourcen.....	17
2.3.3.1	Bestand	17
2.3.3.2	Fläche.....	18
2.3.3.3	Personal.....	18
2.3.3.4	Arbeitsmittel.....	18
2.3.3.5	Arbeitshilfsmittel.....	18
2.3.3.6	Organisationsmittel.....	19
2.3.3.7	Finanzmittel	19
2.3.3.8	Dienstleistungen.....	19
2.3.3.9	Betriebsstoffe.....	19
2.3.3.10	Informationen.....	20
2.3.3.11	Energie.....	20
2.3.4	Lenkungsebenen.....	20
2.3.4.1	Beispiel zur Modellierung von Lenkungsebenen	22
2.3.4.1.1	Systembetrachtung	22
2.4	Eigenschaften des Prozesskettenmodells.....	26
2.4.1	Selbstähnlichkeit der Prozessstruktur	26
2.4.2	Wahl des Detaillierungsgrades für die Modellbildung und Prozessvisualisierung.....	27
2.4.3	Prozess und Prozesskettenelement	27
2.4.4	Sichten und Dokumentationstechniken zur Prozessvisualisierung	28
2.5	Anwendung des Modells.....	29
2.5.1	Generelle Anwendungsfelder des Prozesskettenmodells	29
2.5.2	Beispielhafte Anwendungsgebiete.....	29
3	Prozesskettenmanagement.....	32
3.1	Schritte des Prozesskettenmanagements.....	32
3.1.1	Prozessvisualisierung.....	32
3.1.1.1	Bausteine des Prozesskettenmodells.....	32
3.1.1.2	Gestaltung des Prozesskettenmodells	35
3.1.1.3	Verantwortungsübergänge im Prozesskettenmodell.....	36
3.1.1.4	Aufnahme der Sichten.....	37
3.1.1.5	Verknüpfung der Sichten.....	38

3.1.2	Prozessanalyse.....	38
3.1.2.1	Prozesstypen.....	38
3.1.2.2	Standardanalysen.....	40
3.1.2.2.1	Durchlaufzeit.....	40
3.1.2.2.2	Prozesskosten.....	41
3.1.2.2.3	Prozessqualität.....	41
3.1.3	Prozessgestaltung.....	43
3.1.3.1	Allgemeine Methoden/Kreativitätstechniken.....	43
3.1.3.2	Prozessketten-FMEA.....	44
3.1.3.2.1	Einsatzfälle für die Prozessketten-FMEA.....	45
3.1.3.3	Quality Function Deployment.....	46
3.1.3.4	Potentialklassen nach Kuhn.....	47
3.1.3.5	Simulation.....	47
3.1.3.6	Optimierung.....	48
3.1.4	Prozesscontrolling und kontinuierliche Verbesserung.....	48
3.1.4.1	Ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung.....	48
3.2	Ausblick: Vorgehensmodell zum Prozesskettenmanagement.....	49
4	DV-Unterstützung des Prozesskettenmanagements.....	52
4.1	Software zur Prozessmodellierung.....	52
4.1.1	LogiChain.....	52
4.2	Software zur Prozessgestaltung.....	53
4.2.1	Workbench.....	53
5	Literatur.....	54

1 Einleitung

1.1 Logistik

Die heutige wirtschaftliche Situation ist durch die zunehmende Globalisierung der Märkte, steigende Komplexität von Produkten und Dienstleistungen sowie durch die aufgrund der Wandlung zum kundenbestimmten Markt erfolgte Kundenorientierung geprägt (vgl. /KUHN95/).

Diese Randbedingungen erfordern von den einzelnen Unternehmen eine enorme Flexibilität, um auf die Kundenanforderungen und die dadurch bedingten kurzen Produktlebenszyklen in geeigneter Weise und unter Berücksichtigung der logistischen Kernziele einzugehen.

Die geforderte Flexibilität ist für Unternehmen zunehmend der Anlass zu Kooperationen jeglicher Art, so dass aus dem Wettbewerb der Unternehmen zunehmend ein Wettbewerb für logistische Verbünde geworden ist.

Die Komplexität der vernetzten logistischen Prozesse und der durch Kooperationen angebotenen Produkte und Dienstleistungen erfordern von den Netzwerkplanern einen umfassenden, durchgehenden Informationsfluss als Voraussetzung für die problemlose Materialflussabwicklung sowie organisatorische Möglichkeiten, um Ressourcen und Kernkompetenzen der an einer Kooperation beteiligten Unternehmen optimal zu nutzen.

Das Prozessketteninstrumentarium nach Kuhn hat sich bereits in zahlreichen praxisorientierten Anwendungen bewährt und bietet sich vor der geschilderten logistischen Situation als ein durchgehender und integrierender Problemlösungsansatz an.

Aus diesem Grund sollen die für die Praxis relevanten Aspekte aus den zugrundeliegenden wissenschaftlichen Arbeiten zur Prozesskettenmodellentwicklung die Grundlage für die folgenden Erläuterungen darstellen.

1.2 Paradigma der prozessorientierten Gestaltung von Logistiksystemen

1.2.1 Logistiksysteme

Das Konzept der soziotechnischen Systeme wurde Anfang der 50er Jahre durch TRIST begründet /KÜHL00/. 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.

Der allgemeine Systembegriff stellt eine Möglichkeit dar, Modelle der Wirklichkeit abzubilden und Erkenntnisse über diese abgebildete Wirklichkeit abzuleiten (vgl. /HENN90/). Der soziotechnische Ansatz betrachtet dabei - 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 /RIEC82/ 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, 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 Subsystems unter Vernachlässigung der Anforderungen und Möglichkeiten des sozialen Subsystems führt zu suboptimalen Ergebnissen des gesamten soziotechnischen Systems, beispielsweise hinsichtlich der Produktivität (tayloristischer Ansatz). Ebenso führt eine Optimierung des sozialen Subsystems ohne Berücksichtigung der Anforderungen und Möglichkeiten des technischen Subsystems zu suboptimalen Ergebnissen des soziotechnischen Systems (wie z.B. beim Human-Relations-Ansatz) /KÜHL00/.

1.3 Motivation für die Entwicklung eines Modells für die prozessorientierte Planung

1.3.1 Ansatz der prozessorientierten Gestaltung

Der Prozessorientierung kommt besondere Bedeutung zu, denn diese Art der Darstellung der Unternehmensaktivitäten schafft die notwendige Transparenz, um die Komplexität zu verstehen, aufzubrechen und handhabbar zu machen. Prozessorientierung ist gekennzeichnet durch /KAES96/:

- Integrationscharakter
Bei der Entwicklung einer Produktionsstrategie kann von der Produktionsaufgabe und nicht von vorhandenen Strukturen ausgegangen werden. Alle am Produktionsgeschehen beteiligten Teilprozesse werden miteinander zu einem Gesamtprozess verkettet, der sich in Kunden-Lieferanten-Beziehungen gliedern lässt. Dabei werden auch unternehmensexterne Bereiche berücksichtigt.
- Koordinationscharakter
Grundlage der Prozessorientierung ist die Erfahrung, dass das Optimum von Subsystemen i. d. R. nicht zu einem Gesamtoptimum des ganzen Systems führt. Daher wird auf eine tayloristische Aufsplittung des Prozesses verzichtet. Stattdessen werden die einzelnen Teile einem Systemziel untergeordnet.

- **Gestaltungscharakter**
Ausgangspunkt bei der prozessorientierten Reorganisation ist nicht die vorhandene Aufbauorganisation. Stattdessen werden die Stellen und Abteilungen gemäß der durch den Prozess bedingten Erfordernisse eingerichtet. Besonderer Wert wird dabei auf die Mitwirkung aller Unternehmensfunktionen bei der Produktentwicklung, auf flexible Arbeitsabläufe und auf reibungslose Informations- und Koordinationsmöglichkeiten gelegt. Dafür schaffen transparente Prozessketten die Voraussetzung.

Neben den beschriebenen Kennzeichen für eine Prozessorientierung formuliert Eversheim noch die weiteren Merkmale der prozessorientierten Unternehmensgestaltung /KAES96/:

Prozessorientierte Unternehmensorganisation

- unterstützt die Identifikation von sog. Kern- und Geschäftsprozessen,
- macht den Ressourcenverzehr nach dem Verursacherprinzip transparent,
- bietet vor allem Unterstützung bei der Realisierung von Lean Production.

Die Prozessorientierung stellt den Schlüssel zur Anpassung der Unternehmensstrukturen an veränderte Rahmenbedingungen dar. Sie integriert die beschriebenen Grundelemente und bildet die Basis, um die zur Geschäftsprozessoptimierung notwendigen Schritte zu unterstützen. Das Prozessverhalten kann durch Prozessmodelle abgebildet werden, die die Zusammenhänge zwischen Ein- und Ausgangsgrößen beschreibbar machen /KAES96/.

1.3.2 Zielsetzung/Anforderungen/Aufgaben an ein Prozessmodell

Auf Basis des beschriebenen prozessorientierten Ansatzes lassen sich die Anforderungen an eine Methode bzw. an ein Modell zur Unternehmensbeschreibung ableiten /KAES96/:

1. Der Zeitverbrauch des Gesamtprozesses und seiner Teilprozesse muss sich erfassen und darstellen lassen („Zeitbezug“).
2. Die zur Prozessbeurteilung relevanten veränderlichen Größen (z. B. Kosten, Wertzuwachs, Energieverbrauch etc.) müssen als zeitabhängige Zustandsvariablen definierbar sein. Die prozessorientierte Beschreibung muss dem kontinuierlichen Charakter dieser Größen gerecht werden („Prozessbezug“).
3. Durch Variation der Modellparameter und –relationen müssen alternative Szenarien einfach darstellbar und analysierbar sein („Gestaltungsbezug“).
4. Das Modell muss so konstruiert sein, dass auch das unternehmensexterne Lieferanten- und Abnehmernetzwerk berücksichtigt werden kann („Umweltbezug“).

5. Das Modell muss aus Modulbausteinen aufgebaut sein, zwischen denen Beziehungen definiert werden können („Modularität“).
6. Das Modell soll in hierarchisch geordneten Ebenen aufgebaut sein. Die unteren Ebenen enthalten die differenzierteren, die übergeordneten Ebenen die verdichteten Informationen („Detaillierbarkeit/Aggregierbarkeit“).
7. Für viele Fragestellungen kann es sinnvoll sein, im Modell darzustellen, wo der Auftragsfluss eine Organisationsgrenze überschreitet („Organisationsbezug“).
8. Die Modellbausteine (Prozesskettenelemente) sollen auf allen Ebenen selbständig sein. Durch Aufspaltung eines Prozesskettenelementes in eine Prozesskette wird eine Beschreibungsebene mit größeren Detaillierungsgrad erreicht. Durch Zusammenfassen einer Prozesskette zu einem Prozesskettenelement der nächsthöheren Ebene ergibt sich eine verdichtete Darstellung („Selbständigkeit“).
9. Dazu ist der Produkterstellungsprozess zu einem Auftragsfluss zu abstrahieren, der auf allen Beschreibungsebenen visualisierbar ist. Jeder Modulbaustein muss über Quellen und Senken für diesen Fluss verfügen. Zwangsläufig sind die prozessorientierten Methoden arbeitsplatzübergreifend („Flussorientierung“).
10. Das Modell soll den Beitrag jeder Einzelkapazität zu einem vorgegebenen übergeordneten Unternehmensziel ermitteln können („Systembezug“).

Ausgehend von diesen Forderungen kann die Entwicklung eines Prozessmodells in Form einer ganzheitlichen und transparenten Modellierungsmethode als relevantes Ziel angesehen werden.

2 Herleitung des Prozesskettenmodells

2.1 Wissenschaftliche Grundlagen

2.1.1 Systemtheorie als methodische Grundlage des Prozesskettenmodells

Das Systemdenken ist Bestandteil der methodischen Konstruktionsarbeit. Es ermöglicht den Zugriff auf ein Instrumentarium, das vor allem dann besonders wirkungsvoll ist, wenn komplexe, vielschichtige Aufgabenstellungen bearbeitet werden müssen. Die dabei zum tragen kommende Grundidee ist ein Vorgehen vom Groben ins Detail und von außen nach innen. So ist es möglich, komplexe Probleme zu entzerren und handhabbar zu machen, ohne dadurch den Blick für das Wesentliche zu verlieren /STRA00/.

Beim Versuch, den Systemgedanken auf logistische Strukturen zu übertragen, können diese als Systeme aufgefasst werden, die durch Eingangsgrößen (Inputs) und Ausgangsgrößen (Outputs) mit ihrer Umgebung (Umsystem) in Verbindung stehen. Ein System ist in Teil- bzw. Subsysteme unterteilbar. Was zum betrachteten System gehört, wird durch die Systemgrenzen jeweils festgelegt. Die Ein- und Ausgangsgrößen überschreiten die Systemgrenze und bestimmen das Systemverhalten nach außen. Dadurch wird die Definition einer Funktion möglich, die den Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgangsgrößen beschreibt und so die Eigenschaftsänderung von Systemgrößen angibt. Mit dieser Vorstellung ist es möglich, auf jeder Stufe der Abstraktion, der Einordnung oder der Aufgliederung für den jeweiligen Betrachtungszweck geeignete Systeme zu definieren. In der Regel sind sie Teile eines übergeordneten Systems /PAHL86/.

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Systemdenkens ist die Ganzheitlichkeit des Denk- und Handlungsansatzes. Lineares Denken und Handeln nach einem eindimensionalen Ursache-Wirkungsprinzip wird abgelöst durch ein integrierendes, systemisches Denken und Handeln, das die Rückkopplung als wesentliches Systemmerkmal berücksichtigt /KLÖP89/.

Der Systembegriff impliziert Methodik, Planung, Aufbau und Ordnung. Der Gegensatz dazu lässt sich mit dem Begriff „Chaos“ kennzeichnen, bei dem die zugrundeliegenden Wirkzusammenhänge der sich wechselseitig beeinflussenden Komponenten verborgen bleiben. Selbst Methodik, Planung, Aufbau und Ordnung lassen Wirkzusammenhänge unerkannt, Entwicklungen unvorhersehbar und somit die Situation im weitesten Sinne unlenkbar. Dagegen führt das Systemdenken zu einer Transparenz, die notwendig ist, um Systeme gezielt zu lenken, d. h. steuerbar und regelbar zu machen /KLÖP89/. So bietet das Systemdenken beispielsweise mit dem Prinzip der übergewichteten inneren Bindung (Untersysteme so bilden, dass nur wenige Beziehungen durch Untersystemgrenzen getrennt werden /SCHM89/) oder mit der Systemdekomposition (Bildung einer hierarchischen Struktur gemäß festgelegter Kriterien) Techniken zur Abgrenzung von Untersystemen bei der Betrachtung von komplexen Prob-

lemstellungen, die bei der Gestaltung von großen logistischen Netzwerken auftreten können.

Mit dem Systemdenken soll nach /SCHM89/ gewährleistet werden, dass

- komplexe Probleme in leichter handhabbare Teilprobleme aufgeteilt werden können,
- bei der Arbeit im Detail der Überblick erhalten bleibt,
- integrationsfähige Lösungen entstehen und Insellösungen vermieden werden.

2.1.2 Einflüsse der Netzwerkforschung

Der Netzwerkansatz hat seinen Ursprung in der Soziologie und versucht das Zusammenwirken verschiedener Einheiten (Individuen, Gruppen, Organisationen) über eine strukturelle Analyse zu erfassen. Der Netzwerkbegriff ist dabei als analytisches Konstrukt zu verstehen, mit dessen Hilfe die Beziehungen (Kanten des Netzwerks) zwischen den Einheiten (Knoten des Netzwerks) untersucht werden. Der Netzwerkansatz lenkt somit die Aufmerksamkeit auf die Interdependenzen zwischen den Knoten (Teilsystemen). Dabei können nicht nur „interne“ Organisationseinheiten, sondern auch „externe“ Einheiten, wie Kunden und Lieferanten, in die Betrachtung einbezogen werden. Da die Knoten Zustände oder Transformationen und die Kanten Zustandsveränderungen oder Transfers repräsentieren, lassen sich durch Netzwerke sowohl Organisationsstrukturen als auch –prozesse darstellen /KUHN98, S.3/.

Der Netzwerkansatz erlaubt die Aggregation und Dekomposition, so kann ein Netzwerk so aufgebaut sein, dass Knoten selbst aus Teilnetzwerken bestehen, wobei die Kanten Verbindungen zwischen diesen repräsentieren. Die Zusammenfassung von Teilnetzwerken zu Knoten erlaubt die Betrachtung auf verschiedenen Abstraktionsniveaus /KUHN98, S.3/.

Große logistische Netzwerke entstehen überall dort, wo eine große Zahl meist unterschiedlicher Objekte über mehrere Stationen durch teilweise wechselnde Verkehrsträger transportiert werden. Je nach Eingrenzung und Standpunkt werden diese Logistiksysteme als Zulieferernetzwerke, Produktionsnetze, Distributionsnetze, Gütertransportnetze, Behälterkreisläufe, Verkehrsnetze usw. bezeichnet. Die Komponenten dieser Netzwerke (z.B. Personen, Firmen, Ressourcen, Aufträge) sind durch eine Vielzahl unterschiedlicher Beziehungen miteinander verknüpft. Die Vernetzungsgrade sind hoch, insbesondere weil die Leistungsexplosion der Kommunikationstechnik dies fördert. Die derzeitigen Entwicklungen in Logistiknetzen äußern sich in neuen Zusammensetzungen und Gesetzmäßigkeiten. So wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl neuer netzwerkbasierter Unternehmensstrukturen wie strategische Allianzen, Joint Ventures, Zulieferernetzwerke, fraktale Fabriken, segmentierte Fabriken und virtuelle Unternehmen sowie prozessorientierte Organisationsformen propagiert, aber nur sehr zögerlich diskutiert /SFB 559/.

2.2 Prozesse in der Logistik

2.2.1 Grundbausteine logistischer Prozesse

2.2.1.1 Quellen/ Senken/ Objekte

Über die Quelle werden die Leistungsobjekte als Flussobjekte aus der Systemumwelt in den Prozess eingeschleust. Hinter einer Quelle verbirgt sich ein Lieferant und seine Leistungsobjekte. Die in den Quellen beschriebenen Systemlasten werden üblicherweise als Durchsatzwerte in Anzahl Objekte pro Zeiteinheit angegeben /WINZ97/.

Grundsätzlich wird zwischen aktiven und passiven Quellen unterschieden. Aktiv sind Quellen, wenn sie die Objekte in den Prozess drücken (Push-Prozesse, z. B. Produktionsprozesse gemäß Produktionsprogrammplanung). Passive Quellen liegen vor, wenn Ereignisse in dem betrachteten Prozess Objekte aus der Quelle ziehen (Pull-Prozesse, z. B. zusätzliche Materialanforderung).

Über die Senke werden die vom Prozess erzeugten transformierten Leistungsobjekte an die Systemumwelt abgegeben. Hinter einer Senke verbirgt sich der Kunde, der transformierte Leistungsobjekte aus dem Prozess abzieht.

Als Permanentobjekte werden diejenigen Objekte bezeichnet, die im Prozess verbleiben. Ist dies nicht der Fall so werden sie als Temporärobjekte bezeichnet.

2.2.2 Erfahrungswissen zur Identifikation und Formulierung von Prozessen

Quellen stellen die Eingänge von Prozesskettenelementen dar. Sie beschreiben Objekte, die das Prozesselement in Art und Menge durchlaufen. Auf diese Objekte beziehen sich alle Zielvereinbarungen der Kunden-Lieferanten-Beziehungen. Damit die Vergleichbarkeit der Zielvereinbarungen gewährleistet ist, muss für jede Prozesskette das logistische Basisobjekt festgelegt werden (Normierung). Logistische *Basisobjekte* sind entweder Materialien oder Informationen, beispielsweise *Transporteinheiten*, ein repräsentativer *Artikel*, ein *Auftrag* oder ein *Beleg*. Basisobjekte pro Zeiteinheit entsprechen dem Durchsatz und stellen die Systemlast eines Prozesskettenelementes dar. Im Prozesskettenmanagement finden diejenigen Stellen in der Prozesskette besondere Beachtung, an denen das Basisobjekt (Behälter, Logistik-Losgröße) wechselt. Vor und nach dem Wechsel kommt es zwangsläufig zu Lagerprozessen. An diesen Stellen darf es keinen Wechsel in der Verantwortungsspanne geben, da ansonsten das Bereichsdenken nicht durchbrochen werden kann. Prägnantes Beispiel ist die Fertigung großer Lose in einem Prozesskettenelement und deren Weiterverarbeitung zu kleinen, kundengerechten Einheiten im folgenden Prozesskettenelement. Die Verantwortung darf an dieser Stelle in der Prozesskette nicht unterbrochen werden. Denn im ersten Prozesskettenelement würde weiter auf Voll-

auslastung gefahren werden und im zweiten Prozesskettenelement wird die Anpassung der Lose an die Aufträgen angestrebt /WINZ97/.

2.2.3 Identifizierung und Freischneiden von Prozessen

Nach der Systemtheorie dient das Identifizieren und Freischneiden von Prozessen vor allem dazu, die Aufgabenstellung zu vereinfachen, ohne sie unzulässig zu simplifizieren. D.h. dieser Vorgehensschritt dient als Strukturierungsansatz, um die vorgegebenen Aufgaben handhabbarer zu machen /STRA00/.

Dieses Ziel kann erreicht werden, indem man überschaubare Lösungsbereiche abgrenzt und sich dabei über die geschaffenen Grenzen und Schnittstellen klar wird.

/SCHM89/ empfiehlt folgende Vorgehensweise, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll:

1. Abgrenzung von Untersystemen
2. Herausheben von Teilsystemen
3. Schnittstellenermittlung
4. Analyse von Elementen, Beziehungen und Dimensionen
5. Ermittlung von Gemeinsamkeiten

2.2.3.1 Abgrenzung von Untersystemen

Allgemein sollte bei der Abgrenzung von Untersystemen ein Prinzip beachtet werden, das nach /SCHM89/ in der Theorie als „Übergewicht der inneren Bindung“ bezeichnet wird. Danach werden nur solche Einheiten zu Untersystemen zusammengefasst, die relativ viele Innen- und wenig Außenbeziehungen haben, d. h. Schnittstellen sind ungeeignet gewählt, wenn sie relativ viele Beziehungen zerschneiden /SCHM89/, /STRA00/.

/KÜHL00/ erwähnt die Systemdekomposition als weitere Möglichkeit, den Gestaltungsprozess zu strukturieren. Dabei wird ein System im Hinblick auf ein zuvor festgesetztes Kriterium in Teile unterteilt, so dass sich eine hierarchische Struktur ergibt (s. Abbildung). Die Dekompositionstiefe, d.h. die Anzahl der Auflösungsstufen, ist allein unter dem Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit festzulegen. 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.

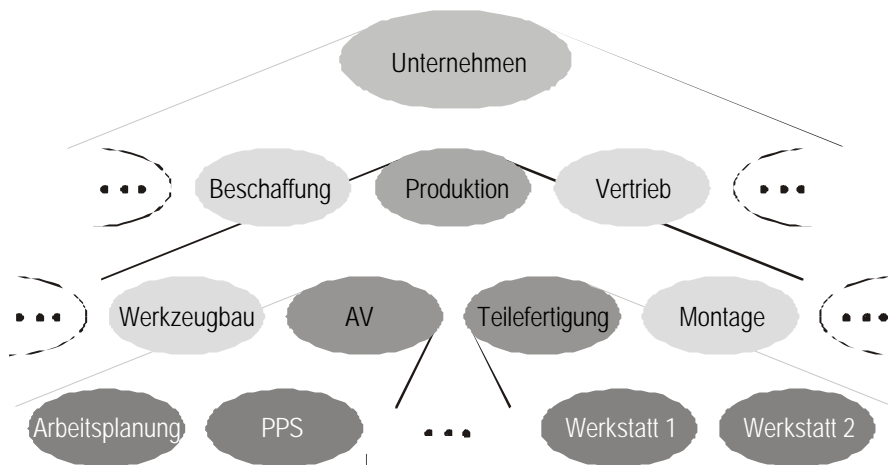


Abbildung 1: Beispiel einer Systemdekomposition /KÜHL00/

Abbildung 1 verdeutlicht die Wirkungsweise der Dekomposition nach dem Kriterium „Verrichtung“. 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 Muster. Gleichzeitig behält der Gestalter aber auf jeder Dekompositionsebene die „Struktur“ des entwickelten Entwurfes im Blick /KÜHL00/.

2.2.3.2 Herausheben von Teilsystemen

Die Abgrenzung von Teilsystemen erfüllt folgende Zwecke /SCHM89/:

- Verhinderung aufwendiger Informationserhebung in Bereichen, deren Veränderung gar nicht beabsichtigt ist.
- Möglichkeit einer detaillierten Untersuchung eines Teilsystems, ohne dass andere Teilsysteme ebenfalls gleich detailliert untersucht werden müssen.
- Möglichkeit einer sukzessiven Bearbeitung der einzelnen Teilsysteme. Komplexe Aufgaben können leichter bewältigt werden, indem nacheinander bestimmte Ausschnitte fokussiert werden.

2.2.3.3 Schnittstellenermittlung

Die Konzentration auf Teil- und Untersysteme kann leicht zu sog. Insellösungen führen, wobei die verbindenden Schnittstellen vernachlässigt werden /STRA00/.

Zur Integration von Untersystemen sowie zur Integration des Systems in seine Umwelt kann eine Matrix dienen, die die Teilsystembeziehungen als Schnittstellen zwischen den Untersystemen erfasst. Dabei werden nur die Außenbeziehungen der zum Untersuchungsbereich gehörenden Untersysteme untersucht. Dieses Black-Box Verfahren gilt als einer der Kernpunkte des Systemdenkens und verhindert, sich zu früh ins Detail zu verlieren. Wenn im folgenden Schritt die Black-Boxes „geöffnet“ werden, kann beliebig tief ins Detail eingestiegen wer-

den, ohne den Überblick auf die bereits gestalteten Schnittstellen zu verlieren. Derartige Matrizen können sowohl für Ist-Zustandsanalysen als auch zur Ermittlung eines Soll-Zustands benutzt werden /SCHM89/.

Die Wahl von Schnittstellen sollte die Stellen berücksichtigen, bei denen genau beschrieben werden kann, wie die grenzüberschreitenden Material- und Informationsflüsse aussehen. Es sollte in der Art freigeschnitten werden, dass der Output einer Quelle das Quellenverhalten eindeutig bzw. statistisch beschreibt, so dass das eigentliche Verhalten innerhalb der Quelle vernachlässigt werden kann. Auf diese Weise können Systeme auf Black-Boxes mit bekanntem In- und Output reduziert werden /STRA00/.

2.2.3.4 Analyse

Nach der Abgrenzung von Unter- und Teilsystemen werden die Inhalte der abgegrenzten Systeme eingehender untersucht. Dies erfolgt jedoch nur maximal mit dem Genauigkeitsgrad, den die Zielaufgabenstellung erforderlich macht. Ziel ist eine systematische Bestandsaufnahme der Elemente, Beziehungen und Dimensionen in den Unter- und Teilsystemen. Über die Intensität, mit der die einzelnen Merkmale untersucht werden, wird im konkreten Anwendungsfall entschieden /SCHM89/.

Folgende Fragestellungen können bei einer genaueren Analyse bearbeitet werden:

- Welche Aufgaben fallen zu welchen Zeiten, Orten in welchen Mengen an?
- Welche und wie viele Informationen werden wann und wo benötigt?
- Wie viele Aufgaben müssen lt. Ablauforganisation in einer bestimmten zeitlichen und örtlichen Folge bearbeitet werden?

In der praktischen Umsetzung ist es durchaus üblich, die abgegrenzten Unter-/Teilsysteme nacheinander zu bearbeiten. Allerdings wird eine Anwendung dieser naheliegenden sukzessiven Vorgehensweise in Frage gestellt, wenn in den abgegrenzten Unter-/Teilsystemen Gemeinsamkeiten festgestellt werden, die eine kombinierte Bearbeitung nahe legen. So können Rationalisierungspotentiale erkannt und genutzt werden /SCHM89/, /STRA00/.

2.3 Parameter des Prozesskettenelements

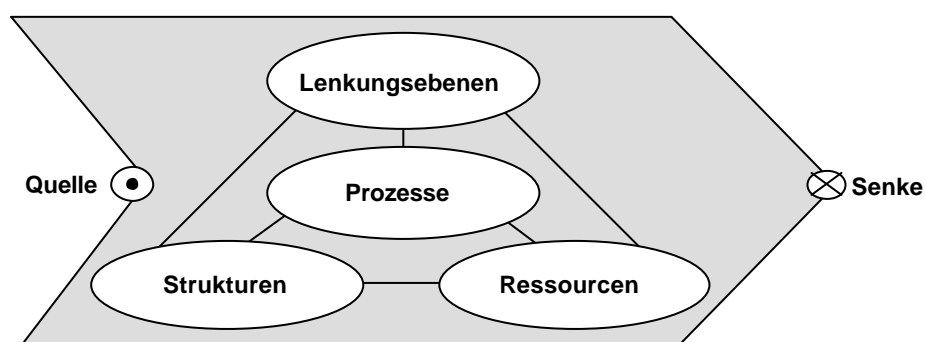


Abbildung 2: Das Prozesskettenelement

Jedes einzelne Prozesskettenelement kann als ein System interpretiert werden, aus dem sich entsprechend der in Abbildung 2 dargestellten Konfiguration Antworten auf die fünf folgenden Fragestellungen ableiten lassen /WINZ97/:

- Woher kommt der Input und wohin geht der Output des Systems? Wie sind die Einzelprozesse miteinander verknüpft?
Zur Beantwortung gibt es die Parameter: **Quellen** und **Senken**.
- Was geschieht in dem System?
Zur Beantwortung gibt es den Parameter: **Prozesse**.
- Womit führt das System die Prozesse durch? Welche Ressourcen werden benötigt?
Zur Beantwortung gibt es den Parameter: **Ressourcen**.
- Welche Beziehungen, Randbedingungen und Restriktionen existieren?
Zur Beantwortung gibt es den Parameter: **Strukturen**.
- Wie sind die Prozesse in dem Gesamtsystem hierarchisch verbunden?
Zur Beantwortung gibt es den Parameter: **Lenkungsebenen**.

Über die Parameter kann der Auftragsdurchlauf entsprechend der Zielsetzungen gestaltet und geändert werden. Sie werden im Folgenden näher erläutert.

2.3.1 Prozesse

Der Parameter Prozesse bildet eine Beschreibung der beinhalteten Detailprozesselemente, deren Reihenfolge, Struktur sowie Verteilung auf einzelne Organisationseinheiten ab. Die Gestaltung der Prozessfolgen legt erfahrungsgemäß einen wichtigen Grundstein für die Gesamtleistung. Darüber hinaus ist eine Verknüpfung der Prozesse mit entsprechenden Ressourcen möglich, so dass neben einem Zeitbedarf auch ein Ressourcenverzehr abgebildet werden kann.

Der Prozessparameter ist i.d.R. Ausgangspunkt der Modellierung. Mit den unterschiedlichen Prozessdarstellungsformen können über den Prozessparameter auch die anderen Parameter des Prozesskettenelementes verknüpft werden. Der Umgang mit dem Parameter Prozesse wird in Kapitel 3 (Prozesskettenmanagement) noch weitergehend erläutert.

2.3.2 Strukturen

Jedes Prozesselement und jede Prozesskette ist in die Strukturen des Unternehmens eingebettet. Die Unternehmensstruktur ist im Vergleich zu Prozessen in hohem Maße statisch, aber nicht grundsätzlich unveränderbar. Sie wird vom Fabriklayout, von der Aufbaustruktur, die die Verantwortungsspannen von Prozessen festlegt, und von der technischen Kommunikationsstruktur bestimmt. Prozessstrukturen und Unternehmensstrukturen bedingen sich gegenseitig. Sie müs-

sen so aufeinander abgestimmt werden, dass eine prozessorientierte Auftragsabwicklung gewährleistet ist /KUHN95/.

Folgende Grundstrukturen können je nach Untersuchungsziel detaillierter untersucht werden:

2.3.2.1 Anordnungsstruktur (Topologie)

Bei der Analyse von Zeiten und Kosten von Prozessketten ist eine klare Vorstellung über die geographische Anordnung des Layouts gefordert (einfachstes und bekanntestes Hilfsmittel stellt das in das Layout eingezeichnete Sankey-Diagramm dar). Das Erkennen einer ganzen Reihe von Strukturdefekten ist nicht ohne die Kenntnis des Layouts möglich. Vielfach werden durch gewachsene Strukturen der Gebäude und Flächen Prozessketten erzwungen, die einen erheblichen Mehraufwand verursachen. Oft können Prozessketten-Modulationen nur über eine Bereinigung des Layouts oder ganzer Standorte erreicht werden (vgl. /PIEL95, S.84/, /KUHN95, S.103/). Die wichtigen Fragestellungen sind:

- Wie sind die (Einzel-)Flächen im Layout angeordnet?
- Entspricht die Anordnung im Layout dem zeitlichen Ablauf anhand der Prozesskettenpläne?
- Wie können innerbetriebliche Transportprozesse minimiert werden?
- Bei welcher Anordnung gibt es die geringsten Ressourcenverluste?
- Welche Reserveflächen sollten prozessspezifisch wo vorgehalten werden?

2.3.2.2 Aufbaustruktur

Die „Aufbauorganisation“ analysiert die Hierarchie- und Kommunikationsebenen. Letzten Endes zeigt die Struktur der Aufbauorganisation die (mögliche) Trägheit derselben („Wie viele Unterschriften verursacht eine außerplanmäßige Änderung des Kundenwunsches?“). Aufgabe der Aufbauorganisation ist deshalb die Ausrichtung der Organisationsformen von Unternehmenseinheiten nach den in ihnen ablaufenden Prozessen. Da sich diese Prozesse ausschließlich am Kundennutzen orientieren sollen, muss die formale Aufbauorganisation sich diesen Abläufen anpassen. Die Aufbauorganisation muss direkt unter Beachtung der einzelnen Lenkungsebenen diskutiert und verwirklicht werden (vgl. .

Generell geht es um folgende Fragestellungen:

- Wo entstehen Zeitverzögerungen durch indirekte Kommunikation?
- Wechselt innerhalb einer Teilkette oder gar eines aggregierten Prozesskettenelements die Verantwortung?
- Wechselt an diesen Schnittstellen die logistische Basisgröße?
- Welchen Entscheidungshorizont besitzen die Prozess-Eigner?

Die Tatsache, dass viele Abläufe in einem Unternehmen nach Linearitätskriterien strukturiert sind, die dann in vielen Fällen nicht die geplanten Ziele oder

Funktionen erreichen, stellt den Beweis für die zumindest teilweise falsche Modellvorstellung einer Fabrik und den zugehörigen Abläufen inklusive der verbundenen Beschreibungsmodelle dar. Dies trifft beispielsweise für die Konzeption vieler PPS-Funktionen zu, die in Systemen mit linearen Formelwerken abgebildet sind.

2.3.2.3 Technische Kommunikationsstruktur

Um den Datenaustausch zwischen Unternehmen oder zwischen einzelnen Standorten eines Unternehmens per Datenfernübertragung vornehmen zu können, werden entsprechende Netzwerkdienste gefordert /KUHN95, S. 106/. So beinhaltet die technische Kommunikationsstruktur beispielsweise EDV-Systeme, die die Informationsflüsse und ihre Teilprozesse bestimmen. Dabei sind Standards zu beachten, automatisierte Lösungen zu realisieren und Medienbrüche zu vermeiden.

2.3.3 Ressourcen

Für die Transformation von Leistungsobjekten beanspruchen die Prozessketten-elemente personelle, technische und informationstechnische Ressourcen. Diese Ressourcen charakterisieren die Betriebsmittel des Unternehmens und durch die Inanspruchnahme verursachen sie Kosten, die monetär bewertet werden können. Nach Kuhn werden diese Ressourcen auch als die „knappen Betriebsmittel“ (Vgl. /KUHN97/, S. 29) der Logistik bezeichnet. Da für die Transformation von Basisobjekten ein Kostenminimum erzeugt werden soll, ist der sparsame Ressourcenverbrauch anzustreben (Vgl. /PIEL93/, S. 4, /ZANT99/, S. 76). Für eine vorgegebenen Systemlast bestimmt die Inanspruchnahme der Ressourcen die Kosten eines Prozesskettenelementes. Diese Kostenverursachung bildet die Grundlage zur Entwicklung der ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung.

Die knappen Betriebsmittel umfassen die Ressourcen: Personal, Flächen, Bestände, Bearbeitungs-, Arbeitshilfs- und Organisationsmittel. Es stellt sich die Frage, ob die Ressourcenklassen des Prozessketteninstrumentariums ausreichen, um eine monetäre Bewertung von Projekten vorzunehmen. Infolgedessen wurden unterschiedliche Ansätze für eine Erweiterung der vorhandenen Ressourcenklassen vertreten.

/FUCH00/ gibt Erläuterungen zu folgenden Ressourcen:

2.3.3.1 Bestand

Nach Pielok ist die Ressource Bestand mit der folgenden Definition charakterisiert: „Die Durchlaufzeit und die Kapazitätsauslastung (und damit die Leistungserstellung eines Prozesskettenelementes) sind direkt abhängig von den Beständen. Der mittlere Bestand beschreibt die mittlere Anzahl aller Leistungsobjekte (Aufträge, Material etc.) in einem Prozesskettenelement (in Abhängigkeit von der mittleren Durchlaufzeit und dem mittleren Durchsatz).“ (Entnommen aus /PIEL95/, S. 73). Bestände haben einerseits Einfluss auf die logistischen Zielgrö-

Ben, da sie in direktem Zusammenhang stehen mit den Kapazitäten, Durchlaufzeiten sowie dem Kundennutzen, andererseits verursachen sie Kosten (Vgl. /Kuhn 98/, S. 20).

2.3.3.2 *Fläche*

Die Ressource Fläche beschreibt alle diejenigen Flächen und Räume, die von einem Prozesskettenelement zur Erfüllung eines Transformationsauftrags genutzt werden (Vgl. /DAWS95/, S. 50). Bei bestehenden Flächen steht die Grundfrage im Vordergrund, ob die Flächen für die Summe der gleichzeitigen Prozesse ausreichen; bei outgesourcten Prozessen kann der Flächenverbrauch ein Kriterium der Dienstleistungsabrechnung sein.

2.3.3.3 *Personal*

Die Ressource Personal beschreibt die ausführenden Mitarbeiter. Hauptkriterium ist die Anzahl benötigter Mitarbeiter, aber auch Anforderungen hinsichtlich ihrer Ausbildung, Qualifikation und Motivation. Zum anderen beschreibt die Ressource Personal die Organisation und dadurch bedingt die Flexibilisierung der Arbeits- bzw. Pausenzeit (Vgl. /KUHN97/). Somit verkörpert das Personal aller zur Erfüllung eines Transformationsauftrages eingesetzten Personen und Qualifikationen (Vgl. /PIEL95/, S. 73 f.).

2.3.3.4 *Arbeitsmittel*

Mit der Ressource Arbeitsmittel sind alle Objekte gemeint, die ein Leistungsobjekt transformieren. Entsprechend der vier unterschiedlichen Prozesse (Bearbeiten, Prüfen, Lagern, Transportieren) innerhalb der Logistik können die Arbeitsmittel zugeordnet werden. Beispielhaft seien die Drehmaschine (physische Veränderungen des Leistungsobjektes), das Flurförderzeug (räumliche Veränderungen am Leistungsobjekt) sowie das Hochregal (zeitliche Veränderung am Leistungsobjekt) genannt (Vgl. /PIEL95/, S. 74).

2.3.3.5 *Arbeitshilfsmittel*

Die Ressource Arbeitshilfsmittel typisiert die Grundeinheiten (sog. logistische Basisgrößen), in denen die Leistungseinheiten gehandhabt werden. Dies können zum Beispiel Ladehilfsmittel sein, auf denen die Leistungsobjekte befördert werden. Beispielhaft seien für Ladehilfsmittel die Palette, das Flat, der Werkstückträger, die Gitterbox, die Vollwandboxpalette, der ISO- und Binnencontainer genannt. /JÜNE89/, S. 134. Dies können auch Disketten sein, mit deren Hilfe Informationen gespeichert werden oder auch Werkzeuge und Vorrichtungen für Produktionsanlagen (Vgl. /PIEL95/, S. 74, /ZANT99/, S. 76). Für die Vergleichbarkeit und Normierung der Prozesse und Prozesskettenelemente ist diese Vereinheitlichung notwendig, die durch die Ressource Arbeitshilfsmittel bewerkstelligt wird (Vgl. /DAWS95/, S. 51, /PIEL 95/, S. 73 f.).

2.3.3.6 *Organisationsmittel*

Mittels der Organisationsmittel ist eine exakte Trennung (bzw. Zuordnung) der Hilfsmittel und der Leistungselemente möglich. Die Ressource ist notwendig zur Informationsbearbeitung. Dazu zählen Informationsträger (z.B. Transponder etc.) genauso wie Informationsspeicher und technische Realisierungen, die notwendig sind, um die Informationen mit Hilfe von Rechnern verwalten, übertragen und bearbeiten zu können (z.B. Simulations- oder Distributionsprogramme) (Vgl. /KUHN97/, S. 30, /PIEL95/, S. 73 f.).

2.3.3.7 *Finanzmittel*

Die Finanzmittel typisieren nach Pohlmann die Geldmittel, die für die Beschaffung und Bereitstellung zur Prozessdurchführung notwendig sind und somit einen Aufwand darstellen. Beispielhaft seien Auftragserfüllungsbürgschaften genannt, die einen Aufwand in Form von Zinskosten erzeugen (Vgl. /POHL00/, S. 27). Zantow vertritt die Meinung, dass die Finanzmittel „... diejenigen Aufwendungen kennzeichnen; die als Dienstleistung erworben werden bzw. in Form von rein finanziellen Aufwendungen (Steuern und Importzölle) getätigt werden.“ (Entnommen aus /ZANT99/, S. 85).

Für die Grunddefinition der Ressource Finanzmittel wird folglich die Annahme nach Pohlmann fixiert, dass der Aufwand durch die Bereitstellung und Beschaffung zur Prozessdurchführung charakterisiert wird. Die Definition der Ressource Finanzmittel nach Pohlmann stimmt grundlegend mit der Definition nach Zantow überein, abgesehen von den finanziellen Aufwendungen für Steuern und Zölle. Die Finanzmittel sind zu unterteilen in Eigen- und Fremdkapital, da die Entscheidungsfreiheit bzgl. des Einsatzes unterschiedlich ist und die Zinssätze erheblich differieren.

2.3.3.8 *Dienstleistungen*

Die Dienstleistung wird durch Dritte, die nicht unmittelbar in den Transformationsprozess involviert sind, erbracht. Die Dienstleistung unterscheidet sich von den anderen Ressourcen dadurch, dass sie nicht von dem untersuchten Unternehmen, sondern von einem Dienstleister bzw. internen Lieferanten (z.B. betriebsinternes Kraftwerk) bereitgestellt wird. Auf Grund dessen werden für den Leistungsempfänger die entstehenden Kosten für die Dienstleistung nicht transparent bzw. der Verbrauch an Ressourcen nicht ersichtlich.

Somit beschreibt die Ressource Dienstleistung genau den Aufwand, der als Dienstleistung erworben bzw. in Form von reiner finanzieller Aufwendung durchgeführt wird.

2.3.3.9 *Betriebsstoffe*

Die Ressource Betriebsstoffe als Energie, Schmierstoff und Versorgungsmedien ist ebenfalls für die Prozessdurchführung erforderlich und stellt einem Aufwand für die Beschaffung und Bereitstellung dar (vgl. /POHL00/, S. 27).

2.3.3.10 Informationen

Die Ressource Informationen beschreibt einen Aufwand, der durch die Notwendigkeit der Beschaffung, Bereitstellung oder Pflege der zur Prozessdurchführung notwendigen Daten verursacht wird. Stammdaten und Prozessdaten sind erforderlich, um eine kontinuierliche Optimierung der Prozessdurchführung zu ermöglichen. Nach Pohlmann gilt, dass „Informationen als Methode- und System-Know-how, und nicht als Prozessattribute eines Transformationsauftrages oder als zu transformierende Leistungsobjekte, sondern als generelles Prozessdurchführungs-Know-how notwendig sind, um die Prozesse durchführen zu können und um den geforderten Prozessattributen gerecht zu werden.“ (vgl. /POHL00/, S. 27) Somit ist nach Pohlmann die Ressource Informationen als Aufwand zu charakterisieren.

2.3.3.11 Energie

Nach Beckmann und Jünemann ist die Energie als Ressource anzusehen, da sie von einem Prozesskettenelement zur Erfüllung eines Transformationsauftrages genutzt wird (Vgl. /BECK96/, S. 96, /JÜNE89/, S. 12). Die Ressource Energie könnte sich allerdings ebenso der Potentialklasse Betriebsstoff zuordnen lassen. Sie soll daher nicht weiter berücksichtigt werden.

Abschließend werden in der folgenden Abbildung (Abbildung 3) die definierten Potentialklassen dargestellt. Inwieweit sie in das zu entwickelnde Ressourcenmodell im Rahmen dieser Arbeit einfließen, bleibt zu untersuchen.

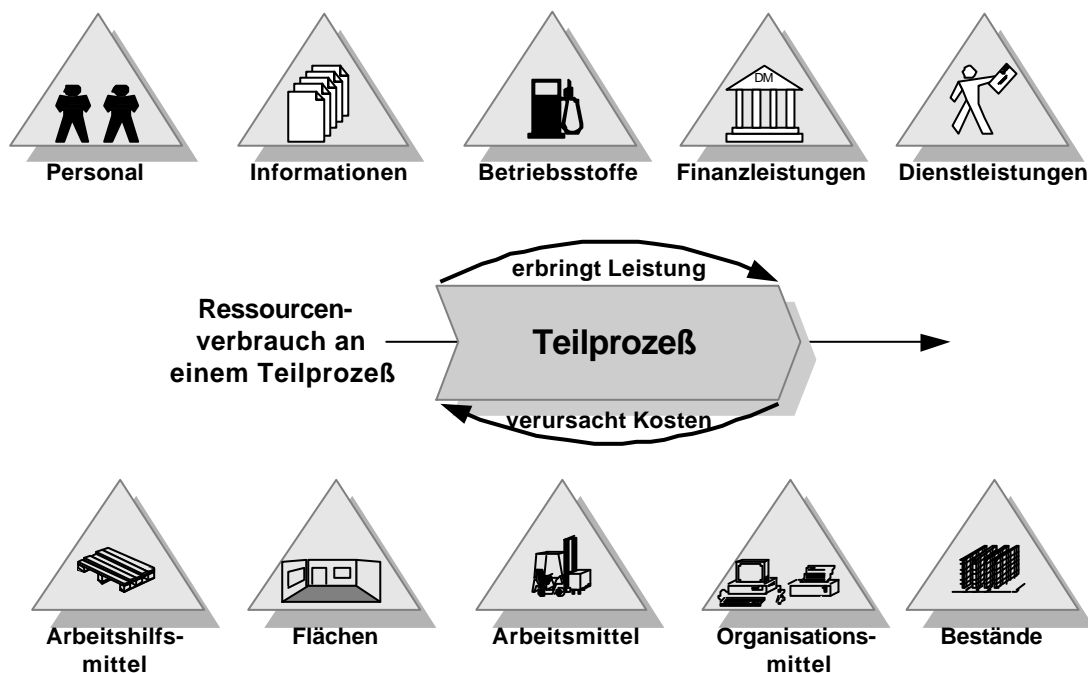


Abbildung 3: Erweiterte Potentialklasse Ressource /FUCH00/

2.3.4 Lenkungsebenen

Das Lenkungsmodell nach Kuhn (vgl. /KUHN95/) umfasst die Steuerungs-, Regel- und Überwachungsprozesse, die die Funktionalität des Gesamtsys-

tems gewährleisten. Die dazu erforderlichen Informationsprozesse mit den zugehörigen Organen (Aktoren, Sensoren) werden in diesem Modell gemäß ihrer Aufgaben vertikal in Form eines vermaschten Regelkreises strukturiert. Hierbei werden generell fünf Lenkungsebenen unterschieden, wobei eine beispielhafte Erläuterung in Kapitel 2.3.4.1 (siehe S.22) folgt:

- **Normative**
Hier werden übergeordnete Normen, Werte und Ziele beschrieben. Die Normative prägt die Unternehmenskultur und -philosophie.
- **Administration**
Die Administration repräsentiert die Schnittstelle zu den übrigen über- und nebengeordneten Systemen im Unternehmen. Zudem stellt die Administration jene übergeordnete Intelligenz dar, die das Schnittstellenverhalten des zu lenkenden Systems im Sinne einer ausgewogenen Systemlast beeinflussen kann. Damit verbunden sind gemäß dem Regelkreisprinzip die Erzeugung der Systemlast in Form von Aufträgen, deren Vorgabe an die Disposition, die Analyse der Zustandsinformationen sowie die Beschreibung der Regeln zur Systemlaständerung bei Regelabweichungen.
- **Disposition**
Die Disposition koordiniert Netzwerke und die Schnittstellen zu anderen Informationsprozessen in den „autonomen Subsystemen“. Sie verarbeitet Aufträge und Informationen aus der Umgebung des Subsystems sowie dessen Zustandsinformationen unter Beachtung von Randbedingungen und Optimierungskriterien beim Ressourceneinsatz. Die Dispositionsebene besitzt die Intelligenz für die flexible Nutzung eines Subsystems im Sinne einer schnellen Anpassung an sich ändernde Randbedingungen. Sie kann auch alternative Ablaufregeln in den Netzwerken anstoßen.
- **Netzwerke**
Netzwerke repräsentieren zusammengefügte Prozesse, die für ihren Betrieb identifizierte Leistungsobjekte unterscheiden und verwalten, ansonsten aber mit ihrer Intelligenz und den implementierten Entscheidungsregeln autonom, d.h. ohne Rückkopplung mit übergeordneten Informationsprozessen, komplexere Funktionen erfüllen.
- **Prozess**
Als Prozess werden Funktionsbereiche bezeichnet, die lediglich mit einer Steuer- bzw. Zielinformation versehen eine Operation an oder mit einem Leistungsobjekt autonom ausführen und quittieren. Sie besitzen zur Durchführung ihrer Aufgaben eine eigene Intelligenz (z. B.: Mitarbeiter oder SPS), die eine begrenzte Anzahl alternativer Ablaufregeln verwaltet.

Als oberste Gestaltungsregel bei der vertikalen Strukturierung eines logistischen Systems gemäß der aufgezeigten Lenkungsebenen gilt die Minimierung des zum Betrieb erforderlichen Informationsaustausches zwischen den Ebenen. Ein

Teilprozess soll so autonom wie möglich funktionieren: ein Minimum an Datenaustausch mit übergeordneten, vor- oder nachgeschalteten Systemen ist Gewähr für die flexible Anpassbarkeit an sich ändernde Systemlasten oder Randbedingungen.

2.3.4.1 Beispiel zur Modellierung von Lenkungsebenen

Um die Notwendigkeit, die einzelnen Funktionen eines logistischen Systems auf den genannten Lenkungsebenen abzubilden, zu verdeutlichen, soll ein Beispiel über die Hochregalsteuerung gegeben werden, das sich inhaltlich an der VDI-Richtlinie 2690 /N.N.94/ orientiert. Ein beispielhaftes Lagersystem wird in Abbildung 4 realisiert.

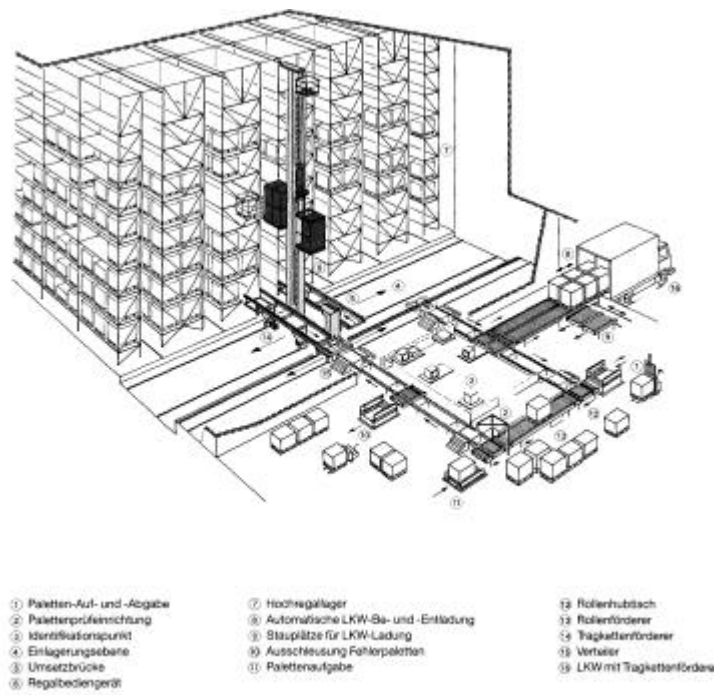


Abbildung 4: Hochregallager /N.N.92/

2.3.4.1.1 Systembetrachtung

Wie in Abbildung 4 deutlich wird, kann das logistische System „Hochregallager“ in zwei wesentliche Bereiche eingeteilt werden: der Förderbereich, zu dem alle für den automatischen Ablauf benötigten Fördermittel, wie z. B. Rollenbahnen, Kettenförderer, Hängebahnen oder Verteilwagen gehören sowie der eigentliche Hochregallagerbereich. Dieser umfasst den Wirkungsbereich der Regalförderzeuge.

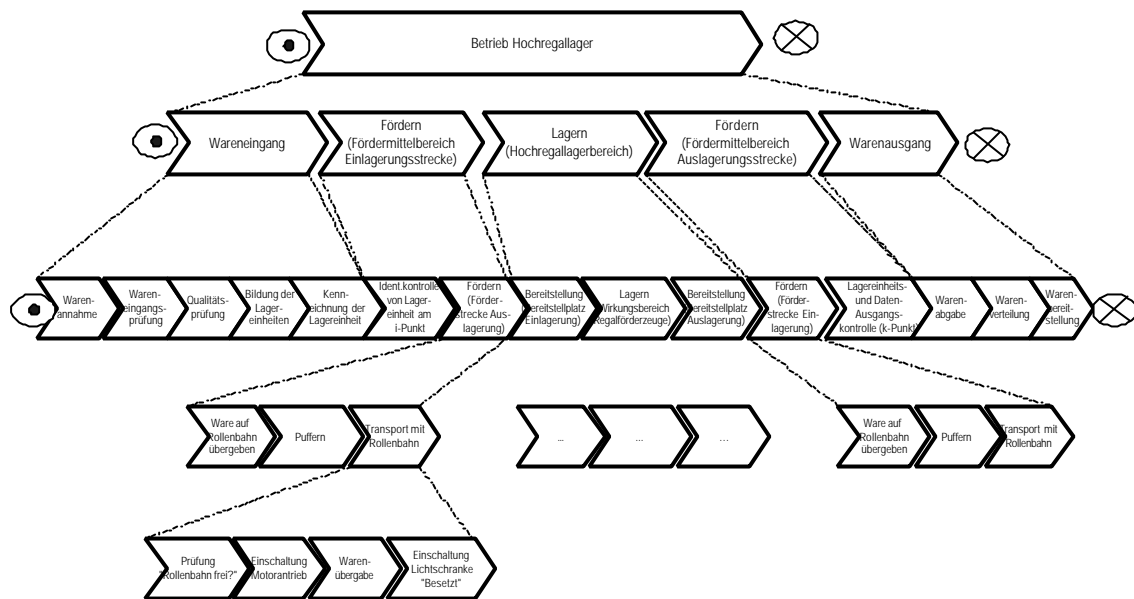


Abbildung 5: Materialfluss Hochregallager

Die ablaufenden Prozesse und die Prozesshierarchie sind in Abbildung 5 dargestellt. Mit Hilfe der dargestellten Detaillierungsmöglichkeiten für die Beschreibung des Hochregallagers werden die Anwendungsmöglichkeiten der Lenkungsebenen deutlich. In der VDI-Richtlinie 2690 (vgl. /N.N.94/) wird die Strukturierung der Hochregalsteuerung in vier Funktionsebenen vorgeschlagen, die (mit Ausnahme der Normativen) mit den vier genannten Lenkungsebenen logistischer Systeme identisch sind. Gemäß der genannten VDI-Richtlinie kann die Zuordnung der Funktionen in automatisierten Hochregallagern zu den einzelnen Lenkungsebenen wie folgt verdeutlicht werden:

- Normative Ebene
(entfällt)
- Administrationsebene
Die Administration umfasst, steuert und überwacht eine oder mehrere Dispositionsleitebenen. Sie beinhaltet meist nicht nur den Hochregallagerbereich, sondern ist auch beispielsweise in die Fertigungs- oder Staplersteuerung eingebunden. An der Schnittstelle zur Disposition erhält sie die notwendigen Informationen, z. B. in Form von Statistiken, die aus dem Prozessgeschehen rückgemeldet werden. Weitere konkrete Aufgaben der Administration können die Kostenermittlung und Rechnungsstellung sein.
- Dispositionsebene
Die Dispositionsebene verwaltet die Arbeitsmittel und Aufträge. Außerdem erfolgt hier die Zuordnung von Aufträgen zu den einzelnen Kapazitäten. Entsprechende Rückmeldungen, z. B. über einen Einlagerungsauftrag nimmt die Disposition von der Netzwerkebene entgegen. Die Dispositionsebene übernimmt folgende Funktionen:
 - Erfassen und Führen von Aufträgen

- Führen der Lagerplatzbelegung
 - optimale Aufteilung der Transportaufträge auf die Regalbediengeräte und Vorgabe der Sollpositionen an die Netzwerksteuerung
 - Ausführungsüberwachung von Transportaufträgen
 - Auswahl von Alternativstrategien
 - systemnotwendige Fehlererkennung
 - Lagerverwaltung
- Netzwerkebene
 Die Netzwerkebene kontrolliert ein autarkes Teilnetz, d. h. sie umfasst mehrere Prozessebenen, die fördertechnisch direkt zusammengehören, sowie die Steuerungs- und Überwachungsfunktionen, die für die Kopplung der Elemente untereinander notwendig sind. Die Netzwerkebene bietet folgende Funktionsmöglichkeiten:
 - Kapazitätsüberwachung von Fördermitteln
 - Übernahme und Ausführung von Transportaufträgen
 - Durchsatzkontrolle
 - Erfassung und Anzeige von Störungen
 - Anwendung von Störungsregeln
 - Auswahl von redundanten Förderwegen
 - Anlagenüberwachung und Fehlerprotokollierung
- Prozessebene
 Sie umfasst jeweils alle Steuerungs- und Überwachungsfunktionen, die direkt für den Betrieb eines einzelnen Förderelementes (z. B. Rollenbahn mit Motor, Drehtisch) gebraucht werden. Die dazu notwendigen Steuersignale werden aus der Netzwerkebene erhalten. Folgende Funktionen werden außerdem auf der Prozessebene durchgeführt:
 - Ein-/Ausschalten von Antrieben
 - Drehzahl- und Stromregelung
 - Gleichlaufregelung von Antrieben
 - Erfassen und Anzeigen von Störungen
 - Zählen, Wiegen

Grundsätzlich kann jedes Prozesskettenelement mit Hilfe der Lenkungsebenen beschrieben werden, d. h. für jedes Element können Funktionen gefunden werden, die sich in die beschriebenen Lenkungsebenen einordnen lassen und die zur Durchführung des Prozesses notwendig sind. Tabelle 1 soll dies anhand des Hauptprozesses „Betrieb Hochregallager“ und eines untergeordneten Teilpro-

zesses verdeutlichen. Weiterhin wird die mögliche Gestaltung der Informationsschnittstellen zwischen den Ebenen dargestellt:

Prozess	Lenkungs Ebene	Funktion/Aufgabe	Verknüpfung der Ebenen (beispielhaft)	
Betrieb Hochregallager	Administration	Auswertung der Lagerkennzahlen, Ermittlung von Lagerkosten für die Prozesskostenrechnung	↓ Strategie (z.B. chaotische Einlagerung) ↓ Auftrag	↑ Kennzahlen ↑ Fertigmeldung
	Disposition	Verwaltung der Einlagerungsaufträge, Ausführungsüberwachung von Transportaufträgen		
	Netzwerk	Ausführung der Einlagerungsaufträge, Anlagenüberwachung		
Ware auf Rollenbahn übergeben	Disposition	Transportauftrag an Netzwerksteuerung	↓ Übergabeauftrag ↓ Steuerinformation	↑ Fertigmeldung ... ↑ Quittierung (Prozesssignale), ggf. Fehlermeldung
	Netzwerk	Überwachung der Fördermittel und Auswahl der Rollenbahn		
	Prozessebene	Ein-/Ausschaltung der Fördermitteleinrichtung		

Tabelle 1: Lenkungsebenen für ausgewählte Prozesse

Anhand der ausgewählten Prozesse wird vor allem folgendes deutlich:

- Der Beschreibungsumfang ist abhängig von der Art des logistischen Systems. Abhängig von den zu modellierenden Prozessen kann der Fokus auf bestimmte Lenkungsfunktionen gelegt werden. Die Lenkungsebenen sind als Modellierungsangebot zu verstehen. Abhängig vom jeweiligen Prozess und der erreichten Detaillierungstiefe existiert oft nur noch die unterste Ebene. Beispielsweise kann auf die Beschreibung der administrativen Ebene für eine Rollenbahnsteuerung verzichtet werden.
- Die funktionelle und organisatorische Entkopplung der einzelnen Funktionsebenen ermöglicht die stufenweise Systemerweiterung und Störungsbeseitigung, ohne auf bestehende unbeteiligte Subsysteme Einfluss zu nehmen. So kann die Ansteuerung der Rollenbahn im Prozess „Einlagerung,“ geändert werden, ohne dass sich Auswirkungen auf die Rollenbahnsteuerung im Prozess „Auslagerung“ oder „RFZ-Steuerung“ ergeben. Auch die Funktionserfüllung der übergeordneten Lenkungsebenen im gleichen Prozess „Wareneingang“ bleibt von einer veränderten Ansteuerung unberührt: die Verwaltung der Einlagerungsaufträge erfolgt weiterhin unabhängig von der Durchführung der Ansteuerung.

- Die Modellierungssystematik ist bei allen Teilprozessen identisch (Selbstähnlichkeit), d. h. in jedem Prozesskettenelement, unabhängig vom Detaillierungsgrad dieses Elements, können alle Lenkungenfunktionen innerhalb dieser Ebenen dargestellt werden.
- Das Modell kann auf beliebig große logistische Systeme angewendet werden.

2.4 Eigenschaften des Prozesskettenmodells

2.4.1 Selbstähnlichkeit der Prozessstruktur

Im Rahmen des Prozesskettenmanagements stehen bei der prozessorientierten Modellbildung nicht mehr Funktionen, Abteilungen und Maschinen, sondern der Auftrag und sein Durchlauf durch das Unternehmen im Vordergrund. Zur Abbildung und Bewertung von Unternehmensprozessen wurde das selbstähnliche Prozessketteninstrumentarium entwickelt. Das Systemmodell wird nachfolgend dargestellt. Die Idee, ein Unternehmen mit Prozessketten abzubilden, lässt sich auf Porter zurückführen. Dieser hat mit seiner weitreichend bekannten Aufspaltung des Unternehmens in wertschaffende Aktivitäten den entscheidenden Beitrag zu dieser Denkweise geliefert. Porters Wertkette, die heute den Kerngedanken eines umfassenden Logistikverständnisses widerspiegelt, wurde von Klöpfer aufgegriffen und zur logistischen Wertkette transformiert.

Der Entwicklungsstand der logistischen Wertkette bildete wiederum die Ausgangsbasis für das durch Kuhn und Pielok entworfene selbstähnliche Prozessketteninstrumentarium. Dabei wird insbesondere aus Gründen der Ergonomie, d.h. der Visualisierungsfähigkeit, Einfachheit und Nachvollziehbarkeit auf die Art der Darstellung nach Klöpfer zurückgegriffen.

Selbstähnlichkeit bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Parameter eines Prozesskettenelementes bei allen Detaillierungen und auch Aggregationen in sich selbst übergehen. Dieses heißt, dass die Beschreibung eines einzelnen Prozesskettenelementes nach dem gleichen Grundmuster wie die Beschreibung des gesamten Systems erfolgt, welches wiederum aus einer Vielzahl von Prozesskettenelementen besteht. Im Übergang von einer Detaillierungsstufe zur nächsten ändert sich dieses Beschreibungsgrundmuster nicht; lediglich das Betrachtungsumfeld wird enger (Detaillierung) oder weiter (Aggregation) gefasst. Das Beschreibungs-Grundmuster beinhaltet immer die gleichen Ziele, die daraus abgeleiteten prozessbeschreibenden Daten, Modellelemente und Gestaltungsregeln, wobei besonders berücksichtigt werden muss, dass Prozessketten die Reduktion der Komplexität gerade durch ihren selbstähnlichen Charakter ermöglichen.

Die Prozesskette ist aus einzelnen Prozesskettenelementen zusammengesetzt, wobei je nach Aufgabe das gesamte Unternehmen (Kundenauftrag) oder nur ein Teilausschnitt (z.B. Lagerauftrag, Fertigungsauftrag) abgebildet wird. Das Ziel ist es, alle Prozesse, die zur Erfüllung des Kundenauftrages durchgeführt werden

müssen und ihre Abhängigkeiten, die dabei beachtet werden müssen, abzubilden.

Die Abwicklung eines Kundenauftrages erstreckt sich von der Angebots- und Auftragsbearbeitung im Verkauf bis zur Auslieferung des Produktes durch den Versand bzw. bis zur Übergabe an den Kunden und der sogenannten Kundennachbetreuung. Hieran wird deutlich, welch umfassendes Verständnis von Logistik einer solchen Betrachtungsweise zugrunde liegt.

Die Prozesskette macht deutlich, wo der Auftrag Abteilungen, Bereiche oder Funktionen wechseln muss. Diese Wechsel stellen in der Prozesskette ausgeprägte Schnittstellen dar. Sie sind in der Regel mit erhöhten Durchlaufzeiten und erhöhten Kosten verbunden und werden deshalb bei der Optimierung der Prozessketten besonders betrachtet. Solche Schnittstellen gilt es, dem Auftragsfluss entsprechend neu zu gestalten und anzupassen. Abbildung 11 gibt diesen Sachverhalt anschaulich wieder.

2.4.2 Wahl des Detaillierungsgrades für die Modellbildung und Prozessvisualisierung

Prozess- und Organisationsmodelle können auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen entworfen werden. Die Anzahl der Abstraktionsebenen und die modellierten Betrachtungsgegenstände einer jeden Ebene sind dabei zunächst beliebig. Entscheidend für die Entwicklung eines geeigneten Grundmodells 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 /KÜHL00/.

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.

Die Prozessanalyse sollte allein nach Zweckmäßigkeit erfolgen. Im Prozesskettenmodell sind zwar die maximalen Detaillierungsgrade abbildbar, jedoch sollte diese Möglichkeit nur dort ausgenutzt werden, wo es die Aufgabenstellung erfordert. Als Konsequenz muss also nicht jeder Prozess in gleichem Grad detailliert werden.

2.4.3 Prozess und Prozesskettenelement

In diesem Abschnitt sollen die wesentlichen Begriffe, mit denen das Prozesskettenmodell beschrieben wird, kurz dargestellt werden.

Das Prozessketteninstrumentarium wird zur Visualisierung, Analyse und Gestaltung von Auftragsdurchläufen eingesetzt. Dabei wird lt. /WINZ97/ unter einer Prozesskette eine geordnete Abfolge von Aktivitäten verstanden, die einen de-

finierten Input (Leistungsobjekte vom Lieferanten) in einen definierten Output (transformierte Leistungsobjekte an den Kunden) überführen.

Eine Prozesskette besteht aus einzelnen Prozesskettenelementen, die entlang der Zeitachse miteinander verknüpft sind. Bei der Betrachtung eines Auftragsdurchlauf setzt sich der Betrachter „bildlich gesprochen“ auf den Auftrag. Ziel ist es, alle Aktivitäten (Prozesse), die zur Erfüllung des Kundenauftrags durchgeführt werden müssen, zu erkennen und gemeinsam mit den zu beachtenden Abhängigkeiten abzubilden.

Die Prozesse zur Abwicklung des Kundenauftrags sind dann vollständig abgebildet, wenn die Prozesskettenelemente, d. h. der voreilende Informationsfluss, der Materialfluss und der ihn koordinierende Informationsfluss, unter Einschluss sämtlicher Kunden und Lieferanten in einem Prozesskettenplan dargestellt sind. Bei entsprechender Detaillierung kann die erläuterte Prozessdarstellung somit zeigen, wo ein Auftrag Abteilungen, Bereiche oder Funktionen wechseln muss. Diese Wechsel stellen in der Prozesskette ausgeprägte Einschnitte dar, weil sie fehleranfällig und in der Regel mit erhöhten Durchlaufzeiten und Kosten verbunden sind.

Die Verwendung von Prozesskettenelementen zur Beschreibung von Prozessen erlaubt dem Nutzer des Modells eine Berechenbarkeit von Prozessen und gibt ihm dennoch die Freiheit, sich nur begrenzt um die Inhalte zu kümmern. D. h. die Beachtung des Inputs und des Outputs kann ausreichend sein, andererseits besteht die Möglichkeit, durch die Beschreibung der einzelnen Prozessparameter sowie durch eine weitere Prozessdetaillierung jeden gewünschten Detaillierungsgrad darzustellen.

2.4.4 Sichten und Dokumentationstechniken zur Prozessvisualisierung

Ein Sichtenkonzept selektiert einzelne Fragestellungen, die mit Hilfe eines Modells oder Teilmodells des 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 (Abbildung 6).

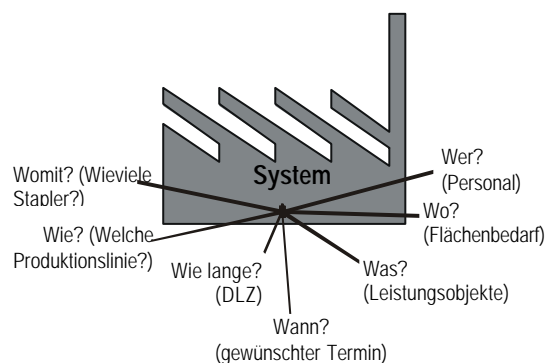


Abbildung 6: Ableitung von Sichten aus Modellen (nach /KÜHL00/)

Hier wird folgende Festlegung getroffen: Eine Sicht wird definiert als Ausschnitt eines Modells mit speziellem Interessenshintergrund. Eine Sicht befasst sich demnach mit einem speziellen Sachverhalt, der auch modellübergreifend von Interesse ist und gestalterisch behandelt werden kann /KÜHL00/.

Durch diese Eigenschaft stellen Sichten eine gestalterisch nutzbare Verbindung zwischen unterschiedlichen Modellen auf der einen Seite und zwischen Modellen und Gestaltungsproblemen auf der anderen Seite her.

2.5 Anwendung des Modells

Bevor auf einzelne Anwendungsmöglichkeiten des Prozesskettenelements eingegangen wird, sollen die für die Anwendung relevanten Besonderheiten des Modells noch mal herausgestellt werden. Vor allem das Vorhandensein einer Zeitkomponente, die genaue Definition von In- und Output, die Beschreibung von Ressourcen, Lenkungsebenen und detaillierteren Prozessstrukturen entsprechen nicht den normalen Organisationsmodellen. Allerdings werden in den wenigen Parametern des Prozesskettenmodells alle notwendigen Hilfsmittel abgebildet, um den Umfang der Darstellung auf das Wesentliche zu reduzieren.

Außerdem können in praktischen Anwendungen mittels des Prozessketteninstrumentariums die Idealprozesse beschrieben werden. Werden die tatsächlich vorhandenen Prozesse mit einer Idealprozesskette verglichen, so werden die Schwachstellen sofort augenfällig.

2.5.1 Generelle Anwendungsfelder des Prozesskettenmodells

Das Prozesskettenmanagement in der beschriebenen Form erfordert eine vernetzte Form des Denkens und Planens. Hierfür gibt es kein Patentrezept. Jedoch kann es hilfreich sein, sich über die generellen Anwendungsfelder des Prozesskettenmodells im Klaren zu sein. In den folgenden Anwendungsfeldern bietet sich die Anwendung des Prozesskettenmodells besonders an:

- Materialflussprozesse
- Bearbeitungs- und Prüfprozesse
- Prozesse in Logistiknetzwerken/Kooperationsprozesse
- Informations- und Steuerungsprozesse
- strategische Planungsprozesse

2.5.2 Beispielhafte Anwendungsgebiete

In diesem Abschnitt sollen kurz anhand ausgewählter Beispiele mögliche Anwendungsgebiete für die Prozesskettenmodellierung dargestellt werden. Dazu werden in Abbildung 7 mögliche Strategien bzw. Methoden gezeigt und in Tabelle 2 Realisierungsbeispiele gegeben. Aus Übersichtlichkeitsgründen werden die Beispiele nur kurz genannt und beschrieben. Für eine detailliertere Darstellung sei hier auf die angegebenen Literaturstellen verwiesen.

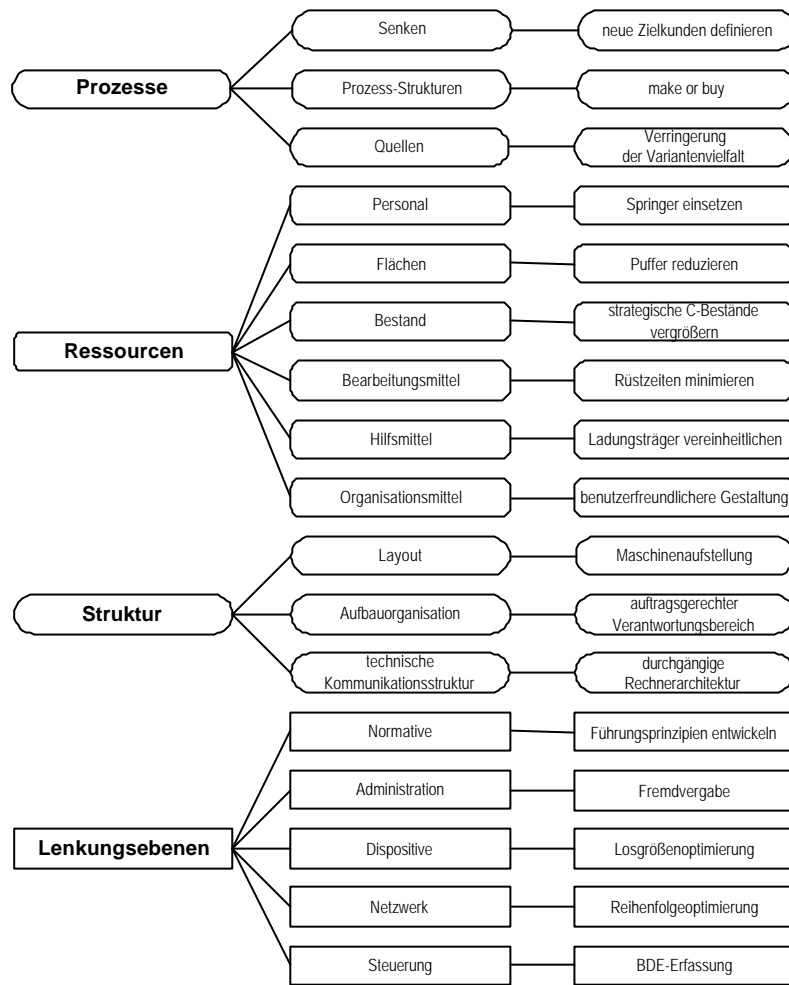


Abbildung 7: *Beispielhafte Möglichkeiten von Parametervariationen (nach /PIEL95/)*

Potentialklasse	übergeordnete Fragestellung	Beispiel
Administrative	Wie werden Partnerschaftspotentiale genutzt (Empfänglichkeit für Kunden- und Lieferantenvünsche)?	Reduzierung der LKW-Standzeiten in einem Warenverteilzentrum durch zeitpunktgenaue Disposition der Warenbereitstellung (Beladung).
Dispositive	Wie können Bestände durch Informationen ersetzt werden? Welche Dispositionsregeln können Ressourcen sparen?	<ul style="list-style-type: none"> - Einsparung von 25% der Transportmittel durch zentrale Einsatzdisposition - Gleichmäßigerer Arbeitsbestand in einem Kommissioniersystem durch verbesserte Dispositionsalgorithmen (weniger Über-/Unterforderung)
Steuerung	Wie werden die einfachsten Steuerungen in den Teilprozessen realisiert?	Vereinfachung der Prozesssteuerung durch erweiterte Verantwortungsspannen (z. B. Übertragung von Prüf- und Dispositionsaufgaben auf den Fertigungsmitarbeiter)
Flächen	Wie wird ein maximaler Flächenausnutzung erreicht?	Begrenzungen von Flächen durch Markierungen und Belohnung der Prozesseigner bei „Zurückgabe“ von Flächen.
Bestand	Bindet Bestand Flächen oder sonstige Ressourcen (geb. Kapital) und erfordert der Bestand Handhabungsaufwand?	Die Einbeziehung von Beständen in die Fertigung in farblich kenntlich gemachten Regalen machte die Bestandssituation in der Fabrik sichtbar und bewirkt eine Harmonisierung der Fertigungskapazitäten.
Hilfsmittel	Was bewirkt die Änderung der Logistiklosgröße?	In einer Motorenserienproduktion wurde eine feste Logistiklosgröße abhängig von der LKW-Größe eingeführt. An dieser Menge orientieren sich alle Behälter der Prozesskette, die somit ein ganzzahliges Vielfaches dieser Losgröße aufnehmen können. Ergebnis war, dass jeder Behälter garantiert leer wurde (Flächenbedarf!) und die Fertigungssteuerung wurde vereinfacht.
Aufbauorganisation	Wie kann eine schlanke Logistik organisiert werden?	In der Aufbauorganisation eines Chemiekonzerns konnten die Kommunikationsschnittstellen auf ein Minimum reduziert werden, indem die Prozesskette durch artikelgruppenbezogene abteilungsübergreifende Teams betreut wird.

Tabelle 2: Realisierungsbeispiele (nach /KUH95/)

3 Prozesskettenmanagement

Das Prozesskettenmanagement geht durch die Verfolgung des bereits erläuterten dualen Ansatzes aus Innovation und Kaizen noch weit über den herkömmlichen Reengineering-Ansatz hinaus. Betrachtet man die Neugestaltung von Prozessen als Prozessinnovationen, so werden in diesem Zusammenhang die Ideen des Reengineering-Ansatzes aufgegriffen. Diese Gestaltungsaufgabe kann jedoch nur durch eine Integration der Mitarbeiter erfolgreich gelöst werden. Das Prozesskettenmanagement verbindet somit die Stärken der mitarbeiterorientierten Kaizen-Idee mit denen des Reengineerings /WINZ97/.

Das Konzept bzw. die einzelnen Schritte des Prozesskettenmanagements, das insbesondere bei der Optimierung von Prozessketten bereichs- und unternehmensübergreifende Lösungen erarbeiten und implementieren kann, werden im Folgenden dargestellt.

3.1 Schritte des Prozesskettenmanagements

3.1.1 Prozessvisualisierung

Die Visualisierung von Unternehmensprozessen in Form von Prozesskettenplänen ist der wichtigste Schritt, um eine Prozessstrukturtransparenz zu schaffen. Ausgangspunkt für eine strukturierte Darstellung von Arbeitsabläufen ist der Prozess, der durch die charakteristischen Größen Quelle - Transformation - Senke zu beschreiben ist. Diese Betrachtungsweise ist aufgrund der Selbstähnlichkeit der Prozesskettenelemente unabhängig vom Detaillierungsgrad.

3.1.1.1 Bausteine des Prozesskettenmodells

Im Folgenden werden die für den Aufbau und die Gestaltung eines Prozesskettenplanes notwendigen Modellbausteine beschrieben, deren Darstellungsformen in der Abbildung 8 wiedergegeben sind. Die Beschreibung der Bausteine ist im Wesentlichen aus /WINZ97/ entnommen.

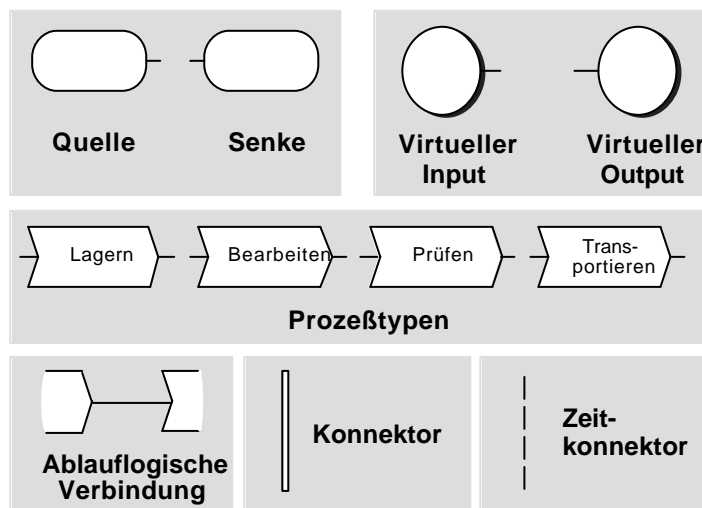


Abbildung 8: Modellierungselemente der Modellbausteine /WINZ97/

- **Quelle/Senke**

Über die Quelle werden die Leistungsobjekte aus der Systemumwelt in den Prozess eingeschleust. Hinter einer Quelle verbirgt sich ein Lieferant und seine Leistungsobjekte.

Über die Senke werden die vom Prozess erzeugten transformierten Leistungsobjekte an die Systemumwelt abgegeben. Hinter einer Senke verbirgt sich der Kunde, der transformierte Leistungsobjekte aus dem Prozess abzieht.

- **Prozesskettenelement**

Ein Prozesskettenelement beschreibt die Transformation eines Prozesses. Durch die Aneinanderreihung von Prozesskettenelementen und deren Verknüpfung durch ablauflogische Modellelemente werden komplexe Prozesskettenmodelle erzeugt.

Die Differenzierung der Prozesskettenelemente in Bearbeiten, Prüfen, Transportieren und Lagern wirkt sich auf die Analyse der Prozessketten aus.

Bei der Beschreibung der Transformation sollten die folgenden Regeln Berücksichtigung finden:

- schriftliche Beschreibung eines Prozesses;
- ein Außenstehender muß den Inhalt auch ohne eine Erläuterung verstehen können.

Um eine einheitliche Prozess-Sprache gewährleisten zu können, sollte dabei weitestgehend auf Abkürzungen oder Verschlüsselungen verzichtet werden. Nur auf diesem Weg kann sichergestellt werden, dass das in einem Prozesskettenplan abgebildete Modell auch für diejenigen Mitarbeiter verständlich ist, die nicht unmittelbar an der Prozesskettenaufnahme beteiligt waren.

- **Virtueller Input- und Outputbaustein**

Ein virtueller Inputbaustein stellt als erster Baustein einer detaillierten Prozessbeschreibung durch seine Teilprozesse die ablauflogische Verbindung zwischen dem Hauptprozess und dem ersten Teilprozess her. Über ihn wird die Systemlast vom Eingang des aggregierten Hauptprozesses in das Untermodell eingeleitet, vgl. Abbildung 8.

Ein virtueller Outputbaustein stellt als letzter Baustein einer detaillierten Prozessbeschreibung durch seine Teilprozesse die ablauflogische Verbindung zwischen dem Hauptprozess und dem letzten Teilprozess her. Über ihn wird die Systemlast aus dem Untermodell an den Ausgang des aggregierten Prozesskettenelementes zurückgegeben.

- **Ablauflogische Verbindungen**

Eine ablauflogische Verbindung stellt den Fluss an Leistungsobjekten zwischen zwei Modellelementen sicher. Über diese Verbindung vollzieht sich der Systemlastübergang von einem Modellelement zum nächsten. Dabei verursacht eine ablauflogische Verbindung keinen Zeitverbrauch.

- **Konnektoren**

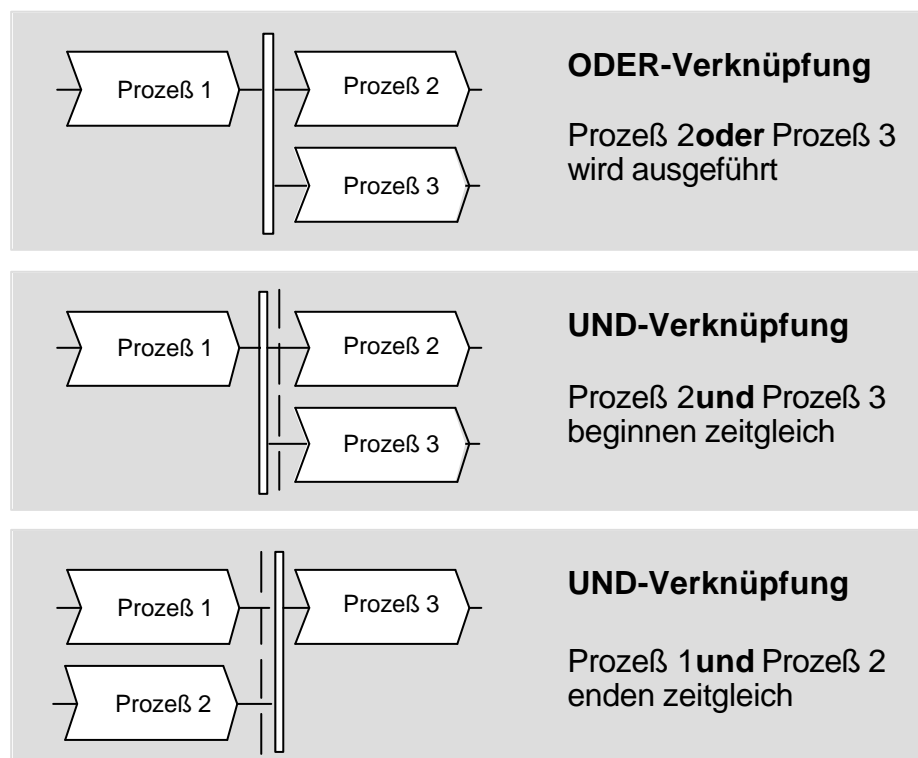
Konnektoren sind verknüpfende Modellelemente zur Zusammenführung und Verzweigung von Objektflüssen. Sie repräsentieren keinen Zeitverbrauch.

Konnektoren werden erforderlich, wenn Transformationen am selben Objekt parallel, also zeitgleich stattfinden oder wenn Ablaufalternativen existieren. Im zweiten Fall besitzt der Konnektor eine Verzweigungsbedingung. Ein Konnektor hat mindestens einen Eingang und mindestens einen Ausgang. Die Summe von Ein- und Ausgängen beträgt mindestens drei.

- **Zeitkonnektoren**

Zeitkonnektoren kennzeichnen in senkrechter Richtung Bezugspunkte verschiedener paralleler Prozesskettenelemente, die von Leistungsobjekten zur gleichen Zeit passiert werden. Über einen Zeitkonnektor erfolgt kein Objektfluss.

Die Anknüpfungspunkte eines Zeitkonnektors liegen immer auf dem Ein- oder Ausgang eines Prozesskettenelementes oder den ablauflogischen Verbindungen zwischen den Prozesskettenelementen. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, dass die ablauflogischen Verbindungen keinen Zeitverbrauch repräsentie-



ren.

Abbildung 9: Beispiele für Verknüpfungen /WINZ97/

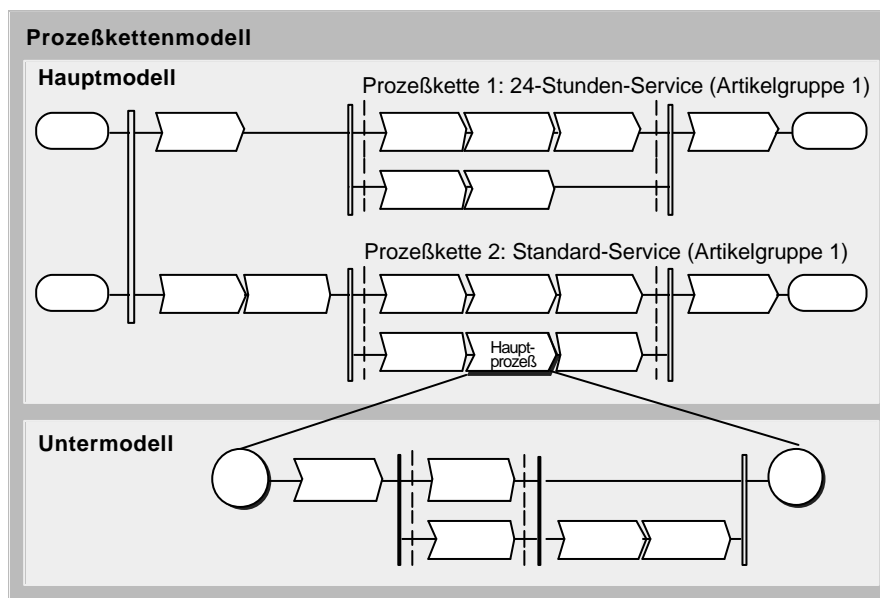
3.1.1.2 Gestaltung des Prozesskettenmodells

Die zeitliche Abfolge der den Prozess beschreibenden Transformationen wird als **Prozesskettenmodell** bezeichnet. Ein wesentliches Gestaltungsmerkmal eines Prozesskettenplanes ist die Zeitorientierung. Ein Prozesskettenplan wird daher von links nach rechts gelesen, in gleicher Richtung läuft auch der Zeitstrahl mit. Aus der Zeitorientierung folgt, dass ein Prozesskettenmodell keine Schleifen aufweist. Die in Strukturdiagrammen (z.B. Darstellung von Produktionsabläufen) häufig anzutreffenden Schleifen sollen symbolisieren, dass ein Werkstück bis zu seiner Fertigstellung einen Arbeitsplatz mehrmals durchläuft. Ein Ziel der Prozessoptimierung liegt jedoch in der Reduzierung von Durchlaufzeiten. Die Darstellung des Zeitverbrauches einer Transformation ist daher ein Modellierungsschwerpunkt.

Die **Detaillierung** eines Prozesskettenelementes führt zu einem neuen Prozesskettenmodell auf einer unterlagerten Detaillierungsebene, einem sogenannten Untermodell, vgl. Abbildung 10. Das aggregierte Modell wird dagegen als Hauptmodell bezeichnet.

Die **Differenzierung** ist zur Beschreibung alternativer Abfolgen von Prozesskettenelementen erforderlich. Differenzierungskriterien sind beispielsweise Kundengruppen bzw. Serviceneiveaus (z.B. Abwicklung für Normal- und Eilaufträge) oder Artikelgruppen. Eine zusätzliche Differenzierung resultiert aus nicht eindeutig definierten Abwicklungsmöglichkeiten ein- und desselben Prozesses.

Die Differenzierung eines Prozesses führt automatisch zur Differenzierung der Senke: so beinhaltet die Senke des Prozesses "Auslieferung der Ware an den Kunden" die "an den Kunden ausgelieferte Ware". Wird der Prozess differenziert in "Auslieferung im 24-Stunden-Service" und "Auslieferung im Standard-Service", ist auch die Senke entsprechend zu differenzieren: die "in 24 Stunden an den Kunden ausgelieferte Ware" und die "in Normalzeit an den Kunden ausgelieferte Ware". Somit ist die Differenzierung für eine vertikale Streckung des Prozess-



kettenmodells verantwortlich.

Abbildung 10: Darstellung eines Prozesskettenmodells /WINZ97/

Das in der Teamarbeit in mehreren aufeinanderfolgenden Workshops aufgenommene Prozesskettenmodell bildet die Grundlage für die im nächsten Teilschritt durchzuführende Prozess-Analyse. Etwaige Unstimmigkeiten sollten unbedingt vor der Datenaufnahme geklärt werden. Über das für die Datenaufnahme gültige Prozesskettenmodell muss innerhalb des Prozessteams ein Konsens erzielt werden.

3.1.1.3 Verantwortungsübergänge im Prozesskettenmodell

Das an Funktionsbereichen und Organisationseinheiten gebundene Denken ist eines der entscheidenden Hindernisse für eine kunden- und prozessorientierte Ausrichtung der Organisation. Gerade die Schnittstellenproblematik ist hier von besonderer Bedeutung. Im Prozesskettenmanagement ist es also von zentralem Interesse, den Weg eines Auftrages durch die verschiedenen Funktionsbereiche zu verfolgen. Eines der vordringlichsten Ziele ist es, die Bereichswechsel zu minimieren. Aus einem Prozesskettenplan sollte also hervorgehen, an welchen Stellen im Unternehmensprozess die Verantwortung für den Auftrag von einem Funktionsbereich auf einen anderen übergeht.

Für eine graphische Darstellung ist zu berücksichtigen, dass bestimmte Aktivitäten des Prozesses parallel in einem oder mehreren Funktionsbereichen bearbeitet werden können, beide Fälle aber klar unterscheidbar sein müssen. Mit der Farbkennzeichnung und der zweidimensionalen Prozessdarstellung existieren zwei unterschiedliche Darstellungsformen, die dieser Anforderung genügen:

Die **Farbkennzeichnung** der Prozesskettenelemente ist eine einfache und praktikable Darstellungsmöglichkeit zur Veranschaulichung von Verantwortungsübergängen. Jedem Funktionsbereich wird eine Kennfarbe zugeordnet. Alle Prozesskettenelemente, die in der Verantwortung dieses Bereiches liegen, werden in dieser Farbe gekennzeichnet. Der Vorteil dieser Darstellungsform ist, dass sich die Struktur des Prozesskettenplanes durch die Berücksichtigung der Grenzen der Funktionsbereiche nicht ändert. Der Weg des Auftrages durch das Unternehmen ist jedoch nur schwer nachvollziehbar.

Bei der **zweidimensionalen Darstellungsform** wird jedem Funktionsbereich in horizontaler Richtung eine Bandfläche zugeordnet. Innerhalb dieser Bandfläche werden diejenigen Aktivitäten abgebildet, die in der Verantwortungsspanne des jeweiligen Funktionsbereiches liegen, vgl. Abbildung 11.

Der Weg des Auftrages durch die verschiedenen Funktionsbereiche des Unternehmens wird durch den Übergang der Prozesskette von einem Band in ein anderes dargestellt. Der Prozesskettenplan gewinnt wesentlich an Übersichtlich-

keit, wenn in den Diagrammen zusätzlich Farben oder Graustufen eingesetzt werden.

Über diese Gestaltung eines Modells werden die Grenzen der Funktionsbereiche deutlicher hervorgehoben. Eine solche Darstellung ist daher für die Prozessvisualisierung besser geeignet. Die Berücksichtigung von Verantwortungsübergängen im Rahmen des zweidimensionalen Prozessdiagramms hat jedoch erheblichen Einfluss auf die Struktur und den Platzbedarf des dargestellten Prozesskettenmodells.

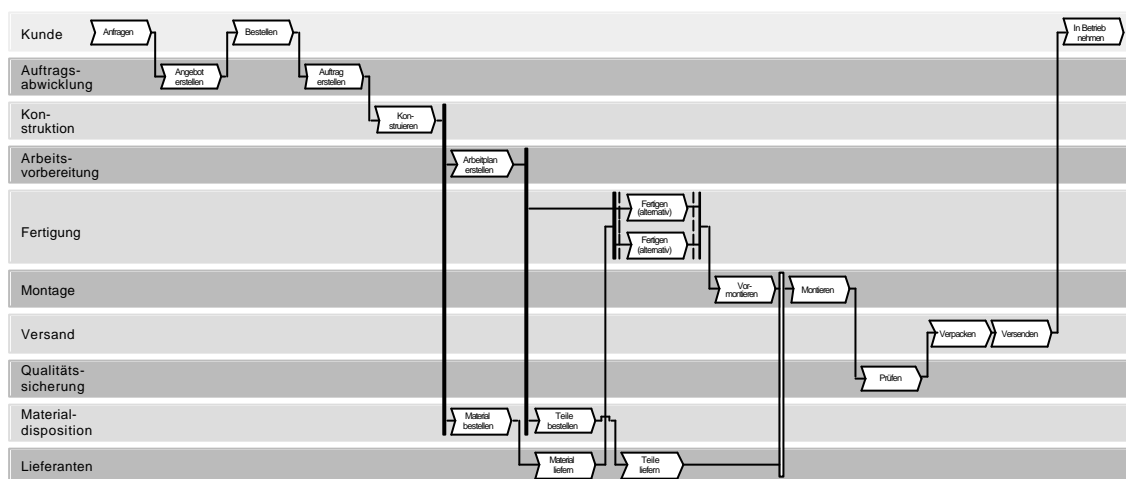


Abbildung 11: Das zweidimensionale Prozessdiagramm /WINZ97/

3.1.1.4 Aufnahme der Sichten

Die Aufnahme der Prozesskette erfolgt auf Basis von Interviews. Ausgehend von einer aggregierten Prozesskette mit maximal 20-25 Elementen, die zur Übersicht dient und den Aufnahmebereich eingrenzt, werden in einer Reihe von Interviews und Workshops Detaillierungen vorgenommen. Dabei stehen folgende Punkte im Vordergrund:

- Beschreibung der Basisobjekte: Was ist die kleinste Einheit der Objekte (beispielsweise Palette, Gitterbox oder Auftragsformular)
- Beschreibung der Senken: Wer sind die Kunden? Welchen Kunden wird in welcher Beschaffenheit Material und Informationen wie häufig geliefert?
- Beschreibung der Quellen: Wer sind die Lieferanten von welchem Material und Daten in welcher Beschaffenheit?
- Beschreibung der Prozessstrukturen: Wie werden Material und Daten verarbeitet?
- Beschreibung der Ressourcen: Wie erfolgt die Zuordnung zu Prozessen? Können Ressourcenpools gebildet werden?

3.1.1.5 Verknüpfung der Sichten

Die beschriebenen Informationen werden auf einem plakativen Medium aufgezeichnet. Somit sind die aufgenommenen Prozesse für alle Beteiligten sichtbar, können leicht geändert werden und dienen als weitere Gesprächsgrundlage. Auffälligkeiten und Probleme können somit jederzeit kenntlich gemacht und neu aufbereitet werden.

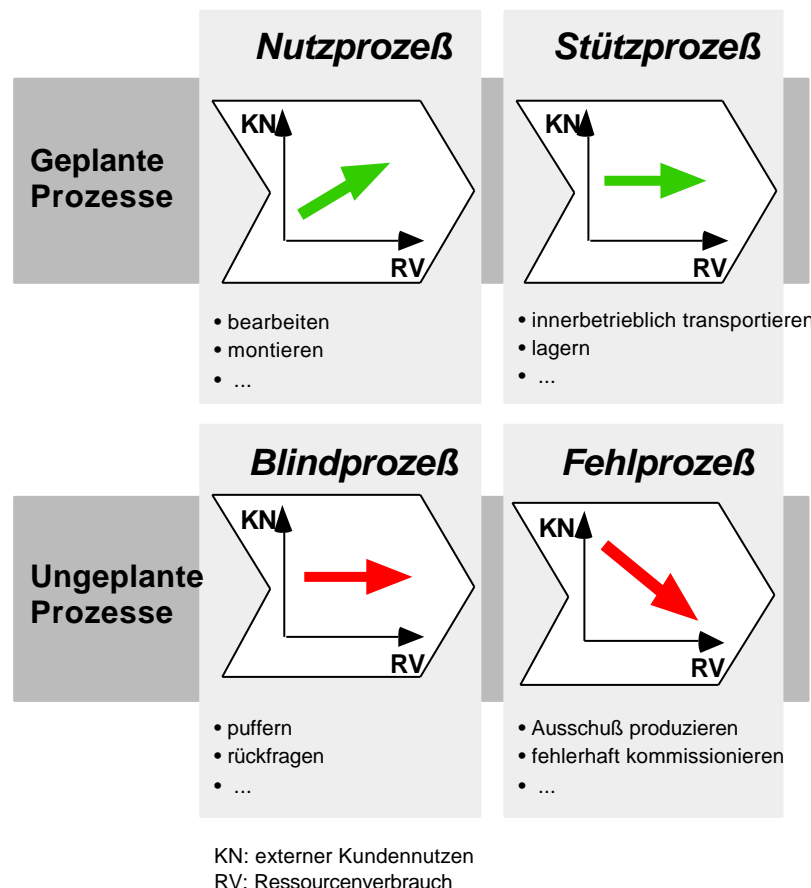
In einem weiteren Interviewdurchlauf kann geprüft werden, ob der Auftragsfluss vom Interviewer richtig verstanden und wiedergegeben worden ist. Korrekturen werden eingebracht und es besteht die Möglichkeit, zusätzliche Detaillierungen in der Prozessvisualisierung vorzunehmen.

3.1.2 Prozessanalyse

3.1.2.1 Prozesstypen

Es gibt diverse Möglichkeiten Prozesstypen zu beschreiben. Neben einer Unterteilung in haupt- und nebenläufige Prozesse, direkte und indirekte Prozesse, Materialfluss- und Informationsflussprozesse sowie Planungs-, Ausführungs- und Steuerungsprozesse beschreibt /WINZ97/ die Einteilung gemäß Kundennutzen, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll.

Die Beurteilung der Prozesse geschieht unter der Frage, welchen Beitrag der einzelne Prozess zur Erzielung des Kundennutzens leistet. Im Rahmen dieser Fragestellung lassen sich zur gezielten und schnellen Erkennung von Optimierungspotentialen die Prozesse in die vier Typen Nutz-, Stütz-, Blind- und Fehlprozesse



Klassifizieren, vgl. Abbildung 12.

*Abbildung 12: Kundennutzen als das Kriterium zur Klassifizierung von Prozessen
/WINZ97/*

Bei **Nutzprozessen** handelt es sich um geplante Prozesse, die in ihrer Summe das fertige Produkt oder die vollständige Dienstleistung zum Ergebnis haben. Den durch die Nutzprozesse in Anspruch genommenen Ressourcen steht eine Steigerung des Kundennutzens gegenüber. Der externe Kunde wird ausschließlich diese Prozesse erkennen und entsprechend honorieren.

Stützprozesse, wie beispielsweise der Transport zwischen zwei Bearbeitungsstationen, sind ebenfalls geplante Prozesse. Sie haben die Aufgabe, die Nutzprozesse zu unterstützen. Stützprozesse müssen im Rahmen der internen Kunden-Lieferanten Beziehungen erbracht werden und erbringen nur den internen, für die Weiterverarbeitung des Auftrags zuständigen Kunden, einen Nutzen. Da der externe Kunde den Nutzen dieser Prozesse nicht wahrnehmen kann, steigern Stützprozesse nicht den externen Kundennutzen. Stützprozesse sind deshalb auf das notwendige Minimum zu reduzieren.

Blindprozesse, wie Rückfragen aufgrund mangelnder Information oder Suchtätigkeiten, sind ungeplante Prozesse, die durch vorangegangene, nicht ausreichend fähige Nutz- und Stützprozesse verursacht werden.

Fehlprozesse sind auch ungeplant und führen dazu, dass getroffene Mengen- und Terminvereinbarungen nicht eingehalten werden können oder dass Nutzprozesse wiederholt werden müssen.

Fehl- und Blindprozesse sind zu eliminieren. Sie mindern den Kundennutzen bzw. steigern ihn nicht, trotzdem erhöhen sie durch Ressourcenverbrauch die Herstellungskosten. Ähnliches gilt für die Stützprozesse. Da auf die Stützprozesse aber nicht gänzlich verzichtet werden kann, sind sie auf ein notwendiges Minimum zu führen. Auch Nutzprozesse können durchaus verbesserungswürdig sein. Hier gilt es, bei gleichem Kundennutzen den Ressourcenverbrauch zu verringern bzw. bei gleichem Ressourcenverbrauch den Kundennutzen zu erhöhen. Dazu wird das in Frage kommende Prozesskettenelement genauer untersucht, indem weiter detailliert wird. Aus dieser feineren Ebene der Analyse wird jetzt für jedes neue Element der Kundennutzen ermittelt. Das geschieht wieder in der Weise, dass zwischen Nutz-, Stütz-, Blind- und Fehlprozessen unterschieden wird.

Zur Beurteilung der Prozesse und der Aufdeckung von Optimierungspotentialen braucht der Verlauf des Kundennutzens in Abhängigkeit vom Ressourcenverbrauch nicht quantitativ bestimmt zu werden. An dieser Stelle reicht in der Regel eine qualitative Schätzung des Verlaufes aus. Dabei wird das Ziel verfolgt, solche Prozesse zu identifizieren, die nicht in der Lage sind, die an sie gestellten Anforderungen zu erfüllen. Ein eindeutiges Zeichen dafür sind ungeplante Prozesse in der Prozesskette. Die ungeplanten Blind- und Fehlprozesse werden von nicht fähigen, in der Prozesskette immer zeitlich vorgelagerten Prozessen verur-

sacht. So wird beispielsweise der ungeplante Prozess „bei Auftragsannahme rückfragen“ von dem zeitlich vorgelagerten Prozess „mit dem Kunden Liefertermin und Menge vereinbaren“ verursacht, der nicht ausreichend fähig ist, weil beispielsweise eine Artikelnummer oder -bezeichnung auf dem Auftragsdokument nicht vollständig eingetragen ist oder gänzlich fehlt.

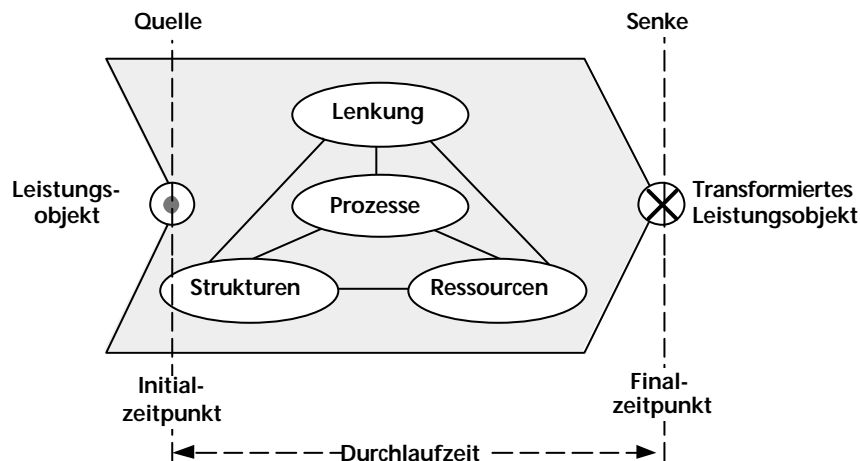
Wenn also festgestellt wird, dass ein Prozess nicht oder nur zu einem unzureichenden Prozentsatz wie geplant durchgeführt werden kann und somit häufig ungeplante Prozesse zur Erbringung des Kundennutzens durchgeführt werden müssen, so muss in der Prozesskette nach den Ursachen gesucht und Korrekturmaßnahmen diskutiert werden. Zur Lösung dieser Aufgabenstellung kommt die im Rahmen der Prozessoptimierung beschriebene Prozessketten-FMEA zur Anwendung.

3.1.2.2 Standardanalysen

Eine weitere Aufgabe der Prozessanalyse liegt in der Bestimmung der Prozessleistung hinsichtlich Zeit, Kosten und Qualität. In Anlehnung an /WINZ97/ wird auf diese Größen im Folgenden detaillierter eingegangen. Durchlaufzeit

Die Durchlaufzeit umfasst die gesamte Zeitspanne von der Quelle bis zur Senke eines Prozesses. Sie resultiert aus der Differenz zwischen dem Finalzeitpunkt und dem Initialzeitpunkt (siehe Abbildung 13).

Die unterschiedlichen Durchlaufzeitanteile einer Prozesskette werden über die Prozesstypen Bearbeiten, Transportieren, Lagern und Prüfen erfasst. Alle denkbaren Prozesse können mit diesen vier Typen erfasst werden.



$$DLZ_{PK} = DLZ_1 + \dots + DLZ_n = \sum_{j=1}^n DLZ_j = FZ(TP_n) - IZ(TP_1)$$

- DLZ_{PK}** Durchlaufzeit der Prozeßkette
- n** Anzahl der Prozeßkettenelemente
- DLZ_j** Durchlaufzeit des Prozeßkettenelementes j
- IZ (TP_j)** Initialzeitpunkt des Teilprozesses j
- FZ (TP_j)** Finalzeitpunkt des Teilprozesses j

Abbildung 13: Durchlaufzeit eines Prozesses (nach /KLÖP91/, S. 159)

Ein Prozess endet erst mit der Übergabe des transformierten Leistungsobjektes an den Kunden oder den nachgelagerten Prozess. Der Vorteil dieser Definition ist, dass die Durchlaufzeit des Prozesses lückenlos erfasst wird, dass die Verantwortungszuordnung eindeutig geregelt ist und die erhobenen Zeiten mit der Wahrnehmung der externen und internen Kunden in Einklang stehen.

Die Quantifizierung des Prozesskettenplanes bezüglich der Durchlaufzeit kann nach verschiedenen Methoden erfolgen. Die Interviewmethode ist klassisch und wurde bereits im Rahmen der Prozess-Visualisierung erwähnt. Der Vorteil dieser Methode liegt in der schnellen Akquisition der Daten. Die Qualität der Datenaufnahme ist von der Erfahrung und dem Abstraktionsvermögen der Mitarbeiter abhängig. In der Projektarbeit hat sich diese Form der Datenaufbereitung als sehr geeignet erwiesen.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Prozesskettenplan an die Auftragspapiere zu koppeln und diesen mit einem eingehenden Auftrag durch das gesamte Unternehmen laufen zu lassen. Diese Vorgehensweise bietet sich an, wenn die Gesamtdurchlaufzeiten relativ kurz sind (z.B. mehrere Tage oder Wochen), da für eine statistische Absicherung eine bestimmte Anzahl von Aufträgen betrachtet werden muss (vgl. /EVER95/, S. 46 ff).

3.1.2.2.2 Prozesskosten

Die ausgewiesenen Prozesskosten werden entsprechend den einzelnen Prozesstypen Bearbeiten, Prüfen, Lagern und Transportieren differenziert. Diese Differenzierung der Prozesskosten veranschaulicht die prozesstypenspezifischen Kostenzuwächse. So wird zum einen deutlich, welchen Anteil die Bearbeitungskosten an den Gesamtkosten haben und zum anderen, welche Teilprozesse die Kostentreiber in einer Prozesskette sind. Genau diese kostentreibenden Prozesse bilden den vorrangigen Gegenstand von Optimierungsmaßnahmen und weiteren Detaillierungsebenen /WINZ97/.

3.1.2.2.3 Prozessqualität

Die Betrachtung der Leistungsgröße Qualität beginnt an der Schnittstelle zwischen zwei Prozessen. Dort wird zwischen dem Kunden und dem Lieferanten eine Servicevereinbarung getroffen, die zur Vorgabe für die Prozessabwicklung wird. Die Qualität als Leistungsgröße bemisst sich entsprechend der Übereinstimmung des Outputs eines Prozesses zu definierten Vorgaben der Kunden, also den Betreibern nachgelagerter Prozesse. Die Service-Vereinbarung, die diese Vorgaben beschreibt, wird damit zu einer neuen Orientierungsgröße für Prozessqualität /WINZ97/.

In der Vereinbarung ist das vom Kunden geforderte und das vom Lieferanten zu erbringende Qualitätsniveau detailliert zu beschreiben. So beinhaltet beispielsweise die Vorgabe "möglichst termintreu" zu große Interpretationsspielräume.

Eine derartige Vorgabe ist nicht exakt genug. Besser ist eine Vorgabe, die fest-
 schreibt, dass Terminabweichungen z. B. von maximal einem Tag toleriert wer-
 den. Die Bewertung der Prozessqualität beruht somit auf den in der Service-
 Vereinbarung definierten Vorgaben. Jegliche Abweichungen führen zu Einbu-
 ßen in der Einschätzung der Qualität eines Prozesses. Für eine gezielte Einfluss-
 nahme ist eine Objektivierung und Operationalisierung der Servicevereinbarung
 notwendig. Das Prozessketteninstrumentarium ist hierzu das geeignete Medium,
 über das sowohl die externen als auch die internen Kunden-Lieferanten-
 Beziehungen entlang des kompletten Auftragsdurchflusses visualisiert und
 detailliert werden können /WINZ97/.

Bei der Betrachtung der Vereinbarung muss zwischen externen und internen
 Service-Vereinbarungen unterschieden werden, vgl. Abbildung 14. Der Len-
 kungsebene der Administration obliegt die Aufgabe, festzustellen, inwieweit die
 von dem Kunden gestellten Anforderungen Einfluss auf die von dem Lieferan-
 ten zu erbringenden Leistungen haben. Darüber hinaus muss die Administration
 die in den externen Servicevereinbarungen definierten Vorgaben mit den Ser-
 vicevereinbarungen der internen Prozesse abstimmen /WINZ97/.

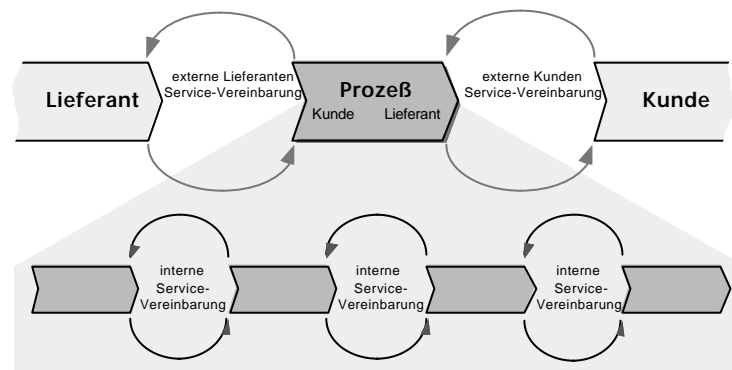


Abbildung 14: Interne und externe Service-Vereinbarung /WINZ97/

Das im Folgenden beschriebene Beispiel soll die Abhängigkeiten zwischen den
 externen und den internen Service-Vereinbarungen verdeutlichen. In einem
 Prozesskettenprojekt wurde die Distributionsstruktur eines Unternehmens der
 chemischen Industrie untersucht. Eine Prozess-Analyse verdeutlichte, dass die
 europaweite Realisierung von Distributionslagern, sogenannten Replenishment
 Centern, zur Gewährleistung eines 24-Stunden-Services hohe Lagerkosten verur-
 sacht. Befragungen des Kundendienstes und der Marketing-Abteilung ergaben,
 dass mit der Auslieferung im 48-Stunden-Service eine Alternative existiert, die
 den kundenseitigen Anforderungen genügt. Die Umsetzung dieses Serviceni-
 veaus führt zu einer sukzessiven Schließung der Replenishment Center und da-
 mit zu erheblichen Einsparungen von Lagerkosten. Die Gewährleistung des 48-
 Stunden-Services basiert auf einer Auslieferung aus dem Zentrallager in

Deutschland. Das mit dem externen Kunden vereinbarte Serviceniveau wird zur Vorgabe für die internen Servicevereinbarungen. So muss das in einem Zweischichtbetrieb arbeitende Zentrallager die zeitliche Verteilung der Schichten neu gestalten. Derzeit gibt es zwei sich zeitlich überlappende Schichten in den Zeiträumen von 6-14 und 10-18 Uhr. Zukünftig verteilen sich die Schichten auf die Zeiträume zwischen 6-14 und 14-22 Uhr. Erst die Ausweitung der Arbeitszeit im Zentrallager um 4 Stunden erlaubt die Auslieferung innerhalb von 48 Stunden. Die Ausgestaltung der internen Service-Vereinbarungen bleibt jedoch nicht ohne Auswirkungen auf die externen Service-Vereinbarungen. Um den 48-Stunden-Service realisieren zu können, sind die Aufträge durch den Kundendienst bis spätestens 18 Uhr am Tag des Auftragseinganges im Zentrallager zu plazieren und nicht, wie bisher, erst um 6 Uhr des folgenden Tages. Die verbleibende Reaktionszeit reicht aus, um die Lieferung versandfertig zu machen und dem Spediteur zu übergeben, da der Transport nun im Nachtsprung erfolgen kann /WINZ97/.

3.1.3 Prozessgestaltung

Für die Gestaltung von Prozessen bieten sich u. a. kreativitätsgestützte Methoden und die sog. Fehler-Möglichkeits- und Einflussanalyse (Prozessketten-FMEA) an. Beide Methoden sollen in den folgenden Abschnitten vorgestellt werden. Außerdem sollen Aspekte des Quality Function Deployment, die Einflussmöglichkeiten über Potentialklassen sowie über die Simulation und Optimierung aufgezeigt werden.

3.1.3.1 Allgemeine Methoden/Kreativitätstechniken

Im Prozesskettenmanagement werden Methoden bereitgestellt, die auf dem Modell der Prozesskette aufbauend die Neugestaltung und kontinuierliche Verbesserung von unternehmensweiten Prozessketten im Rahmen von Veränderungen der Unternehmensorganisation unterstützen. Von diesen Methoden wird gefordert, dass sie

- das ganzheitliche, systemische und strategische Denken anregen und fördern,
- eine interdisziplinäre und abteilungsübergreifende Teamarbeit im Unternehmen unterstützen,
- ein hohes Akzeptanzpotential beinhalten,
- die Kreativität in hohem Maße fördern sowie
- wirtschaftlich einsetzbar sind.

(Vgl. /WINZ97/.)

Die komplexe und dynamische Problemsituation, der sich die Unternehmensführung derzeit gegenüber sieht, ist nicht mehr allein mit dem bisherigen analytischen Denken lösbar.

Von den in diesem Sinne anwendbaren Kreativitätstechniken ist besonders das Brainstorming als klassische Form der Ideenfindung sehr erfolgreich. Das Brainstorming als Entwicklung und Verknüpfung von kreativen Ideen zu vorgegebenen Themen kann mit der Diskussion und Entwicklung der Prozesskettenparameter verbunden werden.

Ziele von Kreativitätsmethoden ist der Entwurf einer visionären Prozesskette, in der innovative, kreative Ideen unabhängig von ihrer Realisierungswahrscheinlichkeit dargestellt sind. Durch eine Vielzahl von innovativen Ideen soll der Horizont für Veränderungsmaßnahmen bei den Beteiligten erweitert werden. Erst in einem zweiten Schritt wird aus einer visionären Kette eine Soll-Kette entwickelt. Dabei kann für jede überlegte Maßnahme eine Potential- und Innovationsabschätzung erstellt und darauf basierend eine Realisierungsentscheidung getroffen werden.

3.1.3.2 Prozessketten-FMEA

Die Prozessketten werden unter dem Gesichtspunkt analysiert und verbessert, den Nutzen für den Kunden zu steigern. Dies muss in systematischer Weise geschehen. Hierzu kann auf die in der technischen Qualitätssicherung bewährte Methode der Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse (FMEA) zurückgegriffen werden. Ziel der FMEA ist es, potentielle Fehler aufzudecken, mögliche Ursachen dafür zu nennen und geeignete Abstellmaßnahmen vorzuschlagen. Die FMEA erlaubt es zwar nicht, alle Fehler bzw. möglichen Fehler lückenlos zu entdecken, mit ihr werden aber bei den genannten Fehlern die Ursachen- und Wirkungszusammenhänge in konsequenter Weise erfasst. Dies gelingt, indem die Benutzer bei der Aufstellung der Fehler-Ursache-Wirkungstripel durch ein Formblatt zur systematischen Vorgehensweise angeleitet werden. Das im Unternehmen vorliegende Erfahrungswissen wird gesammelt und verfügbar gemacht. Der FMEA liegt ein teamorientierter Ansatz zugrunde. Er fördert die abteilungsübergreifende und teamorientierte Zusammenarbeit der Beschäftigten im Unternehmen. Die FMEA zählt zu den präventiven Verfahren, da Konstruktionen und Fertigungsverfahren mit der FMEA untersucht werden können, bevor die Serienfertigung anläuft /WINZ97/.

Die beiden Methoden Prozesskettenanalyse und FMEA ergänzen sich bei der Suche nach Fehlern und dem Bemühen nach Verbesserung. Die FMEA geht bei der Erarbeitung der Fehler-Ursache-Wirkungszusammenhänge nach einem festen Raster vor. Diese Systematik bei der Fehleranalyse ist für die Prozesskettenmethodik vorteilhaft nutzbar. Für die FMEA umgekehrt bildet die von der Prozesskette geschaffene Transparenz in Abläufe, Verantwortungsspannen, Ressourcenverteilung und Zeitverbrauch die ideale Basis, wodurch die Ursachenanalyse in vielerlei Hinsicht vereinfacht wird /WINZ97/.

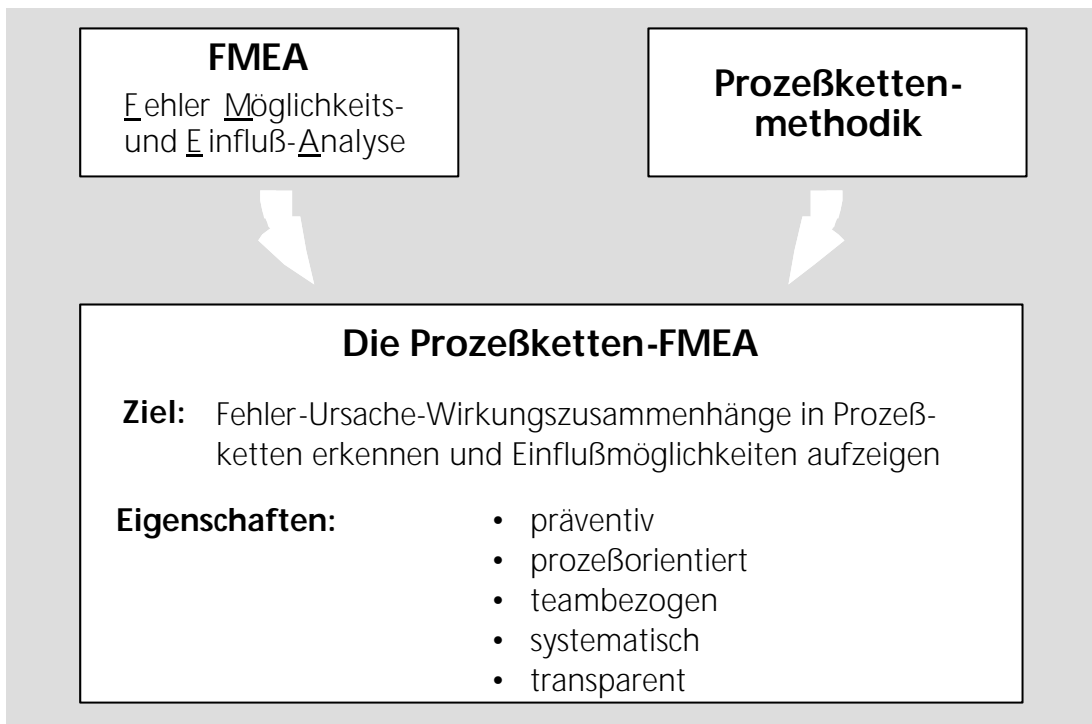


Abbildung 15: Ziel und Eigenschaften der Prozessketten-FMEA /WINZ97/

Aus der Zusammenführung der Prozesskettenmethodik und der FMEA entsteht die neue Methode der ProzesskettenFMEA. Untersucht werden nicht Funktionen und Einzelbereiche, sondern Prozesse und Abläufe im Unternehmen in ganzheitlicher Weise. Die Prozessketten-FMEA lässt sich deshalb als prozessorientierte Problemlösungsmethode mit präventivem Charakter bezeichnen. Das Ziel der Prozessketten-FMEA und ihre Eigenschaften werden in Abbildung 15 zusammenfassend dargestellt.

3.1.3.2.1 Einsatzfälle für die Prozessketten-FMEA

Die Anlässe zur Durchführung der Prozessketten-FMEA sind vielfältig. Die Prozessketten-FMEA kann sowohl bei der Neuplanung von Prozessketten, als auch bei bestehenden Prozessketten zur kontinuierlichen Verbesserung eingesetzt werden. Anlässe zur Neuplanung von Prozessen sind beispielsweise die Erweiterung der Geschäftsfelder, die Einführung neuer Produktgruppen, In- oder Outsourcing Maßnahmen oder die Einführung eines 24-Stunden-Services. Solche Anlässe haben strategischen Charakter. Demgegenüber sind Anlässe von eher struktureller Art, die Einführung neuer Steuerprinzipien im Informations- oder Materialfluss, der Auf- und Abbau von Ressourcen oder Änderungen in den Unternehmensstrukturen wie die Reduzierung der Hierarchieebenen. Die genannten Maßnahmen dienen der Steigerung der strategischen und strukturellen Service-Flexibilität /WINZ97/.

Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Analyse und Verbesserung von bestehenden Prozessen. Dies kann entweder im Rahmen von kontinuierlichen Verbesserungsmaßnahmen geschehen oder aus einem aktuellen Anlass. Wenn festgestellt wird, dass einzelne Prozesse oder Prozessketten den gestiegenen Anforderungen nicht mehr gerecht werden, also die Prozessfähigkeit nicht ausreicht,

kann ebenfalls die Prozessketten-FMEA durchgeführt werden. Die Prozessketten-FMEA dient dann dazu, die Fähigkeit von Prozessen herzustellen, indem Fehler aufgespürt und beseitigt werden, deren Auswirkungen unter den vorherigen geringeren Ansprüchen noch akzeptiert werden konnten. Auf diese Weise wird die operative Service-Flexibilität erweitert. Gleichzeitig wird mit der Verminderung von Fehlern die Prozesseffizienz gesteigert /WINZ97/.

3.1.3.3 *Quality Function Deployment*

Um einem ganzheitlichen Ansatz im Unternehmen gerecht zu werden, reicht es zukünftig nicht mehr aus, die Markterfordernisse zu erkennen. Vielmehr müssen diese auch konsequent im Unternehmen umgesetzt werden. Unter der Bezeichnung Quality Function Deployment (QFD) existiert eine Arbeitsmethode, die hauptsächlich im Aufgabenfeld der Produktplanung Anwendung findet (/PIEL95, S.118/; vgl. z.B. /SCHÖ92/).

QFD gehört zu den präventiven Methoden. Das bedeutet, dass sie im Sinne einer vorausschauenden Vermeidung von potentiellen Fehlern vorsorgend nützlich sind. Diese Charaktereigenschaft macht sie für strategische Aufgaben besonders interessant.

Die Fähigkeiten von QFD (Abbildung 16) müssen analog auch für ein zu entwickelndes Logistic Function Deployment (LFD) gelten (vgl. auch /KUHN93/). Die Vorteile der Methode können (in Anlehnung an /BLÄS88/, /SCHÖ93/, /PROM91/, /WEST91/) wie folgt zusammengefasst werden:

- *Wirtschaftlichkeit*: Durch frühzeitiges Einbeziehen aller Bereiche in den Entwurf- bzw. Verbesserungsprozess reduziert sich die Anzahl späterer Änderungen. Die Umsetzung kann somit schneller realisiert werden. Es erfolgt eine Steigerung der Kundenzufriedenheit durch konsequente Orientierung am Kundennutzen.
- *Nachvollziehbarkeit*: Die Anforderungen an die einzelnen Modellelemente werden dokumentiert (bleiben auch nachträglich erhalten) und erleichtern ein „upgrading“ des Planungsprozesses. Darüber hinaus können Ergebnisse und Know-how wiederverwendet werden.
- *Konsensbildung*: Die horizontale und die vertikale Kommunikation im Unternehmen wird verbessert. Zielkonflikte werden deutlich sichtbar und diskutierbar. Der Entwicklungsprozess wird für alle transparent. Die Lösungen werden qualitativ hochwertiger.
- *Umsetzungsmotivation*: Es werden die kritischen Faktoren herausgearbeitet. Dadurch lassen sich Prioritäten für die Umsetzung vergeben. Da diese unter wirtschaftlichen Prämissen und nachvollziehbar im Konsens verabschiedet werden, wird ein in jeder Hinsicht konkretes Ziel vorgegeben.



- Planungsmethode; systematisches Vorgehen; unternehmensspezifisch gestaltbar
- Orientiert sich am Kundennutzen
- Fördert das Denken in Prozessen (unternehmensweit)
- Fördert interdisziplinäre Zusammenarbeit (Parallelisierung sequentieller Arbeitsschritte)
- Erarbeitet für jeden Prozeß eine systematische Darstellung (Nachvollziehbarkeit/Selbstähnlichkeit)
- Erschließt Potentiale aus Erfolgskurven (Wiederverwendung von Know-how)
- Für dynamischen Wettbewerbswandel geeignet (permanente Planungsbereitschaft/ Rechnerunterstützung)

Abbildung 16: Analoge Fähigkeiten von QFD und LFD /PIEL95/

Darüber hinaus muss ebenfalls der Entwurf von Prozessketten unterstützt werden. Der duale Ansatz des Prozesskettenmanagements benötigt eine zum Systemmodell kompatible Vorgehensmethode zum crossfunktionalen Vernetzen der Fragestellungen des logistischen Erfolgstripels. Hier ist die Entwicklung eines Logistik Function Deployment gefordert. Bei der Konzeption einer solchen Methodik zur Vernetzung von Prozessen und Kundenbedarfen verwendet das Prozesskettenmanagement hierzu als zentralen Bezugsrahmen das sog. Erfolgstripel der Logistik mit seiner Orientierung an Kunden, Prozessen und Wettbewerbsvorteilen. Die konsensuale Umsetzung der Logistik-Ziele soll ausgehend von der strategischen Ebene im Unternehmen auf immer detaillierteren und feineren Stufen ermöglicht werden /PIEL95, S.15 u. 17/.

3.1.3.4 Potentialklassen nach Kuhn

Im Kontext der in diesem Abschnitt behandelten Prozessgestaltung bietet sich die Anpassung an veränderte Umweltbedingungen und an die Unternehmensziele mittels der Prozesskettenparameter in den Bereichen Prozesse, Ressourcen, Strukturen und Lenkungsebenen an (Erläuterung siehe Kapitel 2.3). Diese Parameter bilden thematisch sogenannte Potentialklassen ab. Die Klassen stellen für jedes Prozesskettenelement Maßnahmemöglichkeiten in Form von Themenfeldern dar, so dass über die Potentialklassen realisierten Einflussnahmen und deren Wirkung Auskunft gegeben werden kann.

Die abgeleiteten Potentialklassen wurden bereits in Kapitel 2.5.2 mit möglichen Realisierungsbeispielen aufgelistet.

3.1.3.5 Simulation

Die Werkzeuge zur Simulation zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine software-technische Nachbildung eines Systems in einem Modell erlauben. Da das Verhalten eines dynamischen Systems über den Zeitverlauf untersucht wird, ist die Abbildung der zeitlichen Abläufe der Systemkomponenten und der Zeit selbst der entscheidende Aspekt bei der Modellierung. Als Werkzeuge können neben einfachen Programmiersprachen komfortablere Simulationssprachen

ebenso zum Einsatz kommen wie die als Simulatoren bezeichneten Programmpakete.

Simulationswerkzeuge, die auf Anwendungen in Produktion und Logistik ausgerichtet sind, weisen in ihren Funktionen und Modellelementen typische Charakteristika dieses Anwendungsbereiches auf. Als Schwerpunkte werden vor allem Fragen aus Produktion, Materialfluss, Distribution und Werkstattsteuerung thematisiert. Im Vergleich hierzu konzentriert sich eine weitere Klasse der Simulatoren auf kleine überschaubare Spezialgebiete wie z. B. die Planung von fahrerlosen Transportsystemen, flexiblen Fertigungssystemen, Lagersystemen oder auch Robotersystemen.

Problematisch bei der Auswahl von Simulationswerkzeugen ist die Wahl der Detaillierungsstufe. Stellt ein Simulator hochaggregierte Bausteine zur Verfügung, so ist für einen konkreten Anwendungsfall ein benutzerfreundlicher und schneller Modellaufbau möglich. Gleichzeitig geht aber Flexibilität und Abbildungstreue für abgewandelte Problemstellungen verloren.

3.1.3.6 Optimierung

Bei der Optimierung einer Prozesskette steht die Neugestaltung und Verbesserung von bestehenden Unternehmensprozessen im Vordergrund. Gegenstand dieser Prozessphase ist eine weitergehende Zieldetaillierung, die die bereits extern durch den Kundenwunsch induzierten Ziele durch wirtschaftlich bestimmte Ziele ergänzt. Weiterhin lassen sich die im Rahmen der Prozessgestaltung genannten Methoden (Prozessketten-FMEA und Kreativitätstechniken) auch im Rahmen der Optimierung und Neugestaltung von Prozessen anwenden.

3.1.4 Prozesscontrolling und kontinuierliche Verbesserung

3.1.4.1 Ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung

Die herkömmlichen Kostenrechnungssysteme schlüsseln die Gemeinkosten der administrativen Bereiche mittels Schlüsselungsverfahren den variablen Kosten zu. Doch gerade der Gemeinkostenanteil stieg in den letzten Jahren wesentlich an, da in den Unternehmen eine fortschreitende Individualisierung zu verzeichnen ist. Aufgrund dieser Problematik wurde die ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung, die einen elementaren Teil des Prozesskettenmanagements darstellt, entwickelt, um die ganzheitliche Betrachtung und monetäre Bewertung eines Unternehmens zu ermöglichen (Vgl. /MANT96/, S. 3 f. und /FUCH00/).

Die ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung verfolgt die folgenden Ziele (vgl. /FRÖL94/, S. 147):

- Die Erhöhung der Transparenz in den indirekten Leistungsbereichen,
- die Sicherung eines effizienten Ressourcenverbrauchs,
- die Abbildung der Kapazitätsauslastung in allen Unternehmensbereichen,
- die Verbesserung der Produkt- bzw. Dienstleistungskalkulation und

- die stärkere Ausrichtung der Kostenrechnung auf strategische Entscheidungsprobleme.

Das Prozessketteninstrumentarium ist das grundlegende Planungsmodul des Prozesskettenmanagements. Es schafft die Voraussetzungen, um die Unternehmensprozesse auf disaggregierten Stufen abzubilden. Auf Grundlage dieses Modells wurde die Entwicklung der ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung durchgeführt. Es lag nahe, die Parametrisierung des Modells über Leistungselemente durchzuführen, die dem Anwender aus der täglichen Arbeit geläufig sind und damit die Ermittlung der Daten in einem wirtschaftliche Verhältnis zum Nutzen steht. Die Angaben der Ressourcenmengen, die notwendig sind, um einen Objektdurchsatz über einen Prozess zu ermöglichen, werden diesen Voraussetzungen gerecht. Dabei wird nicht von einem linearen Verlauf des Ressourceneinsatzes ausgegangen, sondern es werden die realen, für die Prozessabwicklung notwendigen Ressourcenbedarfe zugrunde gelegt (vgl. /DAWS95/ S. 22, /FUCH00/).

3.2 Ausblick: Vorgehensmodell zum Prozesskettenmanagement

Systemgestalter bedienen sich bei ihren Gestaltungsaufgaben mehr oder weniger komplexen Vorgehensmodellen. Den bisher bekannten Vorgehensmodellen jedoch fehlen für den Aufbau eines **modellbasierten Konstruktionsprozesses** entscheidende Merkmale. Im Rahmen der Entwicklung des Vorgehensmodells wurden die Grundmuster bekannter Vorgehensweisen aufbereitet und um modellierungs- und gestaltungsrelevante Methodenbausteine ergänzt /KÜHL00/.

Abgeleitet von den zugrundeliegenden Vorgehensweisen, gliedert sich das hier erarbeitete Vorgehensmodell in die Phasen **Problemwahrnehmung, Vorstudie, Hauptstudie, Teilstudien** und **Prototyping** (Abbildung 17). Es schließen sich weitere Phasen für Realisierung, Betrieb und Controlling an, die aber für das Teilprojekt Konstruktionsregelwerke von nachgeordneter Bedeutung sind.

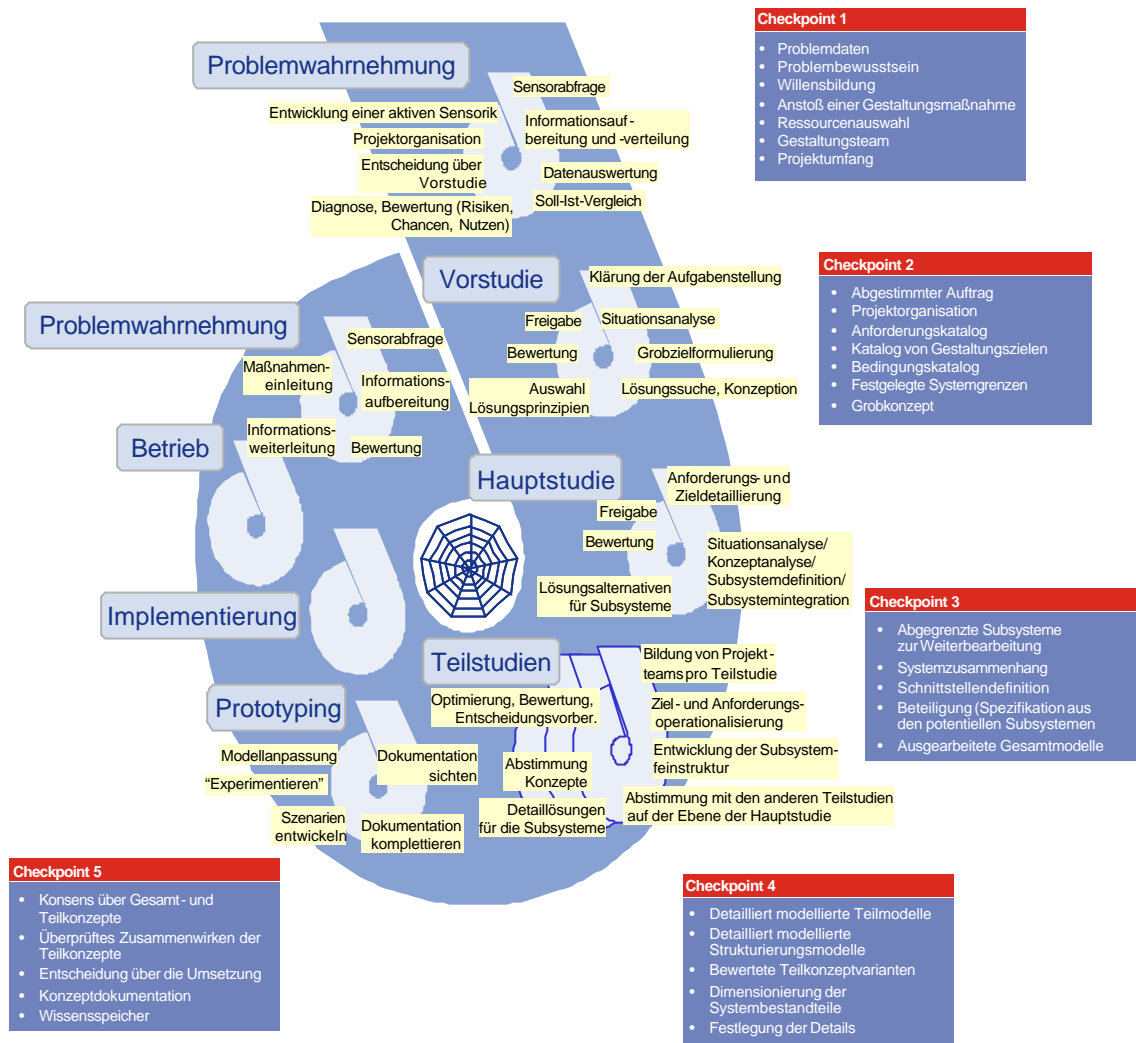


Abbildung 17: Vorgehensmodell zur Gestaltung logistischer Netze /KÜHL00/

Das Modell lässt sich durch seine Eigenschaften **Selbstähnlichkeit** und **Vernetzung** der Phasen über Möglichkeiten zur situationsspezifischen Anpassung verwenden. Die **Selbstähnlichkeit** des Vorgehensmodells ergibt sich durch die Detaillierung einer Planungsaufgabe im Rahmen der Teilstudien. Bei der Abwicklung einer Planungsaufgabe sind zahlreiche Einzelproblemstellungen zu lösen, die selbst wiederum komplexe Planungsaufgaben darstellen, so dass sie mit allen Phasen des Vorgehensmodells – dann auf einer tieferen Stufe – bearbeitet werden können /KÜHL00/.

Die **Vernetzung** der einzelnen Phasen ermöglicht, dass z. B. bereits während der Gesamtkonzeption einzelne Teilkonzeptionen durchgeführt werden können, um Klarheit über bestimmte Details zu erhalten. Genauso ist es möglich, dass zusätzliche Teilkonzeptionen „eingeschoben“ oder einzelne Teilkonzeptionen ihrerseits weiter unterteilt werden können. So kann für jeden Problemfall eine individuelle Anpassung an projektspezifische Gegebenheiten vorgenommen werden /KÜHL00/.

Jede einzelne Phase ist eine abgeschlossene Einheit mit definierten Ergebnissen, deren Erfüllung an sog. **Checkpoints** geprüft wird. Nach Abschluss der einzelnen Phasen kann so eine Entscheidung über das weitere Vorgehen getroffen wer-

den. Sie sind eine wesentliche Voraussetzung für die Eignung eines Vorgehensmodells für die modellbasierte Konstruktion /KÜHL00/.

Ein weiterer Fortschritt des entwickelten Vorgehensmodells liegt in dem integrierten Konzept der **Methodenbausteine**. Es ermöglicht eine spezifische Anpassung von Methoden- und Modellkombinationen in Abhängigkeit der Gestaltungsziele und der jeweiligen Situation. Das Konzept führt bei der Anwendung in einem konkreten Planungsfall zu einer Modifizierung des Vorgehensmodells und damit zu einem spezifischen Problemlösungspfad /KÜHL00/.

Ergebnis dieser gestaltenden Phasen ist ein dokumentierter bzw. modellierter Prototyp. Der vernetzte Gestaltungskreislauf der Vorgehensweise wird mit den Phasen Realisierung, Betrieb und Controlling abgeschlossen. Das realisierte System wird auf bekannte Probleme permanent überwacht und bei entsprechenden Abweichungen wird ein erneuter Gestaltungsprozess auslöst. Ein geschlossener Kreislauf ergibt sich, weil jedes logistische System, seine Technik und Organisation einen selbstähnlichen Lebenszyklus durchläuft wie ganze Unternehmen bzw. Organisationen oder auch Produkte. So wird die beschriebene Vorgehensweise für fortwährend neu auftretende Problemstellungen im Rahmen des ursprünglich modellierten Systems auf verschiedenen Stufen durchlaufen /KÜHL00/.

4 DV-Unterstützung des Prozesskettenmanagements

4.1 Software zur Prozessmodellierung

Die Prozesskettenanalyse- und -modulation erfordert die akribische Aufnahme von Prozessen und deren ablauflogische Verknüpfungen. Zur Erstellung der nötigen Prozesskettenpläne reichen herkömmliche CAD- und Grafiksysteme oft nicht mehr aus. Mit diesen Programmen können zwar einfache Systeme dargestellt werden, jedoch fehlen oft Unterstützungsfunktionen beispielsweise für das Einfügen eines Prozesses in eine bereits komplex vernetzte Struktur.

Bieten die angesprochenen Software-Instrumente in der Phase der Analyse nur geringe Unterstützung, so sind sie für die Prozesskettenmodulation gar nicht einsetzbar. Dies ist darin begründet, dass sie die umfangreichen vorliegenden Daten nicht mit den Prozessen verknüpfen können.

Die Ergebnisse der Ist-Analyse und der Modulation von Prozessketten sind schließlich im Sinne präsentationsfähiger Unterlagen grafisch aufzubereiten. Derartige Analysefunktionen sind jedoch mit der üblichen Grafik-Software nicht mit ausreichendem Automatismus erstellbar. Aus diesen Gründen soll das zur rechnergestützten Prozesskettenanalyse und -modulation entwickelte LogiChain (vgl. /MANT96/) vorgestellt werden.

4.1.1 LogiChain

Entsprechend der oben beschriebenen Aufgaben des Prozesskettenmanagements werden die Funktionsmodule Designer, Analysator und Modulator unterschieden.

Der Schwerpunkt des Designers liegt auf dem Zeichnen der Prozesskettenpläne und der Hinterlegung von Prozessdaten. Mit der Eingabe der prozessspezifischen Kosten und Leistungen bei gleichzeitiger Parametrisierung der Kosten durch den für die Leistungserstellung erforderlichen Ressourcenbedarf wird bereits die Grundlage für die Berechnung prozessspezifischer Kosten gelegt.

Die automatische Verknüpfung der Modellelemente durch einfache Aneinanderreihung gibt dem Analysator die Möglichkeit, Kostenkurven, Logistikkosten, Bestandswerte, Durchlaufzeiten und Betriebspunkte zu ermitteln und grafisch aufzubereiten.

Der Modulator berechnet aus veränderten Systemlasten und veränderten logistischen Basisgrößen rückwärts, also vom Kunden ausgehend, die benötigten Kapazitäten mit ihren neuen zu erwartenden Kosten und Ressourcenbedarfen für die einzelnen Prozesse sowie die Kapazität und Auslastung der eingesetzten Ressourcen.

4.2 Software zur Prozessgestaltung

4.2.1 Workbench

Die praktische Anwendung von Modellen bei der Planung von logistischen Netzwerken zeigt, dass ihre Erstellung und der Zugriff auf das in ihnen gespeicherte Wissen eine aufwendige und zeitraubende Tätigkeit ist. Weil eine rein manuelle Modellierung hier schnell an ihre Grenzen stößt, spielt daher eine Unterstützung des Modellierungsprozesses durch ein DV-gestütztes Werkzeug eine entscheidende Rolle. Wesentliche Aufgaben eines solchen Unterstützungssystems liegen in der strukturierten Speicherung der erstellten Modelle und in der problem- und situationsspezifischen Anpassung des Vorgehensmodells für eine Modellierung und Gestaltung. Ein solches Werkzeug für die DV-Unterstützung der Modellierungsaufgaben in Form einer Workbench ermöglicht die Verknüpfung der einzelnen Bestandteile der Gestaltungsarchitektur.

5 Literatur

- /BECK96/ Beckmann, H.: Theorie einer evolutionären Logistik-Planung: Basiskonzepte der Unternehmensentwicklung in Zeiten zunehmender Turbulenzen unter Berücksichtigung des Prototypingansatzes. Dissertation, Universität Dortmund, 1996
- /BLÄS88/ Bläsing, J. P.; Sullivan, L. P.: Quality Function Deployment, Qualitätsplanung mit QFD-Technik.
In: Praxishandbuch Qualitätssicherung, Band 4, Baustein B3, gfmt, München, 1988
- /COME85/ Comelli, G.:
Training als Beitrag zur Organisationsentwicklung.
Carl Hanser Verlag, München 1985
- /DAWS95/ Dawson, R.: Rechnergestützte Prozesskettenoptimierung. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Dortmund, 1995
- /EVER95/ Eversheim, W.: Prozessorientierte Unternehmensorganisation: Konzepte und Methoden zur Gestaltung "schlanker" Organisationen. Berlin, Heidelberg, New York, 1995
- /FRÖH94/ Fröhling, O.: Dynamisches Kostenmanagement: konzeptionelle Grundlagen und praktische Umsetzung im Rahmen eines strategischen Kosten- und Erfolgs-Controlling, Verlag Vahlen, München, 1994
- /FUCH00/ Fuchs, F.: Entwicklung einer Angebotsmethodik für logistische Dienstleistungen mittels Prozessketteninstrumentarium. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Dortmund, 2000
- /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&Humboldt, Berlin, 1990
- /JÜNE89/ Jünemann, R.: Materialfluß und Logistik. Springer, Berlin, 1989
- /KÄPP93/ Käppner, M.: Beitrag zur Entwicklung von computergestützten Steuerungs- und Positionierverfahren für Elektrohängebahnsysteme, Dissertation, Universität Dortmund, 1993
- /KAES96/ Kaeseler, J.:
Marktanalyse Geschäftsprozessoptimierung.

- Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1996
- /KLÖP89/ Klöpffer, H.-J.:
Systemdenken in der Logistik. In: Wertanalyse optimiert Logistikprozesse, S. 65-84, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1989
- /KÜHL00/ Kühling, M.:
Gestaltung der Produktionsorganisation mit Modell- und Methodenbausteinen. Dissertation Universität Dortmund 2000.
- /KUHN93/ Kuhn, A.; Pielok, T.: Prozessketten – Der Weg zur wettbewerbsentscheidenden Logistikqualität. In: Tagungsband der gfmt zur Tagung: Qualitätsmanagement der Logistik, Stuttgart, 1993
- /KUHN95/ Kuhn, A.: Prozessketten in der Logistik, Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien, Praxiswissen, Dortmund, 1995
- /KUHN95/ Kuhn, A.: Prozessketten in der Logistik, Praxiswissen, Dortmund, 1995
- /KUHN97/ Kuhn, A.: Ressourcen: Die knappen Betriebsmittel der Logistik. In: Fördertechnik, Nr. 4, 1997, S.29-34
- /KUHN98/ Kuhn, A.: Wege zur innovativen Fabrikorganisation, Band 1, Praxiswissen, Dortmund, 1998
- /LAAK00/ Laakmann, F.: Prozessorientierung als Leitlinie für die Gestaltung der Unternehmensorganisation, int. Bericht, Lehrstuhl für Fabrikorganisation, Universität Dortmund, 2000
- /MANT96/ Manthey, C.: LogiChain – Instrument des rechnergestützten Prozesskettenmanagements, int. Bericht, Fraunhofer IML, Dortmund, 1996
- /N.N.92/ N.N.: Fördertechnik. Katalog, Mannesmann Demag, 1992
- /N.N.94/ N.N.: VDI-Richtlinie 2690, Material- und Datenfluss im Bereich von automatisierten Hochregallagern, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1994
- /PAHL86/ Pahl, G.; Beitz, W.:
Konstruktionslehre, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, u. a., 2. Auflage, 1986
- /PIEL93/ Pielok, T.: Potential-Management mittels Prozessketten: Diskussion von Praxisbeispielen.
In: Prozesskettenoptimierung mit Simulationsmodellen, VDI-Bildungswerk, Düsseldorf, 1993
- /PIEL95/ Pielok, T.: Prozesskettenmodulation, Management von Prozessketten mittels Logistic Function Deployment, Praxiswissen, Dort-

- mund, 1995
- /POHL00/ Pohlmann, M.: Etablierung horizontaler Kooperationen für die Distributionslogistik. Dissertation, Universität Dortmund, 2000
- /PROM91/ Methoden des Quality engineering als Werkzeuge der Produktentwicklung.
Hrsg.: Promis – Informationssysteme für das Produktionsmanagement, München, 1991
- /RIEC82/ Rieckmann, H.:
Auf der grünen Wiese..., Organisationsentwicklung einer Werksneugründung, Soziotechnisches Design und offene System-Planung.
Paul Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, 1982
- /SCHM89/ Schmidt, G.:
Methode und Techniken der Organisation, Verlag Dr. Götz Schmidt, Gießen, 1989
- /SCHÖ92/ Schöler, H. R.: Kundenorientierte Produktentwicklung – präventive Qualitätssicherung mit Quality Function Deployment. VDI-Berichte, Nr. 1000, 1992
- /SCHÖ93/ Schöler, H. R.: Quality Function Deployment, Eine Methode zur qualitätsgerechten Produkt- und Prozessentwicklung. Seminarunterlagen, Kelsterbach, 1993
- /STRA00/ Stracke, N.: Freischneiden logistischer Systeme. Interner Bericht Lehrstuhl für Fabrikorganisation, Universität Dortmund, 2000.
- /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
- /WENZ98/ Wenzel, S.: Verbesserung der Informationsgestaltung in der Simulationstechnik unter Nutzung autonomer Visualisierungswerkzeuge, Praxiswissen, Dortmund, 1998
- /WEST91/ Westkämper, E. (Hrsg.): Integrationspfad Qualität, Verlag TÜV Rheinland, 1991
- /WINZ97/ Winz, G.; Quint; M.: Prozesskettenmanagement, Leitfaden für die Praxis, Praxiswissen, Dortmund, 1997

die Praxis, Praxiswissen, Dortmund, 1997

/ZANT99/

Zantow, D.: Prozessorientierte Bewertung von Produktionsstand-
orten in Produktionsnetzwerken, vorläufiger Dissertationsentwurf,
Dortmund 1999