

Nachhaltige Unternehmensführung
Ein kybernetischer Ansatz für
betriebliches und überbetriebliches Umweltmanagement

Der Fakultät Verfahrenstechnik und Technische Kybernetik
der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines Doktors der
Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung

von
Tobias Winkler
aus Köln

Hauptberichter: Prof. Dr. rer. pol., habil. Ing. Thomas Fischer
Mitberichter: Prof. Dr.-Ing. Peter Eyerer
Tag der mündlichen Prüfung: 25. Juli 2002

Vorwort des Autors

Die vorliegende Arbeit entwickelt eine Management-Infrastruktur für das inner-, zwischen- und überbetriebliche Umweltmanagement. Sie zielt auf die Umsetzung einer nachhaltigen Unternehmensführung speziell in der Textilindustrie. Die Realisierung der Management-Infrastruktur in Form eines komplexes hierarchischen Regelungssystems soll aber auch ein Modell für einen allgemeingültigen Ansatz liefern.

Die Arbeit entstand auf der Basis von Forschungs- und Industrieprojekten, die ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Bereichs Management Research am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf bearbeitet habe. Sie wurde im Juli 2002 an der Fakultät Verfahrenstechnik und Technische Kybernetik als Dissertation angenommen.

Herr Prof. Dr. Thomas Fischer, der den Forschungsbereich leitet, hat die Anregung für diese Arbeit gegeben. Er gab mir auch die entscheidenden Rahmenbedingungen für die Erstellung der Arbeit. Sein Engagement für die Management Forschung und seine europaweiten Industriekontakte ermöglichten es mir, (wirtschafts-)kybernetische Gestaltungsprinzipien und Methoden anhand von konkreten Aufgabenstellungen in der industriellen Praxis zu erproben und zu entwickeln. Dafür sowie für die offene und motivierende Art, mit der er die Forschungsgruppe leitet, und die individuellen Gestaltungsmöglichkeiten, die er mir in den Projekten gab, bedanke ich mich ganz herzlich.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Peter Eyerer für sein Interesse an der Arbeit und für die Übernahme des Mitberichts. Bei seinen Mitarbeitern am Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde an der Universität Stuttgart bedanke ich mich für die Unterstützung bei der Implementierung und Anwendung des Softwaresystems GaBi.

Meinen Kollegen und Kolleginnen aus dem Bereich Management Research als auch aus den anderen Forschungsbereichen, die mit mir gearbeitet haben, danke ich für die sehr freundschaftliche Zusammenarbeit. Die ständige Bereitschaft sich gegenseitig mit Rat und praktischer Hilfe zu unterstützen, war für die Erstellung der Arbeit eine sehr große Hilfe. Hervorheben möchte ich Christoph von Mühlendahl. Seine Fachhinweise und intensiv geführten Diskussionen über den Inhalt der Arbeit waren mir eine wertvolle Unterstützung. Ebenso danke ich Tobias Maschler und Michael Weiß, die durch ihre unermüdliche Projektarbeit zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Dank auch an die Verbundforschungspartner in den Unternehmen und den Forschungsinstituten für die intensive Zusammenarbeit.

Meiner Mutter Gabriele Winkler, meinem Bruder Florian Winkler und meinem väterlichen Freund Artur Brodhag danke ich besonders für ihre moralische Unterstützung sowie ihr Mitwirken beim Korrekturlesen.

Zur Seite stand mir auch stets meine Freundin Imma Faus Julià. Für ihre Aufmunterung, Begleitung und Verzicht während des Schreibens der Arbeit danke ich ihr von ganzem Herzen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Zusammenfassung	10
Abstract	12
1 Zielsetzung und Vorgehensweise der Arbeit	14
1.1 Zielsetzung.....	14
1.2 Vorgehensweise.....	15
2 Erste Systemanalyse charakteristischer Merkmale der Textilindustrie	18
2.1 Umwelteinwirkungen im Stoffstromsystem von Textilien.....	18
2.2 Organisationsstruktur und Wettbewerbssituation der europäischen Produktionskette Textil.....	21
Teil A: Mikropolitische Sicht nachhaltiger Unternehmensführung.....	25
3 Organisationsbezogenes Umweltmanagement	25
3.1 Einführung	25
3.1.1 Problemstellung	25
3.1.2 Aufgabenstellung und Vorgehensweise	27
3.2 Grundlagen und Lösungsansätze	28
3.2.1 Standards für betriebliche Umweltmanagementsysteme	28
3.2.2 Modellierung betrieblicher Regelungssysteme	31
3.2.3 Methoden und Instrumente zur ökologischen Bewertung von Organisationen.....	35
3.2.3.1 Umweltleistungsbewertung.....	35
3.2.3.2 Umweltaudits.....	37
3.3 Aufbau eines Organisationsmodells für ein hierarchisches Umweltregelungssystem	38
3.3.1 Charakteristische Ergebnisse der ersten Umweltprüfung.....	38
3.3.1.1 Betriebsbilanz.....	38
3.3.1.2 Prozessbilanz.....	39
3.3.1.3 Qualitative Umweltprüfung	40
3.3.2 Struktur des betrieblichen Umweltregelungssystems	41
3.3.2.1 Der Führungsgrößengeber	42
3.3.2.2 Der Regler und das Stellsystem.....	44
3.3.2.3 Das Messsystem	45

3.4	Methoden und Instrumente des betrieblichen Umweltregelungssystems	49
3.4.1	Projektmanagement	49
3.4.2	Interne Audits	49
3.4.3	Umweltkennzahlensystem.....	50
3.4.4	Risikoanalyse und Vorsorgeplanung.....	51
3.4.5	Systemdokumentation.....	52
3.5	Zusammenfassende Bewertung der Infrastruktur für ein betriebliches Umweltregelungssystem	53
4	Produktbezogenes Umweltmanagement	56
4.1	Einführung	56
4.1.1	Problemstellung	57
4.1.2	Aufgabenstellung und Vorgehensweise	59
4.2	Aufgabe 1: Bewertung der Umwelteinwirkungen von textilen Produktsystemen.	61
4.2.1	Aufgabenstellung	62
4.2.2	Grundlagen und Lösungsansätze.....	63
4.2.2.1	Methoden und Instrumente zur ökologischen Bewertung von Produktsystemen....	64
4.2.2.2	Prozessmodelle zur Berechnung von Inputs und Outputs.....	69
4.2.3	Realisierung des Stoffstrommodells.....	71
4.2.3.1	Modellierung der Produktionskette	72
4.2.3.2	Darstellung und Auswertung	75
4.2.4	Bewertung des Stoffstrommodells	81
4.3	Aufgabe 2: Integration von Umwelt- und Gesundheitsschutz in die kooperative Produktentwicklung.....	84
4.3.1	Aufbau eines Organisationsmodells für die kooperative Produktentwicklung.....	85
4.3.1.1	Aufgabenstellung.....	85
4.3.1.2	Lösungsansatz: Virtuelle Integration der Produktentwicklung.....	86
4.3.1.3	Analyse des Innovationsprozesses in den Unternehmen der Textilindustrie	88
4.3.1.4	Struktur des Organisationsmodells für die kooperative Produktentwicklung	92
4.3.2	Aufbau eines Informationssystems für die kooperative Produktentwicklung	94
4.3.2.1	Anforderungen an das Informationssystem	94
4.3.2.2	Lösungsansatz: Informationssysteme des Computer-Supported-Cooperative- Work.....	95
4.3.2.3	Realisierung des Informationssystems.....	97
4.3.3	Bewertung des Organisationsmodells und des Informationssystems für die kooperative Produktentwicklung	105
4.4	Zusammenfassende Bewertung der Infrastruktur für ein produktintegriertes Umweltmanagement	106
Teil B: Makropolitische Sicht nachhaltiger Unternehmensführung		109
5	Branchenbezogenes strategisches Umweltmanagement	109
5.1	Einführung	109
5.1.1	Problemstellung	109

5.1.2	Aufgabenstellung	114
5.1.3	Lösungsansatz: Wissensvermittler und Informationsplattformen	115
5.2	Aufbau eines Organisationsmodells für ein Messsystem im strategischen Umweltmanagement	116
5.3	Aufbau eines Informations- und Kommunikationssystems für das Wissensmanagement.....	119
5.3.1	Übersicht über die Datenbanken.....	119
5.3.2	Aufbau der TEX CHANGE NET Knowledge Base	120
5.3.2.1	Anforderungen an die Datenbank.....	120
5.3.2.2	Realisierung der TEX CHANGE NET Knowledge Base.....	121
5.4	Zusammenfassende Bewertung der Infrastruktur für eine umweltorientierte Strategieentwicklung	125
6	Schlussbetrachtung und Ausblick	128
	Anhang A: Kenngrößen und Verantwortlichkeiten für das Umweltcontrolling in einem Beispielunternehmen.....	131
	Anhang B: Beispiel für ein Prozessmodell des Prozesses Färben	133
	Anhang C: Ausgewählte Ergebnisse der Material- und Energieflussanalyse	135
	Anhang D: Ausgewählte Bildschirmansichten der Musterdatenbank ECO+	138
	Anhang E: Themenliste der TEX CHANGE NET Knowledge Base.....	143
	Literatur	144

Abkürzungsverzeichnis

BAT	Best Available Techniques
BUIS	Betriebliche Umweltinformationssysteme
CENTROCOT	Centro Tessile Cotoniero e Abbigliamento
CSCW	Computer-Supported-Cooperative-Work
DfE	Design for Environment
DIN	Deutsches Institut für Normung
DTI	Danish Technological Institute
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
IAO	Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
IEC	International Electrotechnical Commission
IFP	The Swedish Institute for Fibre and Polymer Research
IKP	Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde
ISO	International Organization for Standardization
ITV	Institut für Textil- und Verfahrenstechnik
LCE	Life-Cycle Engineering
MSR-Technik	Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
Pt	Punkte
QFD	Quality Function Deployment
QM	Qualitätsmanagement
QMB	Qualitätsmanagementbeauftragter
UM	Umweltmanagement
UMB	Umweltmanagementbeauftragter
UML	Unified Modeling Language
UN	United Nations
URL	Uniform Resource Locator
VAWs	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit	16
Abbildung 2: Haupt- und Nebenlinien im Stoffstromsystem von Textilien	19
Abbildung 3: Modell der textilen Produktionskette	23
Abbildung 4: Nutzenpotenziale und Handlungsbedarfe von Umweltmanagementsystemen (nach Dyllick, Hamschmidt).....	26
Abbildung 5: Elemente eines Umweltmanagementsystems nach ISO 14001 (Die Nummern verweisen auf die Kapitel der ISO 14001).....	29
Abbildung 6: Modell der Managementaufgabe als mehrstufiges, hierarchisches Regelungssystem aus der Perspektive der Aufgabenkomplexität (nach Fischer), auf dessen Layern (gemäß Mühlendahl) organisationsentwickelnde, prozessorientierte sowie phasenübergreifende Regelkreise angeordnet sind.	32
Abbildung 7: Darstellung des Produktlebenszyklus als Funktionskette (nach Fischer)	33
Abbildung 8: Grundelement des Planungs- und Koordinationsmodells mit PVK-Tätigkeiten (nach Fischer) ...	34
Abbildung 9: Grundstruktur des Umweltregelungssystems	41
Abbildung 10: Realisierung des Führungsgrößengebers im Umweltregelungssystem.....	43
Abbildung 11: Realisierung des Reglers und des Stellsystems im Umweltregelungssystem	44
Abbildung 12: Realisierung des Messsystems im Umweltregelungssystem	47
Abbildung 13: Eingliederung des betrieblichen Umweltregelungssystems in die Ebenen des mehrstufigen, hierarchischen Regelungssystems	54
Abbildung 14: Zusammenhang zwischen Organisationsmodell und Stoffstrommodell	61
Abbildung 15: Derzeitige Einbindung der Ökobilanz in den Produktlebenszyklus	66
Abbildung 16: Ablauforganisatorische Integration der Ökobilanz in die Produktentwicklung	67
Abbildung 17: Klassifizierung von Bewertungskriterien für Textilien	68
Abbildung 18: Systemgrenze des EU-Umweltzeichens für textile Produkte	69
Abbildung 19: Einflussgrößen auf die Abwasserfracht.....	70
Abbildung 20: Modellierung der Produktionskette.....	72
Abbildung 21: Wasserverbrauch über die Produktionskette für die repräsentativen Produkte und Wasserverbrauch für die Faserproduktion	76
Abbildung 22: Verteilung des Energieverbrauchs auf die Produktionsstufen.....	77
Abbildung 23: ABC-Analyse des Energieverbrauchs in der Produktionsstufe Garnherstellung (Baumwolle).....	79
Abbildung 24: ABC-Analyse des Energieverbrauchs in der Produktionsstufe Garnveredlung	80
Abbildung 25: ABC-Analyse des Energieverbrauchs in der Produktionsstufe Flächenherstellung	80
Abbildung 26: ABC-Analyse des Energieverbrauchs in der Produktionsstufe Flächenveredlung für die Veredlung eines Lyocell Gewebes.....	81
Abbildung 27: Bereiche, in denen die Systeme GaBi und Excel Unterstützung leisten	82
Abbildung 28: Einflussfaktoren für die Gestaltung von virtuellen Projektgruppen (nach Boutellier, Gassmann und von Zedtwitz).....	88
Abbildung 29: Organisationsmodell für die gemeinsame, kooperative Produktentwicklung.....	93
Abbildung 30: Zusammenhang zwischen Strukturiertheit der Prozesse und ihrer Unterstützung durch CSCW-Systeme (nach Fochler, Perc und Ungermann).....	96
Abbildung 31: Strukturmodell der Musterdatenbank ECO+	98
Abbildung 32: Klassenhierarchie für Muster	99
Abbildung 33: Beziehungen zwischen Musterklassen	99

Abbildung 34: Klassifizierungssystem für die Klasse Fluss	100
Abbildung 35: Klassifizierungssystem für die Klasse Indikator	101
Abbildung 36: Integration der Musterdatenbank ECO+ in den Ablauf der kooperativen Produktentwicklung am Beispiel der Spinnerei als Projektinitiator.....	102
Abbildung 37: Bildschirmansicht der Bewertung von Farbgarnen nach Flussindikatoren in der Musterdatenbank ECO+	104
Abbildung 38: Einbindung der kooperativen Produktentwicklung in die Ebenen des mehrstufigen, hierarchischen Regelungssystems	107
Abbildung 39: Prozessschritte auf der Ebene der Strategieentwicklung und Beispiele für unterstützende Methoden	111
Abbildung 40: Modell für das überbetriebliche Umweltmanagement mit dezentralem Lenkungsansatz.....	113
Abbildung 41: Bausteine des Wissensmanagements (nach Probst, Raub und Romhardt)	115
Abbildung 42: Kommunikationswege in TEX CHANGE NET.....	117
Abbildung 43: Arbeitsfelder und ihre Beziehungen in TEX CHANGE NET.....	118
Abbildung 44: Systemgrenzen der Arbeitsfelder von TEX CHANGE NET	118
Abbildung 45: Datenbanken in TEX CHANGE NET	119
Abbildung 46: Struktur der TEX CHANGE NET Knowledge Base	122
Abbildung 47: Felder in der Maske "Document"	123
Abbildung 48: "Topic Map" in der TEX CHANGE NET Knowledge Base	124
Abbildung 49: Bildschirmansicht von der Sicht auf die Dokumente in der TEX CHANGE NET Knowledge Base sortiert nach Themen.....	125
Abbildung 50: Energieverbrauch der Produktionskette für die repräsentativen Produkte	135
Abbildung 51: Energieverbrauch der Unternehmen für die Zwischenprodukte.....	136
Abbildung 52: Vergleich des Energieverbrauchs der Prozesse in der Spinnerei für die Herstellung von 1 kg Farbgarn beige	136
Abbildung 53: Vergleich des Energieverbrauchs der Prozesse in der Organisationseinheit Weberei für die Herstellung von 1kg Bunt- oder Rohgewebe	137
Abbildung 54: Vergleich des Energieverbrauchs der Prozesse in der Organisationseinheit Veredler für das Färben (blau) und Ausrüsten von 1 kg Rohgewebe	137
Abbildung 55: Bildschirmansicht der Übersicht der Ansichten in der "Musterdaten ECO+"	138
Abbildung 56: Bildschirmansicht von Farbgarnen bewertet nach Musterindikatoren	139
Abbildung 57: Bildschirmansicht der Prozessinformationen zum Wasserverbrauch für ein Farbgarn.....	140
Abbildung 58: Bildschirmansicht einer Flussbeschreibung von einem Abwasserfluss.....	141
Abbildung 59: Bildschirmansicht von einem Indikatorordokument.....	142

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Belastungen für Mensch und Umwelt entlang des Produktlebensweges von Textilien.....	20
Tabelle 2:	Beispiel für Prozessbewertung.....	39
Tabelle 3:	Methoden zum Erkennen von Abweichungen.....	46
Tabelle 4:	Infrastruktur für die Integration des Umweltschutzes in das betriebliche Management.....	53
Tabelle 5:	Repräsentative Produkttypen für die Stoffstromanalyse	63
Tabelle 6:	Zwischenprodukte und Prozessschritte in der Organisationseinheit Spinnerei	73
Tabelle 7:	Zwischenprodukte und Prozessschritte in der Organisationseinheit Weberei	73
Tabelle 8:	Zwischenprodukte und Prozessschritte in der Organisationseinheit Veredler.....	74
Tabelle 9:	Vergleich des speziellen Softwaresystems GaBi mit dem allgemeinen Softwaresystem Excel.....	75
Tabelle 10:	Prozentuale Verteilung des Energieverbrauchs über die Produktionskette.....	78
Tabelle 11:	Infrastruktur für die Integration von produktintegriertem Umwelt- und Gesundheitsschutz in das betriebliche Umweltmanagement	106
Tabelle 12:	Infrastruktur für die Integration von Umwelt- und Gesundheitsschutz in die Strategieentwicklung.....	126
Tabelle 13:	Kennzahlensystem in einem Beispielunternehmen in Anlehnung an Freudenberg (1998)	131
Tabelle 14:	Verantwortlichkeiten für das Umweltkennzahlensystem im Beispielunternehmen in Anlehnung an Freudenberg (1998)	132

Zusammenfassung

Spätestens seit der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung, 1992 in Rio de Janeiro, besteht ein gesellschaftlicher Konsens darüber, dass eine intakte Umwelt für das langfristige Überleben der Menschheit notwendig ist. Die Umwelt kann nicht mehr als unbegrenztes (Natur-)Gut betrachtet werden, sondern muss als Basis für den Fortschritt gesehen und in die Planung menschlichen Handelns mit einbezogen werden. Das umwelt- und entwicklungspolitische Leitbild hierfür ist das *Sustainable Development*, wofür in der Übersetzung der Begriff "nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung" verwendet wird.

Die Integration dieses Leitbildes in die Unternehmenstätigkeiten wird als *nachhaltige Unternehmensführung* bezeichnet. Übergeordnete Zielsetzung ist es, Bedürfnisse der Kunden mit Produkten und Dienstleistungen zu erfüllen, die über ihren Produktlebensweg möglichst geringe Umwelteinwirkungen verursachen. Wesentliche Voraussetzung für die Erreichung dieses Zieles ist die Fähigkeit zu produktions- und produktintegrierten *Innovationen*, die sich auf den Herstellungsprozess des Produktes und auf die Gestaltung des Produktes selbst beziehen. Innovationsfähigkeit stellt für Unternehmen zudem einen Schlüsselfaktor für den langfristigen Unternehmenserfolg dar.

In der Arbeit werden *Bausteine einer Infrastruktur* entwickelt, die Unternehmen der textilen Produktionskette bei der Umsetzung einer nachhaltigen Unternehmensführung unterstützen. Zur Entwicklung und Beschreibung der Infrastruktur werden Konzepte und Methoden der Wirtschaftskybernetik angewendet. Das Management wird als ein *mehrstufiges, hierarchisches Regelungssystem* modelliert. Für dessen Stufen Strategieentwicklung, Strukturmanagement und Prozessmanagement wird jeweils ein Baustein der Infrastruktur entwickelt. Jeder Baustein der Infrastruktur wird als ein System modelliert, das sich aus den Elementen (organisatorisches) Konzept, Methodik und Technologie zusammensetzt.

Um insbesondere die Wechselbeziehungen zwischen diesen Elementen zu berücksichtigen und die Bausteine zu einem konsistenten Gesamtsystem zusammenführen zu können, wurden die Bausteine im Rahmen von drei Forschungsprojekten zusammen mit Industrieunternehmen und Forschungsinstituten schrittweise entwickelt. Aus der Analyse des ersten Bausteins wurden die Anforderungen für die zwei weiteren Bausteine der Infrastruktur abgeleitet. Ausgehend von praktischen Problemstellungen, die sich in der Textilindustrie im Zusammenhang mit dem Umwelt- und Gesundheitsschutz stellen, werden die Bausteine jeweils konzipiert und realisiert. Dabei werden Lösungsansätze vorrangig aus dem betrieblichen und überbetrieblichen Umweltmanagement, aber auch aus dem Bereich von Innovations- und Wissensmanagement aufgegriffen.

Im ersten Teil der Arbeit wird der erste Baustein der Infrastruktur entwickelt. Ausgehend von organisationsbezogenen Problemstellungen im Umweltschutz wird ein (*inner-*)*betriebliches* Umweltregelungssystem realisiert. Die Analyse des Systems ergibt, dass das System im wesentlichen die Stufe des *Strukturmanagements* unterstützt, indem es Mess-, Stell- und Reglersysteme im Unternehmen etabliert, mit denen die operativen Prozesse im Wertschöpfungsprozess unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit gestaltet werden können.

Im zweiten Teil wird auf der Stufe des *Prozessmanagements* als weiterer Baustein der Infrastruktur eine kooperative Produktentwicklung *zwischen* Unternehmen der textilen Produktionskette realisiert, die auf dem Konzept der virtuellen Integration aufbaut. Die Ökobilanzmethodik wird als Messsystem integriert, um die Produkte bereits in der frühen Phase des Innovationsprozesses hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit bewerten zu können. Es wird ein Groupware-System entwickelt, das neben der Koordination des gemeinsamen Entwicklungsprozesses auch den Prozess der Datenermittlung und die Dokumentation der Produkt- und Prozessdaten vornimmt. Mit Hilfe des Systems kann auch der Prozess der Datenermittlung für die Ökobilanz unterstützt werden.

Im dritten Teil wird als abschließender Baustein der Infrastruktur ein Netzwerk von Forschungsinstituten realisiert, das Unternehmen auf der Stufe der *Strategieentwicklung* unterstützt. Das Netzwerk stellt den Unternehmen über verschiedene Informationskanäle gebündelte Informationen zur Verfügung, die es ihnen ermöglichen, Trends in der umweltpolitischen und umwelttechnologischen Unternehmensumwelt abzuschätzen, hiermit eigene Stärken und Schwächen zu bewerten und als Ausgangsbasis für eine Strategieentwicklung zu nutzen. Darüber hinaus stellt das Netzwerk für staatliche Lenkungssysteme Informationen über die Textilindustrie bereit, die sie bei der Entwicklung von umweltpolitischen Zielen und Instrumenten unterstützen. Insgesamt wird durch das Netzwerk ein Beitrag geleistet, um einen stärkeren *überbetrieblichen* Dialog zwischen den Akteuren in der Politik, der Industrie und der Forschung zu fördern, der Voraussetzung für das Konzept der Umweltzielvereinbarungen ist.

Abstract

At least since the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 1992, there exists a social consensus regarding the fact that an intact environment is required for the long-term survival of mankind. Accordingly, environment can no longer be regarded as unlimited goods, but has to be considered as the basis for progress, and must therefore play an important role at the planning of all human activities. Sustainable Development is the leading concept for ecological, social and development policies.

The integration of Sustainable Development into industrial activities is called Sustainable Management. The overall objective is to fulfil customers' needs with products and services, whose environmental impacts emerging during their life cycles, are as little as possible. The ability to create production and product-integrated innovations appears to be the core prerequisite to reach this aim. These innovations are related to the production process and design of the product. In addition, the ability for innovation is a key factor for long-term entrepreneurial success.

In the present thesis components of an infrastructure are developed which support enterprises from the textile value added chain in their efforts to realise methods of Sustainable Management. For the development of this infrastructure, concepts and methods from economic cybernetics are applied. Sustainable Management is modelled as a multi-layer hierarchical control system. For each of its layers one infrastructure component is developed: strategy development, structure management and process management. Each infrastructure component is designed as a system comprising three elements: organisational concept, methodology and technology.

In order to consider interrelations between the elements of a component, and with the aim to combine the components building a consistent control system, the components have been developed step by step in three research projects together with industrial partners and research institutes.

The analysis of the results for the first component yielded the specific requirements for the two other infrastructure components. Each infrastructure component has been developed and realised based on practical problems in the context of environmental and health protection. Proposals for possible solutions coming from the fields of organisational and inter-organisational environmental management as well as from innovation and Knowledge Management have been considered and integrated into the present elaboration.

In the first part, the infrastructure for an organisational environmental control system is realised on the basis of organisational problems in the field of environmental protection. The analysis of the system results in the insight that the system significantly supports the layer of structure management by establishing measurement, actuator and control systems in a given enterprise. With the help of these systems, operational processes inside the value added process of a stated enterprise can be designed appropriately, embracing criteria for sustainability.

In the second part, on the process management layer, the infrastructure for co-operative product development between companies of the textile value added chain is implemented based on the concept of Virtual Integration. The Life Cycle Assessment methodology is integrated as a measuring system enabling the companies to evaluate their development output, while considering sustainability aspects already at an early stage of the innovation process. A groupware system is developed which supports both co-ordination of the common product development process and determination and documentation of product and process data. The groupware system can also support the determination of data required for a life cycle inventory analysis.

In the third part, the infrastructure for the network of research institutes is implemented in order to support enterprises in the strategy development layer. The network provides enterprises with packed information via different information channels, which enables the managers to recognise trends in the technological and environmental-political environment of their company and to assess the strengths and weaknesses as a starting point for strategy development. Moreover, this network supports policy makers with information about textile industry required to define environmental policy targets and develop policy measures and instruments. Considering these two aspects, the network encourages a stronger dialogue between political and industrial actors, which is a crucial prerequisite for environmental agreements.

1 Zielsetzung und Vorgehensweise der Arbeit

1.1 Zielsetzung

Angesichts der globalen Umweltprobleme wird an Unternehmen immer stärker die Forderung nach einer nachhaltigen Unternehmensführung gerichtet. Umweltpolitisches Leitbild hierfür ist das *Sustainable Development*. Die Bedeutung des Begriffs wurde durch die Brundtland Kommission 1987 näher definiert als eine dauerhafte Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generationen entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen¹. Es handelt sich dabei um ein umwelt- und entwicklungspolitisches Konzept, das die wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Ziele in ihrem wechselseitigen Zusammenhang zu sehen versucht.

Als konkrete Zielsetzung für *industriell produzierende Unternehmen* leitet sich aus dem Leitbild die Forderung nach einer *effizienten Nutzung der Ressourcen bei den Produktionsprozessen* und nach der *Gestaltung von umweltfreundlichen Produkten*, die über den gesamten Produktlebensweg, d.h. bei der Herstellung, bei der Nutzung und bei der Entsorgung möglichst geringe Umweltbelastungen erzeugen, ab². Die Einbindung dieser Zielsetzung in die betriebliche Praxis wird auch als *nachhaltige Unternehmensführung* bezeichnet.

Einen technischen Ansatz zur Erreichung dieser Zielsetzung stellt der *integrierte Umweltschutz* dar. Er umfasst alle technischen Maßnahmen und Methoden, die auf diese Zielsetzung gerichtet sind. Je nach Ansatzpunkt werden die Maßnahmen des integrierten Umweltschutzes in *produktintegrierte* und in *produktionsintegrierte* Maßnahmen unterteilt³.

Integrierte Umweltschutzmaßnahmen resultieren aus *Innovationen*. Für die Umsetzung einer nachhaltigen Unternehmensführung werden insbesondere *radikale Innovationen* gefordert⁴. Diese zu fördern und umzusetzen ist eine *Managementaufgabe*. Die Entwicklung von radikalen Innovationen ist mit einem hohen unternehmerischen Risiko verbunden. Gleichzeitig

¹ Die Vereinten Nationen beauftragten 1983 eine „Weltkommission für Umwelt und Entwicklung“, die von Gro Harlem Brundtland und M. Khalid geleitet wurde. Die Kommission und der Abschlußbericht wurden später nach ihrer Vorsitzenden benannt. Vgl. Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (1987)

² Das United Nations Environmental Programme (UNEP) betitelt diese Zielsetzung mit „Cleaner Production“. Der World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), der 1995 aus dem Zusammenschluss der World Industry Council for the Environment (WICE), der dem International Chamber of Commerce angegliedert war, und dem Business Council for Sustainable Development (BCSD) entstand, definierte hierfür den Begriff der „Öko-Effizienz“: „...die Beschaffung wettbewerbsfähiger Güter und Dienstleistungen, die menschliche Bedürfnisse befriedigen und die Lebensqualität erhöhen. Gleichzeitig sind während ihres gesamten Lebenszyklus die ökologischen Auswirkungen und die Ressourcenintensität der Produkte soweit verringert, dass eine Mindestübereinstimmung besteht mit der geschätzten Belastbarkeit der Erde.“ Der Begriff Effizienz verdeutlicht, dass neben dem Schutz der Umwelt gleichzeitig auch ökonomische Wertschöpfung erzielt werden soll, vgl. Fussler (1999), S119-129.

³ Für eine Sammlung von produktions- und produktintegrierten Maßnahmen vgl. z.B. Brauer (1996).

⁴ Vgl. z.B. Fussler (1999), S. 9

müssen daher von politischer Seite in Kooperation mit der Wirtschaft Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die Fähigkeit zu nachhaltigen Innovationen fördern⁵.

Die Textilindustrie stellt einen Industriesektor dar, der durch hohe Material- und Energieumsätze gekennzeichnet ist. Dies wird zum einen dadurch verursacht, dass insbesondere Bekleidungstextilien zu einem zentralen Bedürfnisfeld der Gesellschaft gehören, das sehr stark der Mode unterworfen ist, was eine relative *Kurzlebigkeit der Textilien* zur Folge hat. Zum andern weisen die Produktionsprozesse zur Herstellung einer funktionellen Einheit einen relativ *hohen Stoff- und Energieumsatz* auf. Eine nachhaltige Unternehmensführung mit der Fähigkeit zu Innovationen im produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutz ist somit langfristig ein Erfolgsfaktor für Unternehmen der Textilindustrie.

Für die Managementaufgabe einer nachhaltigen Unternehmensführung wurden von verschiedenen Bereichen bereits Ansätze entwickelt. Die Ansätze lassen sich unterteilen in organisatorische Konzepte, Methoden und Technologien. Als Beispiele für organisatorische Konzepte sind die standardisierten Umweltmanagementsysteme nach EMAS und ISO 14001 und neue Kooperations- und Kommunikationsformen von Unternehmen entlang des Produktlebensweges sowie zwischen Wirtschaft und Staat zu nennen. Beispiele für Methoden sind die Umweltleistungsbewertung oder die Ökobilanz. Im Bereich der Informationstechnik wurden unterstützende Werkzeuge entwickelt, die unter dem Begriff *Betriebliche Umweltinformationssysteme*, abgekürzt BUIS, zusammengefasst werden.

Was jedoch fehlt, ist eine Zusammenführung dieser Ansätze zu einem *integrierten Gesamtsystem für Unternehmen der Textilindustrie*. Fischer fasst dieses notwendige kohärente Zusammenwirken von (organisatorischer) Konzeption, Methodik und Technologie, insbesondere der Informations- und Kommunikationstechnologie, unter dem Begriff *Infrastruktur für das Management* zusammen⁶. Im Folgenden wird der Begriff Infrastruktur in diesem Sinne verwendet.

Zielsetzung dieser Arbeit ist es daher, eine Management-Infrastruktur als kybernetisches Modell in Form eines komplexen hierarchischen Regelungssystems zu realisieren. Dabei sollen nicht gänzlich neue Methoden und Technologien entwickelt werden. Vielmehr soll aufgezeigt werden, wie die bestehenden Ansätze, unter Umständen modifiziert, zusammen mit organisatorischen Konzepten zu einer *Management-Infrastruktur für eine nachhaltige Unternehmensführung in der Textilindustrie* zusammengeführt werden können.

1.2 Vorgehensweise

Abbildung 1 skizziert die Vorgehensweise der Arbeit.

Bei der Entwicklung und Beschreibung der Infrastruktur werden Konzepte und Methoden der Wirtschaftskybernetik angewendet. Die Managementaufgabe wird als kybernetische Regelungs- und Steuerungsaufgabe verstanden.

⁵ Vgl. *Enquete Kommission (1994)*, S. 64-72

⁶ Vgl. *Fischer (1999)*, S. 44

In Kapitel 2 werden charakteristische Merkmale der Textilindustrie hinsichtlich ihrer Organisationsstruktur und ihrer Umwelteinwirkungen beschrieben. Diese erste Systemanalyse dient dazu, das Problemfeld einzugrenzen, die Systemgrenzen der Arbeit darzulegen sowie ein erstes Regelungsmodell der textilen Produktionskette zu entwickeln, an dem die weitere Aufteilung der Aufgabenstellung in Teilaufgaben dargestellt werden kann.

Im Anschluss daran wird schrittweise die Management-Infrastruktur für eine nachhaltige Unternehmensführung realisiert. Dazu werden *Bausteine* der Management-Infrastruktur entwickelt. Jeder dieser Bausteine enthält wiederum die Elemente Konzeption, Methodik und Technologie, bildet also für sich genommen eine eigenständige Infrastruktur. Zusammengenommen fügen sich die Bausteine zu der Management-Infrastruktur für eine nachhaltige Unternehmensführung in der Textilindustrie zusammen.

Um einen engen Bezug zu den Problemstellungen in der Praxis herzustellen, wurden für den Aufbau der Bausteine drei Forschungsansätze zusammen mit Industrieunternehmen und Forschungsinstituten verfolgt. In den zugehörigen Forschungsprojekten wurden jeweils an den praktischen Problemstellungen, die sich in Textilunternehmen im Zusammenhang mit dem Umwelt- und Gesundheitsschutz stellen, konkrete Anforderungen an die Bausteine der Infrastruktur abgeleitet. Ausgehend von bestehenden Konzepten wurde dann jeweils ein für die Textilindustrie angepasster Baustein entwickelt. Hinsichtlich der Betrachtungsweise können die Forschungsansätze unterteilt werden in eine mikropolitische Sicht sowie in eine makropolitische Sicht.

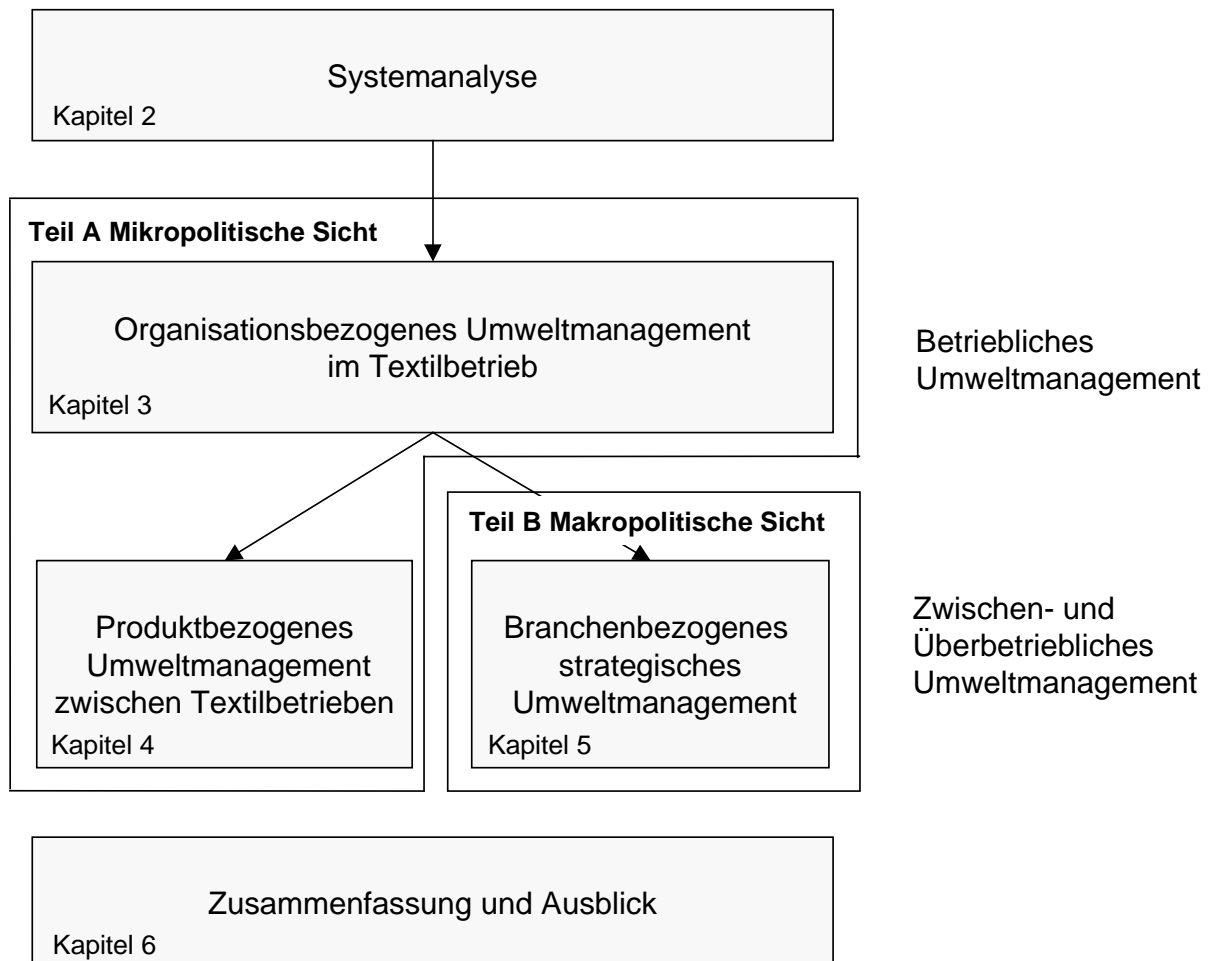


Abbildung 1: Aufbau der Arbeit

In Kapitel 3 wird über den ersten Forschungsansatz berichtet. Forschungsgegenstand war das *organisationsbezogene Umweltmanagement*. Die Aufgabenstellung bestand darin, eine Infrastruktur für das betriebliche Umweltmanagementsystem von Textilunternehmen zu entwickeln. Das Umweltmanagementsystem wurde als ein Umweltregelungssystem realisiert. Es bildet den ersten Baustein der Infrastruktur. Das betriebliche Umweltregelungssystem wurde daraufhin untersucht, in welchen Bereichen Bedarfe an Informationen aus unternehmensexternen Bereichen bestehen, um eine nachhaltige Unternehmensführung zu ermöglichen. Es wurden zwei Bereiche ermittelt: Dies sind zum einen der Bereich des produktintegrierten Umweltschutzes und zum anderen der Bereich der Strategieentwicklung.

Im Rahmen von zwei weiteren Forschungsprojekten wurde daraufhin untersucht, wie der erste Baustein der Infrastruktur durch weitere Bausteine ergänzt werden kann, um die benötigten Informationen bereitzustellen. Es wurden zwei Bausteine einer Infrastruktur in prototypischer Form entwickelt, die jeweils im *zwischenbetrieblichen* bzw. *überbetrieblichen Umweltmanagement* angeordnet sind.

In Kapitel 4 wird dementsprechend als Baustein eine Infrastruktur für die kooperative Produktentwicklung zwischen Unternehmen der textilen Produktionskette vorgestellt. Hierdurch sollen Innovationen im Bereich des *produktintegrierten Umweltschutzes* gefördert werden.

In Kapitel 5 wird schließlich eine Infrastruktur zur Bereitstellung von unternehmensexternen Informationen für die *Strategieentwicklung* durch ein Netzwerk von Forschungsinstituten beschrieben.

Im abschließenden Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und ein Ausblick auf die mögliche Weiterentwicklung der Management-Infrastruktur gegeben.

2 Erste Systemanalyse charakteristischer Merkmale der Textilindustrie

Zum Aufbau einer Management-Infrastruktur für eine nachhaltige Unternehmensführung wird ein kybernetischer Ansatz verfolgt. Die Management-Infrastruktur setzt sich zusammen aus einzelnen Bausteinen, die schrittweise entwickelt werden.

Nachfolgend wird zunächst eine erste *Systemanalyse* der Textilindustrie als Ganzes vorgenommen. Diese Systemanalyse dient dazu, ein grobes Systemverständnis hinsichtlich der zuvor beschriebenen Zielsetzung zu entwickeln, das nötig ist, um die Systemgrenzen abzugrenzen und die Teilsysteme für die Forschungsansätze bilden zu können. Die Systemanalyse beinhaltet zwei Aspekte.

In Abschnitt 2.1 wird die Textilindustrie zunächst in Hinsicht auf ihr *Stoffstromsystem* und die damit verbundenen Umwelteinwirkungen analysiert.

Abschnitt 2.2 untersucht sodann die *Organisationsstruktur* und die *Wettbewerbssituation* der europäischen Textilindustrie.

Dabei wird zum einen die Struktur zwischen Unternehmen der Textilindustrie betrachtet und zum anderen die Struktur innerhalb eines Textilunternehmens. Die Analyse mündet in ein erstes Regelungsmodell der Textilindustrie, an dem sich die weitere Strukturierung der Arbeit darstellen lässt.

2.1 Umwelteinwirkungen im Stoffstromsystem von Textilien

Die Umwelteinwirkungen resultieren aus Stoffströmen, die zwischen der natürlichen Umwelt (Öko-System) und einem vom Menschen geschaffenen System ausgetauscht werden. Die Stoffströme wiederum resultieren aus dem Ressourcen- und Energieverbrauch auf der einen Seite und der Erzeugung von Abfällen und von Emissionen ins Wasser und in die Luft auf der anderen Seite. Bei wirtschaftlichen Systemen bilden die Stoffströme komplexe Stoffstromsysteme. Um diese zu beschreiben, werden sogenannte Stoffstrommodelle verwendet.

Das mit Textilien verbundene Stoffstromsystem kann vereinfacht, wie in Abbildung 2 skizziert, aus einer Hauptlinie, an der sich mehrere Nebenlinien anschließen, modelliert werden.

Die Hauptlinie wird durch den Stoffstrom, an dem die textile Faser direkt beteiligt ist, gebildet. Sie beinhaltet die Stufen Faserherstellung⁷, Garnherstellung, Flächenherstellung, Textilveredlung, Konfektion, Nutzung und Entsorgung. Dieser Stoffstrom wird auch als *Produktlebensweg* bezeichnet.

Die textilspezifischen Umweltbelastungen entlang des Produktlebensweges - man spricht in diesem Zusammenhang auch von Textilökologie - werden grob in die drei Dimensionen Pro-

⁷ Im Ausnahmefall der natürlichen und der künstlichen Filamente wird bereits die Faser als Garn betrachtet, das ggf. noch weiterbehandelt (z.B. gefärbt oder texturiert) wird.

duktionsökologie, Humanökologie und Entsorgungsökologie aufgespaltet⁸. Die Humanökologie ist dabei streng genommen eher dem Verbraucherschutz zuzuordnen als dem Umweltschutz. In Verbindung mit der Produktionsökologie wird neben den Umwelteinwirkungen auch oft der Arbeitsschutz betrachtet.

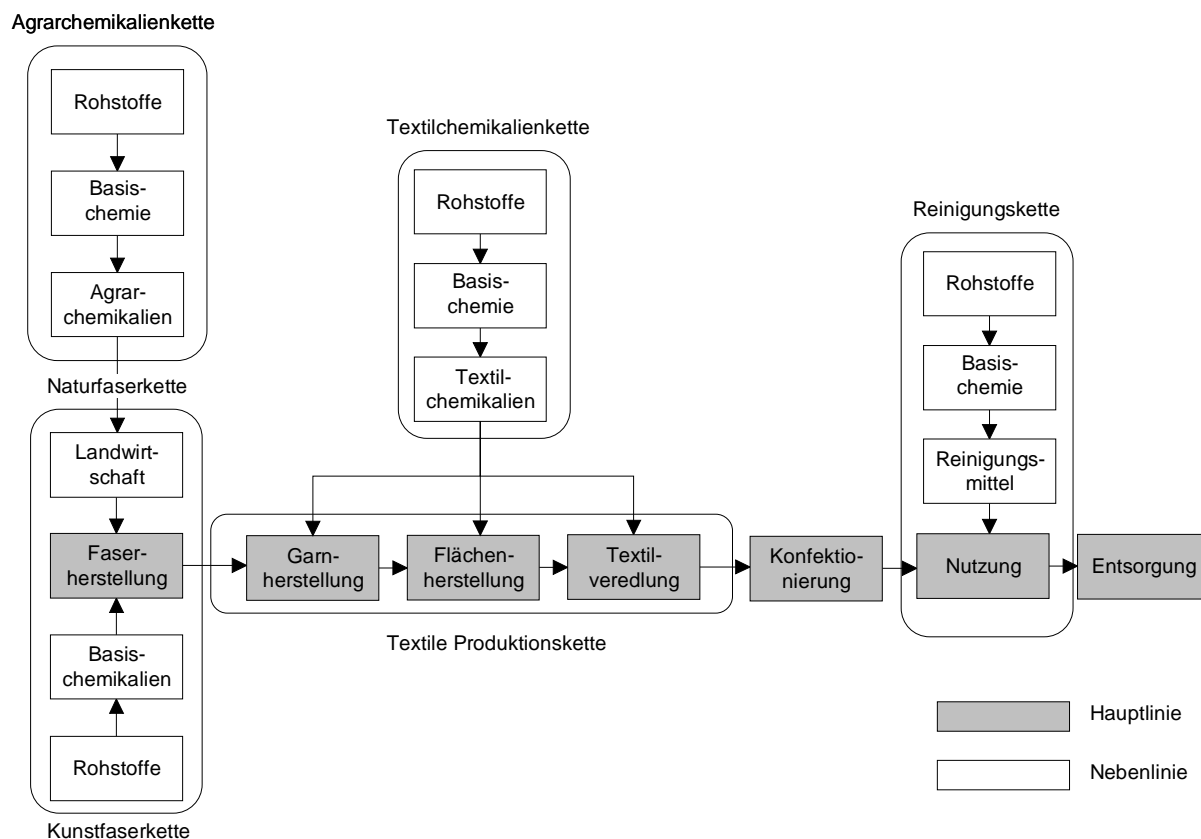


Abbildung 2: Haupt- und Nebenlinien im Stoffstromsystem von Textilien⁹

Die Einwirkungen auf Umwelt und Mensch in den einzelnen Stufen des Produktlebensweges wurden in verschiedenen Studien ausführlich untersucht¹⁰. Eine Quantifizierung der Belastungen ist in nur in sehr großen Spannbreiten möglich. In der Tabelle 1 werden die primären Umweltbelastungen sowie möglichen Gefährdungen des Menschen auf den jeweiligen Stufen zusammengefasst.

⁸ Zur Einteilung der Textilökologie vgl. Hasselmann (1996), S. 72-76

⁹ In Anlehnung an Enquete Kommission (1994), S. 117

¹⁰ Vgl. Enquete Kommission (1994), S. 101-158 und Ellebæk u.a. (1997)

Stufe im Produktlebensweg	Primäre Umweltbelastungen	Gefährdungen für den Menschen (Arbeiter / Verbraucher)
Primärproduktion Naturfasern	<ul style="list-style-type: none"> • Landschaftsverbrauch durch Naturfaseranbau • Einsatz von Insektiziden, Herbiziden und Entlaubungsmitteln • Einsatz von Konservierungsmitteln bei Transport und Lagerung von Naturfasern • Hoher Wasserbedarf mit ökologisch negativen Folgen • Düngemiteleinsetz (Nitrifizierung des Bodens) • Einsatz nicht-erneuerbarer Ressourcen für Transporte und für die Synthese der verwendeten Einsatzstoffe (Düngemittel, Pestizide) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergiftungen durch Insektizide, Herbizide
Primärproduktion Chemiefasern	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz nicht regenerativer Ressourcen als Rohstoff sowie für die Erzeugung von Prozesswärme • Emissionen bei der Herstellung synthetischer Fasern • Einsatz von z.T. schwermetallhaltigen Katalysatoren • Abwasserbelastung bei der Produktion der Chemiefasern • Bildung von Neben- und Koppelprodukten 	
Produktion von Garnen, Flächengebilden, Konfektionierten Textilien	<ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf beim Spinnen und Weben bzw. Stricken • Einsatz von Hilfsmitteln, die in nachfolgenden Verarbeitungsschritten zu Emissionen führen • Staub- und Lärmbelastungen • Textile Abfälle 	<ul style="list-style-type: none"> • Lärmbelastung (Spinnerei, Weberei) • Allergien durch feine Stäube
Veredlung	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz großer Mengen an Textilhilfs- und Ausrüstungschemikalien • Emissionen in Wasser und Luft • Energieverbrauch • Wasserbedarf • Klärschlammanfall bei der Abwasserbehandlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Gesundheitsgefährdung durch unsachgemäßes Bleichen und Färben
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen • CO₂ Emissionen (Treibhauseffekt) 	
Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Wasch- und Reinigungsmitteln • Verteilung ökologisch relevanter Stoffe durch Auswaschung (diffuser Eintrag in das Abwasser) • Einsatz ökotoxischer Stoffe bei der chemischen Reinigung • hoher Energieeinsatz für die Bekleidungspflege (Waschen, Trocknen, Bügeln) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mögliche humantoxikologische Wirkung der Textilchemikalien und Waschmittel auf die Verbraucher
Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Beanspruchung von Deponieraum • Emissionen bei Müllverbrennung und Deponie 	

Tabelle 1: Belastungen für Mensch und Umwelt entlang des Produktlebensweges von Textilien

Die Systemgrenze für die vorliegende Arbeit bildet die textile Produktionskette. Die textile Produktionskette ist ein Ausschnitt des textilen Produktlebensweges zwischen der Faserherstellung und Nutzung. Sie lässt sich weiter unterteilen in die sogenannten textilen Hauptstufen Garnherstellung, Flächenherstellung und Veredlung. Jede dieser Hauptstufen setzt sich wiederum aus einer Vielzahl von Prozessschritten zusammen. Dies ist die stoffstrombezogene Systemgrenze. Eine weitere Systemgrenze bildet die geografische Abgrenzung. In dieser Arbeit werden Unternehmen der textilen Produktionskette betrachtet, deren Standorte sich in Mitgliedsländern der EU befinden. Im folgenden Abschnitt werden charakteristische Merkmale der Organisationsstruktur sowie der Wettbewerbssituation dieser Unternehmen beschrieben.

2.2 Organisationsstruktur und Wettbewerbssituation der europäischen Produktionskette Textil

Die Enquete Kommission¹¹ sieht die Akteure, welche die Stoffströme gezielt beeinflussen, in erster Linie in der Wirtschaft und im Staat¹². Neben diesen beiden wesentlichen Akteursgruppen gibt es die Gruppe der sonstigen Akteure, die das Stoffstrommanagement der ersten beiden Gruppen zu beeinflussen versuchen. Hierzu werden Verbraucherorganisationen, Umweltverbände und Normungsgremien gerechnet. Weitere Anspruchsgruppen wie z.B. einzelne Verbraucher werden nicht zu den Akteuren des Stoffstrommanagements gezählt, da sie zwar durch ihr Handeln Stoffströme beeinflussen, sie aber nicht im Sinne der Definition zielgerichtet lenken.

Die textile Produktionskette in Europa ist durch mittelständische Unternehmen mit einer Belegschaft zwischen 200 und 600 Mitarbeitern gekennzeichnet. Diese Unternehmen sind zumeist auf bestimmte textile Hauptprozessstufen spezialisiert. Sogenannte vollstufige Textilunternehmen, welche die gesamte Produktionskette abdecken, sind selten. Die textile *Produktionskette* ist daher durch eine hohe *Vernetztheit* und eine hohe *Dynamik* gekennzeichnet, da jedes Unternehmen auf einer textilen Stufe im allgemeinen sowohl mehrerer Lieferanten als auch Kunden besitzt, die zudem oft *global* verteilt sind¹³.

Diese globale Verteilung der Produktionskette ist auch verbunden mit einem globalen Wettbewerb. Unternehmen der europäischen Textilindustrie konkurrieren mit Unternehmen aus Ländern mit geringerem Lohnniveau sowie geringen Umwelt- und Sozialstandards. Trotz der bereits allgemein anerkannten Notwendigkeit zum Umweltschutz stellen umweltfreundlich produzierte Textilien noch kein entscheidendes Kaufkriterium für einen Großteil der europäischen Konsumenten dar. Der Faktor Umweltschutz alleine ist somit für die europäische Textilindustrie auf dem Massenmarkt zur Zeit kein entscheidender Wettbewerbsfaktor, der sie gegenüber Billigimporten aus Niedriglohnländern schützt. Teilweise kostenintensive Umweltauflagen verschärfen sogar die Wettbewerbsverzerrungen. Einen Nutzen für diese Bran-

¹¹ Vgl. *Enquete Kommission (1994)*, S. 547ff

¹² *Der Begriff Staat wird auch für Staatengemeinschaften verwendet. Vgl. Friege (1998)*, S. 3

¹³ *Eine detaillierte Charakterisierung der Textil- und Bekleidungskette aus der Sicht des Stoffstromsystems findet sich in de Man (1996)*, S. 63-64.

che birgt der Umweltschutz daher nur, wenn der Aufwand hierfür mit einer Erhöhung der Produktqualität, einer Steigerung der Mitarbeiterqualität sowie einer besseren Reaktion auf Kundenwünsche verbunden ist¹⁴. Umweltmanagement in der Textilindustrie darf daher nicht isoliert betrachtet, sondern muss in die betrieblichen Abläufe *integriert* werden.

Innerhalb der Unternehmen ist eine funktionsorientierte Aufbauorganisation mit Abteilungen wie Vertrieb, Entwicklung und Produktion usw. typisch. Die Produktion ist zumeist als Werkstattfertigung organisiert, bei der funktionsähnliche Fertigungseinrichtungen räumlich und organisatorisch zusammengefasst werden. Feste Transportbeziehungen zwischen den Fertigungseinrichtungen fehlen in der Regel. Der Materialfluss zwischen den Fertigungseinrichtungen sowie die Einstellungen an den Fertigungseinrichtungen werden auftragsbezogen über Fertigungspapiere gesteuert. Üblich ist ein breites und häufig wechselndes Artikelspektrum, das in (Klein-)Serienfertigung produziert wird. Insbesondere bei modischen Textilien wird ein Artikel oftmals nicht über ein Jahr hinaus produziert.

In der Produktion selbst werden hauptsächlich chemisch-verfahrenstechnische und mechanisch-verfahrenstechnische Prozesse eingesetzt. Die Produkte und die mit ihrer Produktion verbundenen Ressourcenverbräuche und Emissionen einer textilen Hauptstufe entstehen durch eine Abfolge von ungefähr 10-20 Prozessschritten, die zusammengenommen einen produktspezifischen *Verfahrensweg* ergeben. Jeder einzelne *Prozessschritt* wird bestimmt durch die eingesetzte *Anlage*, die verwendeten *Hilfsstoffe* (wie z.B. Textilhilfsmittel, Grundchemikalien, Farbstoffe) und durch die *Prozessparameter* (wie z.B. Flottenverhältnis, Temperatur, Verweilzeit, Druck). Insbesondere bei den Prozessen der Textilveredlung werden *Mehrzweckanlagen* eingesetzt, mit denen sich mehrere verschiedene Prozesse realisieren lassen. Jede Anlage ist gekennzeichnet durch spezifische Verbräuche von Energieträgern (wie z.B. Strom, Gas, Prozesswasser) und Betriebstoffen (z.B. Öle und Fette) sowie Emissionen.

Neben diesen direkten Produktionsprozessen sind zudem weitere *unterstützende Prozesse* notwendig, die umweltbelastende Stoff- und Energieströme verursachen. Dies sind Prozesse der Lagerung und des Transports von Roh-, Betriebs- und Hilfsstoffen, Prozesse zur Energieversorgung, Prozesse zur Beheizung bzw. Klimatisierung der Produktionshallen und Verwaltungsgebäude, sowie Prozesse zur Behandlung der „unerwünschten“ Materialströme wie z.B. die zentrale Abwasserbehandlung. Die Inputs und Outputs dieser unterstützenden Prozesse lassen sich jedoch nicht ohne weiteres auf das gewünschte End- bzw. Zwischenprodukt beziehen. Gründe hierfür sind zum einen die Artikelvielfalt sowie der häufige Artikelwechsel in den Unternehmen¹⁵ und zum anderen, dass diese Prozesse unabhängig von den Produktionsprozessen laufen¹⁶.

¹⁴ Vgl. Hasselmann (1996), der die Bedeutung des Umweltschutzes für die deutsche Textil- und Bekleidungsindustrie untersucht.

¹⁵ Bei einer zentralen Abwasserbehandlungsanlage, wie sie bei der Textilveredlung üblich ist, lässt sich z.B. der Abwasserstrom nicht mehr den Prozessschritten zuordnen.

¹⁶ Die Prozesse zur Klimatisierung oder Beheizung der Produktionshallen z.B. sind unabhängig von den gefertigten Produkten.

Für die folgenden Untersuchungen werden die Zusammenhänge in der textilen Produktionskette vereinfacht durch das in Abbildung 3 dargestellte Regelungsmodell modelliert. Das Regelungsmodell besteht aus hierarchisch verschachtelten Regelkreisen in zwei Ebenen.

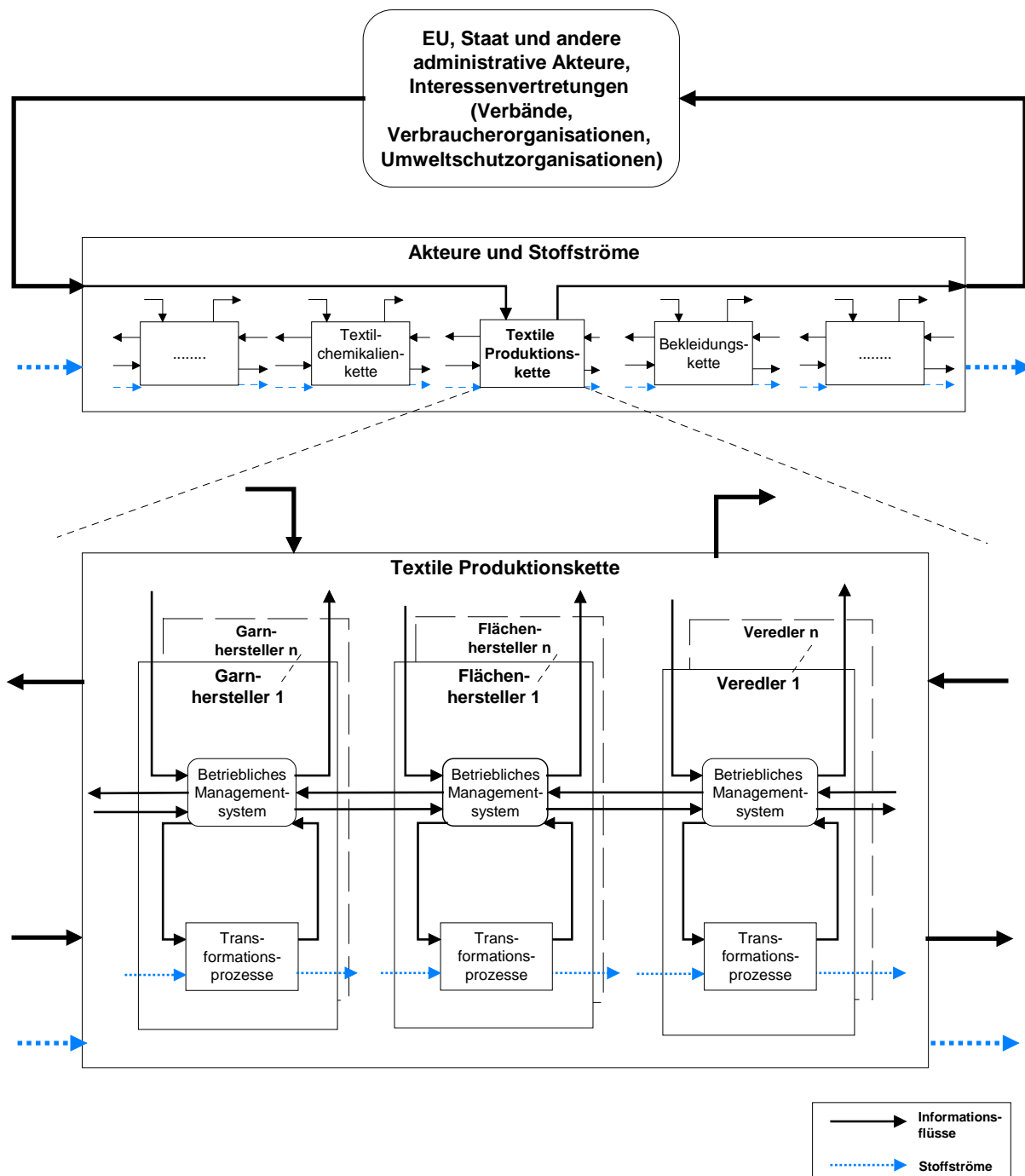


Abbildung 3: Modell der textilen Produktionskette

Staatliche Institutionen setzen zunächst zusammen mit den Interessenvertretungen die politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen für alle Unternehmen der textilen Produktionskette fest. Durch Behörden werden die Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie ihre Wirksamkeit zur Umsetzung der umweltpolitischen Ziele überwacht.

Jedes einzelne Unternehmen lenkt sodann durch sein betriebliches Managementsystem die Transformationsprozesse, an denen letztlich die Stoffströme entstehen. Jedes Management-

system kann somit wiederum als ein eigenständiges Regelungssystem aufgefasst werden. Die Transformationsprozesse im Einflussbereich der Unternehmen bilden die Regelstrecke des betrieblichen Regelungssystems. Zur Beeinflussung des Stoffstromsystems wesentliche Informationsbeziehungen bestehen zum einen zum übergeordneten "staatlichen Regelungssystem" und zum anderen zu den Managementsystemen der Unternehmen entlang des Produktlebensweges.

Im Folgenden wird zunächst untersucht, wie das einzelne Unternehmen ein betriebliches Umweltmanagementsystem in Form eines Regelungssystems gestalten kann. Ausgehend von den Ergebnissen wird dann der Frage nachgegangen, wie die Informationsbeziehungen zu den benachbarten Unternehmen in der Produktionskette sowie zu den übergeordneten staatlichen Akteuren jeweils durch eine geeignete Infrastruktur unterstützt werden können.

Die innerbetrieblichen und zwischenbetrieblichen Informationsbeziehungen können in einer mikropolitischen Sicht untersucht werden. Dies geschieht im folgenden Teil A, Kapitel 3 und Kapitel 4¹⁷.

Die Informationsbeziehungen zu den übergeordneten staatlichen Akteuren bedürfen einer makropolitischen Betrachtung, wie sie in Teil B, Kapitel 5 vorgenommen wird.

¹⁷ Vgl. auch *Abbildung 1*, S. 16

Teil A: Mikropolitische Sicht nachhaltiger Unternehmensführung

3 Organisationsbezogenes Umweltmanagement

Die Systemgrenzen für das in diesem Kapitel untersuchte organisationsbezogene Umweltmanagement bilden die Unternehmensgrenzen. Zielsetzung ist es, eine innerbetriebliche Management-Infrastruktur zu entwickeln, die es Textilunternehmen ermöglicht, Aspekte des Umweltschutzes in das betriebliche Management zu integrieren.

In Abschnitt 3.1 wird zunächst die *Problemstellung* aus der Sicht der Textilbetriebe beschrieben und die *Aufgabenstellung* des Forschungsprojektes, das zur Realisierung der Infrastruktur durchgeführt wurde, dargestellt.

Als Forschungsansatz wird die Realisierung eines *Umweltmanagementsystems* in Form eines mehrstufigen, hierarchischen *Regelungssystems* verfolgt. In Abschnitt 3.2 werden daher aus den Bereichen Umweltmanagement und Wirtschaftskybernetik die hierfür nötigen Grundlagen und Lösungsansätze beschrieben.

In Abschnitt 3.3 wird dann die *Struktur des Umweltregelungssystems*, das in den Textilunternehmen errichtet wurde, beschrieben.

Um die Funktion des Umweltregelungssystems zu gewährleisten, bedarf es geeigneter *Methoden und Instrumente*. Auf diese wird gesondert in Abschnitt 3.4 eingegangen.

Abschließend wird dann in Abschnitt 3.5 die Infrastruktur vor dem Hintergrund der Aufgabenstellung bewertet. Dabei wird insbesondere untersucht, inwieweit die Infrastruktur eine nachhaltige Unternehmensführung unterstützt. Aus der Bewertung werden dann die Bedarfe für ergänzende Bausteine der Management-Infrastruktur abgeleitet.

3.1 Einführung

Im Rahmen dieser Einführung wird zunächst beschrieben, *warum* die systematische Berücksichtigung von Umweltaspekten für Textilunternehmen an Bedeutung gewinnt und welchen Beitrag Umweltmanagementsysteme leisten. Sodann werden die *Aufgabenstellung* und die *Vorgehensweise* des Forschungsprojektes, das zum Aufbau eines Umweltregelungssystems für Unternehmen der textilen Produktionskette durchgeführt wurde, erläutert.

3.1.1 Problemstellung

Aufgrund des wachsenden Umweltbewusstseins wird an die Unternehmen zunehmend die Forderung gerichtet, die von ihren Standorten ausgehenden möglichen und tatsächlichen negativen Umwelteinwirkungen zu minimieren. Diese Forderung kommt von der Öffentlichkeit, dem Gesetzgeber, den Kunden aber auch von den Mitarbeitern der Unternehmen. Dies zeigt

sich vor allem an der Vielzahl von Gesetzen im Umweltrecht¹⁸. In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die Umweltgesetze oft zu negativen Reaktionen in der Wirtschaft führen. Die Wirtschaft klagt über hohe Kosten und die damit verbundene Wettbewerbsverzerrung im internationalen Vergleich, die durch die Umweltgesetzgebung entstehen. Einzelne Unternehmen haben allerdings schon frühzeitig erkannt, dass Umweltschutz nicht nur Kosten bedeuten, sondern dass aktiver Umweltschutz und aktives Umweltmanagement große Chancen sowohl für das Marketing als auch für eine Kostenreduktion im Unternehmen bieten.

Die Einbeziehung des Umweltschutzes in das betriebliche Management gewinnt daher zunehmend an Bedeutung. Die betrieblichen Umweltschutzaktionen müssen *systematisch* geplant, gesteuert, überwacht und kontinuierlich verbessert werden. Dies ist Aufgabe eines betrieblichen Umweltmanagementsystems.

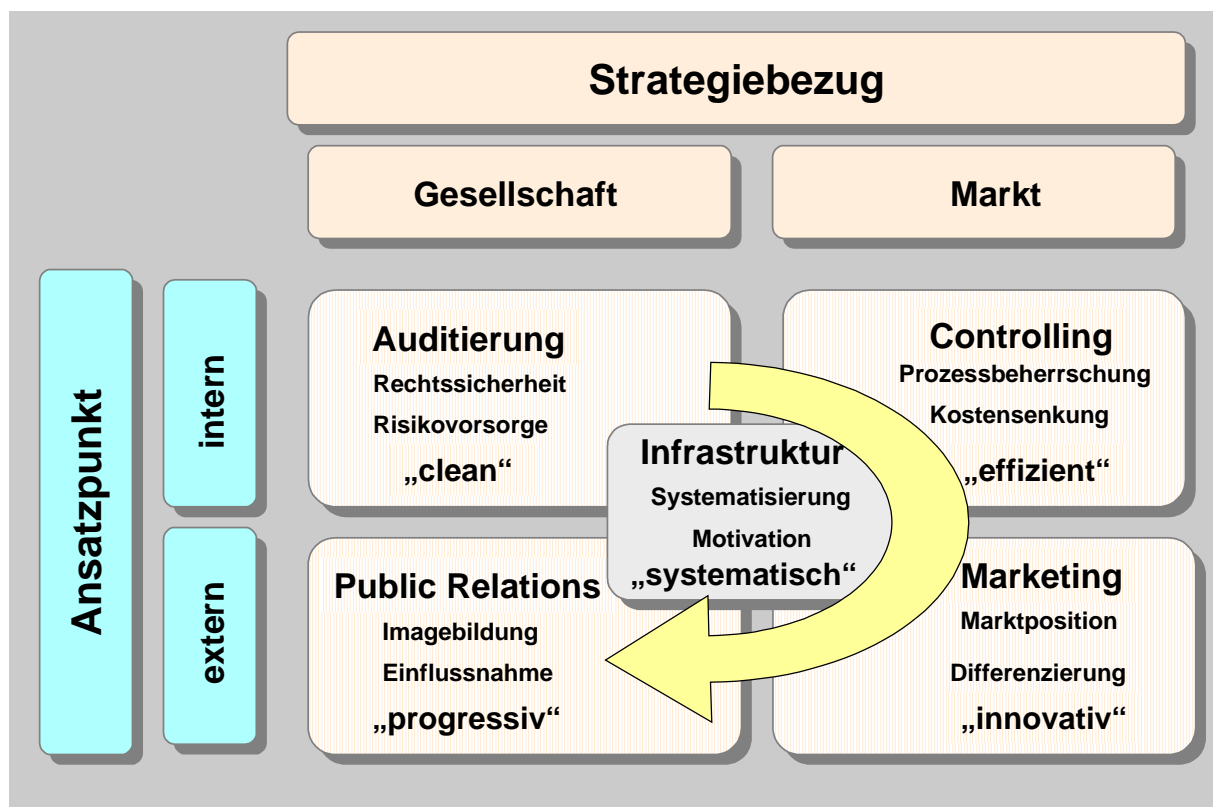


Abbildung 4: Nutzenpotenziale und Handlungsbedarfe von Umweltmanagementsystemen (nach Dyllick, Hamschmidt¹⁹)

Je nach strategischer Ausrichtung eines Umweltmanagementsystems lassen sich aus Sicht eines Unternehmens verschiedene Nutzenpotenziale und Handlungsbedarfe identifizieren. Dyllick und Hamschmidt unterscheiden idealtypisch zwischen vier strategischen Ausrichtungen, wie sie in Abbildung 4 illustriert werden²⁰. Bei dem Typ „Auditierung“ sollen die Ansprüche der Gesellschaft, die insbesondere durch das Umweltrecht formuliert werden, sicher erfüllt werden. Der Nutzen für das Unternehmen ist die *Rechtssicherheit* und *Risikovorsorge*.

¹⁸ Vgl. Beck-Texte (1995)

¹⁹ Vgl. Dyllick, Hamschmidt (2000), S. 112

²⁰ Vgl. Dyllick, Hamschmidt (2000), S. 110-112

Im Vordergrund stehen dabei die intern ansetzenden Aufgaben der Absicherung, Kontrolle und Überwachung, um ökologische Schwachpunkte und Risiken frühzeitig zu erkennen und zu beseitigen. Bei dem Typ „Controlling“ will das Unternehmen vorrangig die wirtschaftlichen Anforderungen des Marktes möglichst *kostengünstig* erfüllen. Der Ansatzpunkt liegt bei den internen Produktionsprozessen. Sie sollen möglichst „effizient“ gestaltet werden hinsichtlich dem Verhältnis der gewünschten Produkte bzw. Leistung zu den dafür eingesetzten Ressourcen bzw. den unerwünschten Emissionen und Abfällen. Der Schwerpunkt wird auf die regelmäßige Erfassung und Analyse der internen Stoff- und Energieströme gesetzt, um in diesen Bereichen Kostensenkungspotenziale zu erkennen und zu einer besseren Prozessbeherrschung zu gelangen. Beim Typ „Marketing“ versucht das Unternehmen bestehende Marktpositionen zu sichern bzw. durch Differenzierung *neue Märkte* zu erschließen. Den Schwerpunkt bilden daher Maßnahmen zur ökologischen Produkt- bzw. Leistungsinnovation, aber auch Kommunikations- und Werbemaßnahmen. Bei dem Typ „Public Relations“ stehen strategische Ziele wie *Image- und Vertrauensbildung* bis hin zur gezielten Einflussnahme auf die Meinungsbildung bei den gesellschaftlichen Anspruchsgruppen im Vordergrund. Der Pfeil in der Abbildung deutet die Prioritätensetzung der Unternehmen bei der strategischen Ausrichtung ihres Umweltmanagementsystems an.

3.1.2 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Die Aufgabenstellung bestand darin, zusammen mit einer Gruppe von 15 Unternehmen der Textilindustrie eine Struktur für ein Umweltmanagementsystem zu entwickeln und zu realisieren. Die Aufgabenstellung wurde im Rahmen eines sogenannten Verbundprojektes bearbeitet²¹. Die Unternehmen waren zumeist kleine oder mittelgroße Betriebe. Die meisten von ihnen waren auf wenige textile Produktionsstufen spezialisiert. Die Unternehmen verfolgten mit Einführung des Systems neben einer *höheren Rechtssicherheit* vorrangig das Ziel, ihre *Produktionsprozesse effizienter* zu gestalten. Die Zielsetzungen sind den zuvor beschriebenen Bereichen "Auditierung" und "Controlling" zuzuordnen.

Das realisierte Umweltmanagementsystem sollte den Unternehmen auch eine Zertifizierung nach ISO 14001 bzw. eine Validierung nach EMAS ermöglichen. Ein Großteil der Unternehmen besaß bereits ein Qualitätsmanagementsystem gemäß den Forderungen der ISO 9001:1994 bzw. führte ein solches System gerade ein. Eine weitere Vorgabe bestand daher darin, die Strukturen des Qualitätsmanagements aufzugreifen und ein *integriertes* Managementsystem für Qualität und Umwelt zu entwickeln.

Im Folgenden werden ein Regelungsmodell für das innerbetriebliche Umweltmanagementsystem sowie unterstützende Methoden und Instrumente dargestellt. Das Modell wurde im Rahmen des Verbundprojektes mit 6 Pilotunternehmen entwickelt und im Rahmen des Verbundprojektes selbst sowie in weiteren Industrieprojekten umgesetzt. Das Regelungsmodell stellt ein Referenzmodell für kleine und mittelgroße Unternehmen dar.

Die Entwicklung und Umsetzung des Umweltmanagementsystems erfolgte in enger Kooperation mit den Projektteams der Verbundpartner.

²¹ Vgl. ITV (1998)

3.2 Grundlagen und Lösungsansätze

Ausgehend von der Aufgabenstellung werden nun Grundlagen aus den Bereichen des Umweltmanagements und der Wirtschaftskybernetik beschrieben, die als Lösungsansätze für die Realisierung des Umweltregelungssystems dienen.

Im Bereich des Umweltmanagements wurden Standards für Managementsysteme entwickelt. Deshalb werden zunächst die bedeutenden *Standards EMAS und ISO 14001* für betriebliche Umweltmanagementsysteme dargestellt und ihr Beitrag zur Lösung der Aufgabenstellung diskutiert.

Die Darstellung zeigt, dass der Aufbau eines Managementsystems den Aufbau von Regelkreisstrukturen impliziert. Demgemäß werden weiterführend Ansätze aus der Wirtschaftskybernetik zur Modellierung *betrieblicher Regelungssysteme* beschrieben und ihre Übertragbarkeit auf die Aufgaben des betrieblichen Umweltmanagements dargestellt.

Im Bereich des Umweltmanagement wurden zudem Methoden und Instrumente entwickelt, mit denen sich die *Wirksamkeit von Umweltmanagementsystemen* hinsichtlich ihrer ökologischen Effektivität und Effizienz bewerten lässt, die abschließend dargestellt werden.

3.2.1 Standards für betriebliche Umweltmanagementsysteme

Ein *innerbetriebliches Umweltmanagementsystem* schafft die *aufbau- und ablauforganisatorischen* Voraussetzungen innerhalb einer Unternehmensorganisation für ein eigenverantwortliches und vorsorgendes Engagement für den Umweltschutz. Es befähigt die Unternehmen, eigenständig ökologische Unternehmensziele zu formulieren und deren Erfüllung *systematisch* zu planen, zu steuern und zu überwachen. Durch eine stetige Wiederholung des Prozesses der Zielfindung, Umsetzung und Kontrolle soll eine *kontinuierliche Verbesserung* des Umweltschutzes erzielt werden.

Aufgrund der wachsenden globalen Umweltprobleme und des sinkenden Grenznutzens weiterer ordnungsrechtlicher Regelungen²² wurde von den Umweltministern der Europäischen Gemeinschaft mit der Verabschiedung der "Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung" - bekannt geworden als "Öko-Audit Verordnung" beziehungsweise als EMAS²³ für "Eco Management and Audit Scheme" - ein Standard für betriebliche Umweltmanagementsysteme als ergänzendes Instrument zu ordnungsrechtlichen Regelungen in die Gesetzgebung der EU eingebracht²⁴.

²² *Im deutschen Umweltrecht, das sich seit Anfang der 70er Jahre unter verschiedenen Problemperspektiven entwickelt hat, herrschen vorrangig ordnungsrechtliche Instrumente vor. In der Praxis haben sich eine Vielzahl von Einzelgesetzen herausgebildet, die im wesentlichen sektoral ausgerichtet sind und beim Schutz einzelner Umweltmedien ansetzen. Dies hat zu einem komplexen Regelwerk geführt. Die Komplexität verursacht Vollzugsdefizite. Zudem kann eine vorwiegend ordnungsrechtlich ausgerichtete Umweltpolitik zu internationalen Wettbewerbsverzerrungen führen.*

²³ *Im Folgenden wird der Begriff EMAS verwendet.*

²⁴ *Vgl. EMAS (1993)*

Zusätzlich zu der Gesetzesinitiative der Europäischen Union verabschiedete 1996 die International Organization for Standardization die *ISO 14001*²⁵ „Umweltmanagementsysteme: Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung“, der in der Praxis ein erhebliches Gewicht zukommt.

Beide Standards fordern neben der Einhaltung der relevanten *Rechts- und Verwaltungsvorschriften* und der Anwendung der *besten verfügbaren Technik* auch eine darüber hinausgehende Selbstverpflichtung der Unternehmen zur *kontinuierlichen Verbesserung* des Umweltmanagementsystems und somit zur kontinuierlichen Verminderung der Umweltbelastungen. Diese Selbstverpflichtung erfolgt durch die Formulierung von eigenen Umweltstandards in der betrieblichen Umweltpolitik.

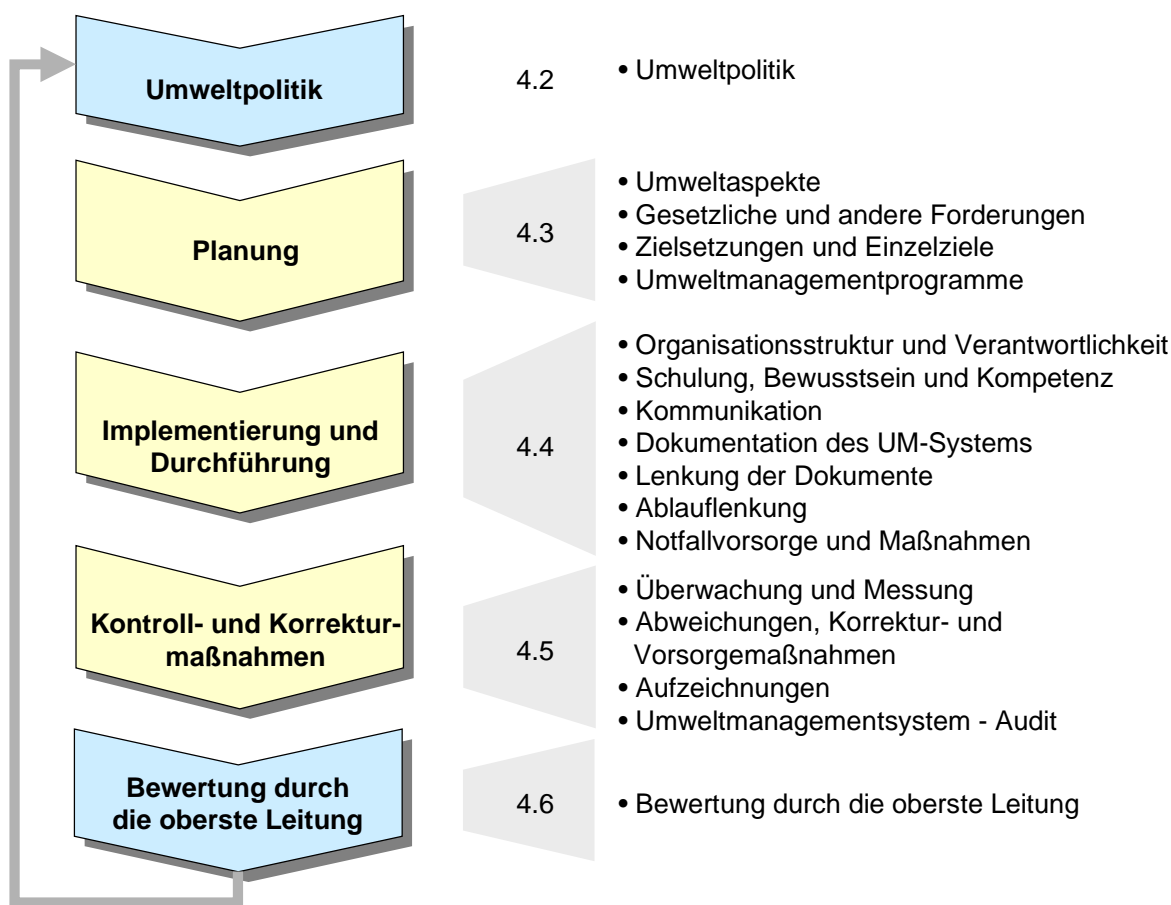


Abbildung 5: Elemente eines Umweltmanagementsystems nach ISO 14001 (Die Nummern verweisen auf die Kapitel der ISO 14001)

Bezüglich des eigentlichen Umweltmanagementsystems sind die Forderungen beider Standards sehr ähnlich. So erkennt EMAS ein Zertifikat nach ISO 14001 an, d.h. ein Unternehmen mit einem nach ISO 14001 zertifizierten Umweltmanagementsystem erhält eine Gültigkeitserklärung nach EMAS, wenn es zusätzlich eine Umweltprüfung und eine Umwelterklärung, die den Anforderungen von EMAS genügen, nachweisen kann.

²⁵ Vgl. DIN EN ISO 14001 (1996)

Abbildung 5 zeigt das Modell des Umweltmanagementsystems der ISO 14001 sowie die Forderungen zu den einzelnen Elementen. Die Nummern stellen den Bezug zu den Kapiteln der ISO 14001 her. Das Modell der ISO 14001 sieht vor, dass umweltbezogene Leitlinien des Unternehmens als eine sogenannte Umweltpolitik formuliert werden. Aus dieser Umweltpolitik und aus den geltenden gesetzlichen Forderungen sollen konkrete, möglichst messbare Ziele abgeleitet werden. Um die Ziele zu erreichen, sollen ausreichende finanzielle und personelle Ressourcen bereitgestellt und geeignete Maßnahmen, bezeichnet als Umwelt-(management)programm, geplant und umgesetzt werden.

Organisationsstruktur und Verantwortlichkeiten im Umweltschutz sollen klar festgelegt sein. Für betriebliche Prozesse mit bedeutender Auswirkung auf die Umwelt sollen Vorgaben festgelegt werden. Die Vorgaben müssen dokumentiert werden und durch entsprechende Lenkungssysteme den Mitarbeitern zugänglich gemacht werden. Mitarbeiter, deren Tätigkeit solche umweltrelevanten Prozesse beeinflusst, sollen über die Vorgaben und über ihre Bedeutung für den Umweltschutz in ihrem Bereich geschult werden. Für die interne Kommunikation als auch für die Kommunikation mit externen Kreisen sollen Verfahren festgelegt und aufrechterhalten werden. Die Beherrschung von Störungen und Notfällen soll geplant und geübt werden.

Die ISO 14001 sieht weiter Kontroll- und Korrekturmaßnahmen vor, die Messungen, Aufzeichnungen und auch Audits einschließen, um den Erfolg der getroffenen Maßnahmen, gemessen an den Zielen beurteilen zu können. Diese Informationen sollen schließlich vom zuständigen Management in regelmäßigen Reviews dazu genutzt werden, gegebenenfalls die Leitlinien, die umweltbezogenen Ziele oder andere Elemente des Umweltmanagements anzupassen, um so einen Zyklus kontinuierlicher Verbesserung zu erreichen.

EMAS und ISO 14001 stellen beide einen *Nachweisstandard* dar, d.h. sie stellen nur solche Forderungen, deren Erfüllung sich im Rahmen einer Registrierung bzw. Zertifizierung von einem externen Gutachter bzw. Zertifizierer überprüfen lässt. Daher beschränken sie sich in ihrer Beschreibung auf das, *was* in einem Umweltmanagementsystem zu regeln ist, ohne Hinweise dafür zu geben, *wie* die einzelnen Anforderungen in einem konkreten Unternehmen umzusetzen sind. Leitfäden und Hilfestellungen dazu werden in der ISO 14004 gegeben²⁶.

Die wesentlichen inhaltlichen Unterschiede zwischen den beiden Nachweisstandards sind, dass ein Unternehmen bei EMAS die Durchführung einer sogenannten Umweltprüfung im Sinne einer ersten Bestandsaufnahme nachweisen muss, die ISO 14001 dies lediglich empfiehlt, und dass EMAS stärker den Aspekt der Information der Öffentlichkeit betont. EMAS fordert explizit die jährliche Information der Öffentlichkeit über die Umwelteinflüsse und die Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes in Form einer Umwelterklärung.

Ein Umweltmanagementsystem ist kein eigenständiges Managementsystem, sondern ein Teil eines übergreifenden Managementsystems. Neben dem Umweltschutz stellen z.B. das Qualitätsmanagement und der Arbeitsschutz zwei weitere bedeutende Aspekte des übergreifenden

²⁶ Vgl. DIN ISO 14004 (1998)

Managementsystems dar, für die es jeweils eigenständige, voneinander unabhängige Standards gibt²⁷.

3.2.2 Modellierung betrieblicher Regelungssysteme

Versteht man das betriebliche Umweltmanagement als eine kybernetische Regelungs- und Steuerungsaufgabe, bedarf es eines Konzeptes zur Modellierung der Organisationsstrukturen und Informationsflüsse zwischen den betrieblichen Akteuren.

Pfeiffer übertrug das Prinzip des klassischen Regelkreises in Form des *Qualitätsregelkreises* auf das betriebliche Qualitätsmanagement²⁸. Die Qualität stellt hier die Regelgröße dar. Die Regelstrecke kann durch einen technischen Prozess, wie z.B. einen Fertigungs- oder Transportprozess oder durch einen Prozess der Ablauforganisation, einen Geschäftsprozess, gebildet werden. Die Funktion des Reglers wird - zumeist von Menschen unterstützt - durch QM-Methoden übernommen.

Fischer modelliert die Managementaufgabe als ein *mehrstufiges, hierarchisches Regelungssystem* in Hinblick auf die anzuwendenden Methoden und Modelle. Dabei baut er auf den grundlegenden Überlegungen aus systemtheoretischer Sicht zur Hierarchie in komplexen Organisationen von Mesarovic, Macko und Takahara²⁹ auf. Diese unterscheiden zwischen insgesamt drei verschiedenen Sichtweisen unter denen jeweils Hierarchien gebildet werden können: die Organisatorische Stellung, die Komplexität der Entscheidungsaufgabe und die Detailliertheit des Wissens über ein Teilsystem. Entsprechend diesen Sichtweisen unterscheiden sie zwischen Levels of Organization, die sogenannten "Echelons", Levels of Decision Complexity, die sogenannten "Layers" und Levels of Abstraction, die sogenannten "Strata".

Diese Unterteilung ermöglicht es, die Forderung nach der Bereitstellung von entscheidungsorientierten Informationen systematisch umzusetzen. In Abbildung 6 ist eine mögliche Abgrenzung der Hierarchieebenen aus der Perspektive der Aufgabenkomplexität (Layer) dargestellt. Hier wird zwischen den vier Hierarchieebenen Normatives Management, Strategieentwicklung, Strukturmanagement sowie dem Prozessmanagement unterschieden.

Auf jeder dieser Ebenen benötigen die zugehörigen Entscheidungsträger Informationen, die sie bei ihrer Entscheidungsfindung unterstützen bzw. ihr Wissen erweitern. Die auf den verschiedenen Ebenen erforderlichen Informationen entstehen durch eine entsprechende Aggregation bzw. Filterung der verfügbaren Daten. Die zugehörigen Datenquellen können sowohl unternehmensintern als auch unternehmensextern sein.

²⁷ Parallel zu der Normenreihe für das Umweltmanagement existiert die eigenständige Normenreihe ISO 9000ff für das Qualitätsmanagement. Die ISO 9001 und die ISO 14001 bilden aus der Sicht der Anforderungen zwei eigenständige, voneinander unabhängige Nachweisstandards dar. Zur Zeit gibt es keine normierten Anleitungen zum Aufbau eines integrierten Managementsystems.

²⁸ Vgl. Pfeiffer (1993), S. 299-332

²⁹ Vgl. Mesarovic, Macko und Takahara (1970), S. 34-56

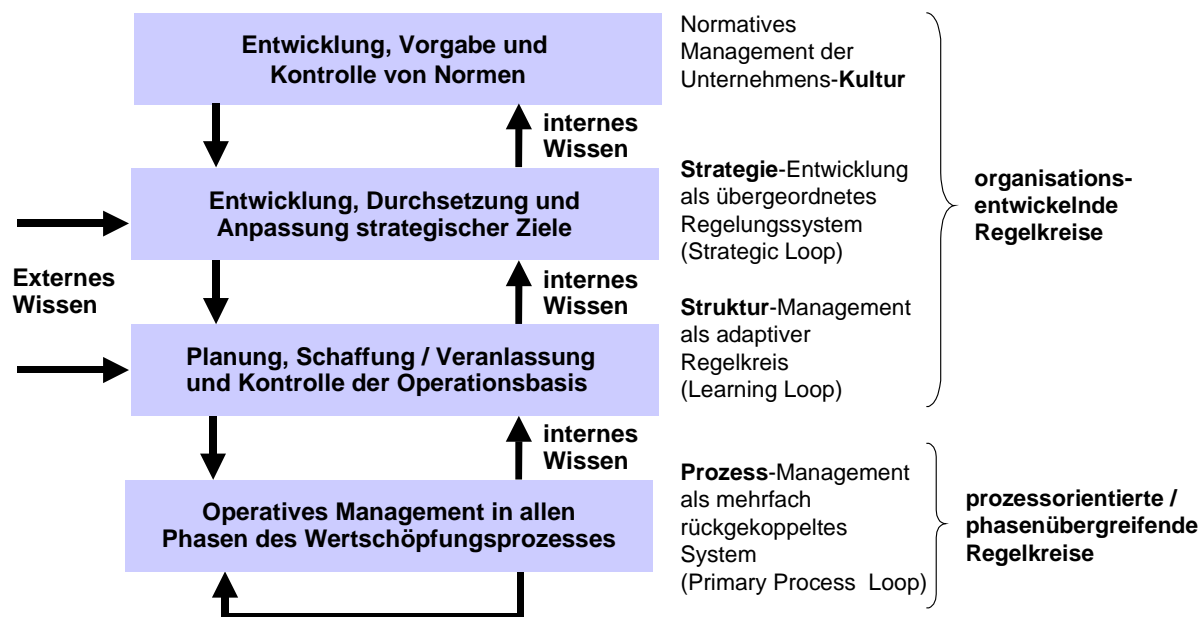


Abbildung 6: Modell der Managementaufgabe als mehrstufiges, hierarchisches Regelungssystem aus der Perspektive der Aufgabenkomplexität (nach Fischer³⁰), auf dessen Layern (gemäß Mühlendahl³¹) organisationsentwickelnde, prozessorientierte sowie phasenübergreifende Regelkreise angeordnet sind.

Die Phasen des Wertschöpfungsprozesses auf der Ebene des Prozessmanagements lassen sich mit dem *Modell der Funktionskette im Lebenszyklus des Produktes*³² modellieren. Abbildung 7 zeigt das Modell. Fischer³³ entwickelte dieses Modell aufbauend auf den Qualitätskreis der ISO 9004-1³⁴, der die typischen Phasen des Produktlebenszyklus aus der Perspektive eines Unternehmens darstellt. Das Modell unterscheidet zwischen Phasen des Produktlebenszyklus, wie Marketing und Entwicklung, in welchen Aspekte der *Produktinnovation* überwiegen und in Phasen wie etwa Beschaffung und Produktion, in welchen Aspekte der *Qualitätssicherung* dominieren. In den Phasen mit dem Schwerpunkt Produktinnovation steht die *Planung* im Vordergrund. Die hierfür benötigten Informationen werden aus den Phasen mit dem Schwerpunkt Qualitätssicherung, in denen die *Lenkung* und *Kontrolle* des Materialflusses im Vordergrund steht, bezogen.

Diese Unterscheidung lässt sich auf Umweltaspekte übertragen. In den Phasen mit dem Schwerpunkt Produktinnovation liegen die größten Potenziale, negative Umwelteinwirkungen über den gesamten Produktlebensweg hinweg kostengünstig zu vermeiden bzw. zu minimieren. In diesen frühen Phasen des Produktlebenszyklus lassen sich die Maßnahmen des produkt- und prozessintegrierten Umweltschutzes planen. In den Phasen mit dem Schwerpunkt Qualitätssicherung ist die Umsetzung der festgelegten Produkt- und Prozessgestaltung

³⁰ Vgl. ITV (2000)

³¹ Vgl. Mühlendahl(2001), S. 21-24

³² Produktlebensweg und Produktlebenszyklus sind in ihrer Bedeutung unterschiedlich. Der Produktlebensweg beschreibt ausschließlich das Stoffstromsystem. Der Begriff Produktlebenszyklus beinhaltet die betrieblichen Funktionen der Leistungserstellung und Leistungserbringung.

³³ Vgl. Fischer (1993), S. 197-200

³⁴ Vgl. DIN EN ISO 9004-1 (1994), S. 12

zu sichern. Umwelteinwirkungen durch Störfälle oder Notfälle sind zu vermeiden. Treten in diesen Phasen Abweichungen auf, etwa durch neue umweltrechtliche Forderungen, oder aufgrund von anlagenbedingten Störfällen, lassen sich diese zumeist nur durch additive oder sanierende Umweltschutzmaßnahmen korrigieren.

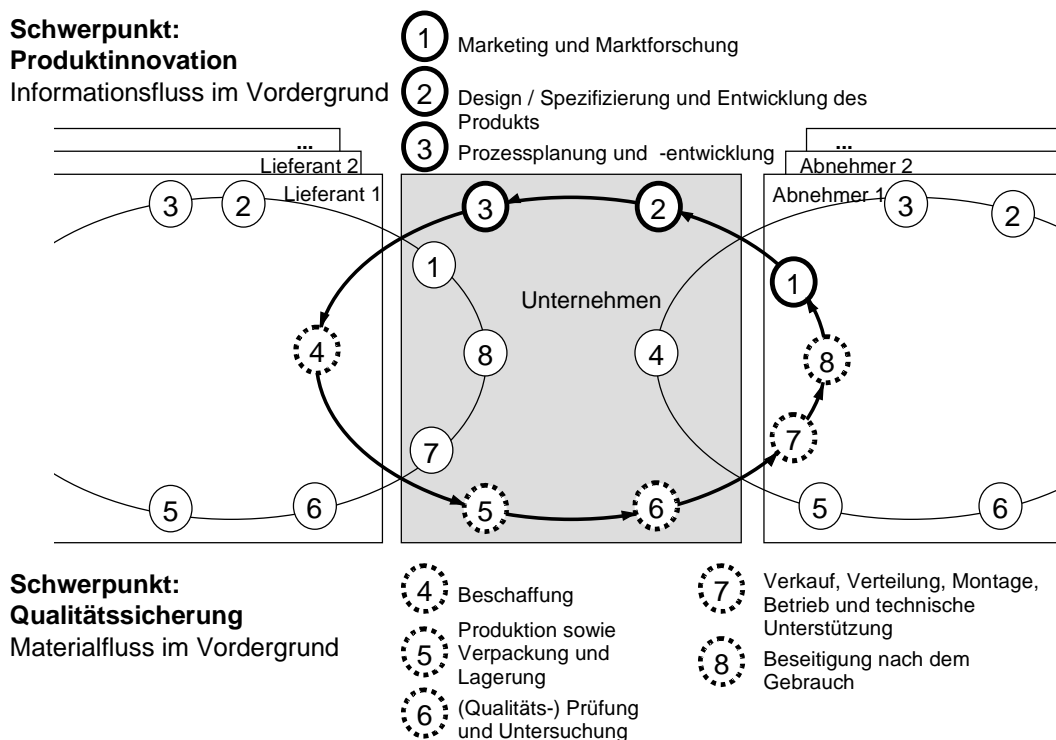


Abbildung 7: Darstellung des Produktlebenszyklus als Funktionskette (nach Fischer³⁵)

Aufbauend auf dem Konzept des mehrstufigen, hierarchischen Regelungssystems erweiterte Fischer das Konzept des Qualitätsregelkreises zu einem Qualitätsregelungssystem eines Unternehmens, das sich aus ineinandergreifenden Qualitätsregelkreisen zusammensetzt³⁶. Ein einzelner Qualitätsregelkreis wird gebildet aus einem Regler, sowie einem Mess- und einem Stellsystem, die jeweils Teil des Reglers sein können oder eigenständig existieren, sowie der Regelstrecke, die ihrerseits wieder Qualitätsregelkreise enthalten kann. Der einzelne Regler kann dabei sowohl eine ex post Regelung als auch eine ex ante Regelung realisieren. Die einzelnen Qualitätsregelkreise können situationsbedingt über vordefinierte Kommunikationslinien in Verbindung treten. Dies führt zu einem Qualitätsregelungssystem, das flexibel und adaptiv ist, d.h. innerhalb eines Qualitätsregelungssystem können situationsbedingt einzelne Qualitätsregelkreise aufgebaut und wieder abgebaut werden.

³⁵ Vgl. Fischer (1993), S. 200

³⁶ Vgl. Fischer (1992), S. 152-153

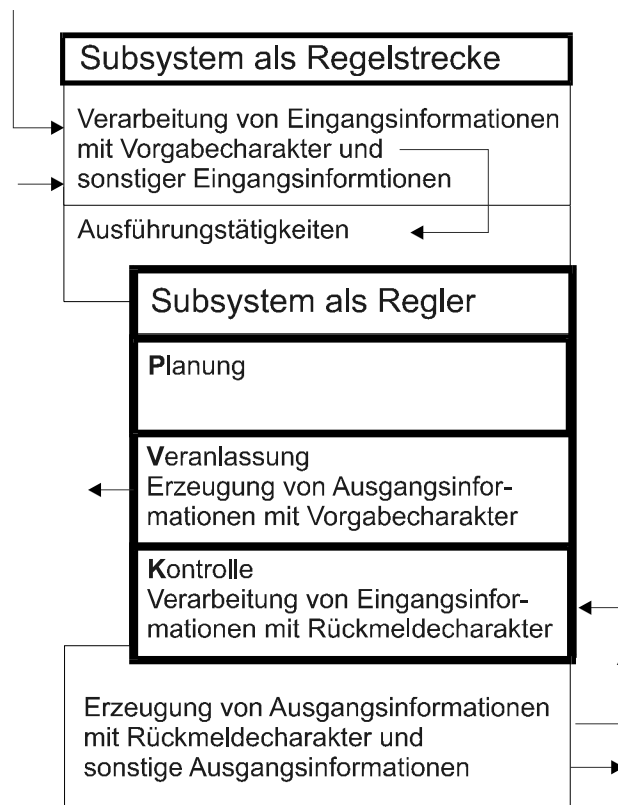


Abbildung 8: Grundelement des Planungs- und Koordinationsmodells mit PVK-Tätigkeiten (nach Fischer³⁷)

Um allgemein das Verhalten von Entscheidungsträgern in einer arbeitsteiligen und damit auch planungs- und entscheidungs-dezentralisierten Organisation zu modellieren, entwickelte Fischer das sogenannte *Grundelement des Planungs- und Koordinationsmodells*³⁸. Ein Grundelement bildet eine Tätigkeit eines Entscheidungsträgers bzw. einer Gruppe von Entscheidungsträgern ab. Ein solches Grundelement, wie in Abbildung 8 gezeigt, beinhaltet neben Ausführungstätigkeiten in seinem Kern auch Planungs-, Veranlassungs- und Kontrolltätigkeiten, abgekürzt PVK-Tätigkeiten. In einem Grundelement werden somit Funktionen von Regler und Regelstrecke vereint. Grundelemente treten entlang vordefinierter Relationen in eine Kommunikationsbeziehung. Die Informationen, die ein Grundelement von außen erhält, werden unterteilt in Informationen mit *Vorgabecharakter*, d.h. Informationen, die beim Grundelement eine Ausführungstätigkeit oder eine Planungstätigkeit auslösen, und in Informationen mit *Rückmeldecharakter*, d.h. Informationen, die Rückmeldungen von der Systemumwelt darstellen. Jedes Grundelement erzeugt wiederum Ausgangsinformationen, die für ein anderes Grundelement Eingangsinformationen mit Vorgabecharakter bzw. mit Rückmeldecharakter darstellen. Durch den Austausch von Informationen mit Vorgabe- und mit Rückmeldecharakter können so zwischen den Grundelementen situationsbedingt Regelkreisbeziehungen aufgebaut werden.

Mühlendahl entwickelte eine Typologie für Qualitätsregelkreise³⁹. Zur Klassifizierung eines Qualitätsregelkreises betrachtet er zum einen die Verteilung von Regler, Mess- und Stellsys-

³⁷ Vgl. Fischer (1994), S. 130

³⁸ Vgl. Fischer (1994), S. 128-133

³⁹ Vgl. Mühlendahl (2001), S. 73-78

tem entlang des Produktlebenszyklus, um die Komplexität der Entscheidungsaufgabe auszudrücken und zum anderen die Verteilung dieser drei Elemente eines Qualitätsregelkreises entlang der Aufbauorganisation eines Unternehmens. Er zeigt, dass die Charakteristik eines Qualitätsregelkreises durch seine Spannweite im Produktlebenszyklus bestimmt wird. Er unterscheidet daher primär zwischen prozessnahen, phasenübergreifenden und organisationsentwickelnden Qualitätsregelkreisen. In Abbildung 6 wird diese Differenzierung den Hierarchieebenen zugeordnet.

Ferner konnte er zeigen, dass neben den etablierten Methoden und Werkzeugen der Geschäftsprozessanalyse die oben skizzierten Grundelemente für die Modellierung der Informationsflüsse in Qualitätsregelkreisen prinzipiell gut geeignet sind.

Orientiert man sich an der Definition von Qualität⁴⁰ als die "*Beschaffenheit einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Forderungen zu erfüllen*", und erweitert man die Forderungen, die an das Produkt oder an den Fertigungs- bzw. Geschäftsprozess gestellt werden, um die Forderungen des Sustainable Development, lassen sich das Konzept des Qualitätsregelkreises und seine Modellierung mit Hilfe von Grundelementen auch auf die Aufgaben des betrieblichen Umweltmanagements übertragen, wie im Abschnitt 3.3.2 mit der Struktur des betrieblichen Umweltregelungssystems ausführlich dargelegt wird.

3.2.3 Methoden und Instrumente zur ökologischen Bewertung von Organisationen

Zur Bewertung und Überprüfung der Wirksamkeit eines solchen komplexen Umweltregelungssystems sind geeignete Methoden und Instrumente erforderlich. Die *Umweltleistungsbewertung* und die *Umweltaudits* sind Methoden aus dem Bereich des Umweltmanagements, mit denen sowohl die Effizienz als auch die Effektivität der Umweltschutzaktivitäten eines Unternehmens bewertet bzw. überwacht werden kann. Im Folgenden werden diese beiden Methoden sowie die Möglichkeiten durch Instrumente ihren Einsatz in der Praxis zu unterstützen beschrieben.

3.2.3.1 Umweltleistungsbewertung

Die Umweltleistungsbewertung ist eine Methode, die auf eine Beschreibung der Umweltleistung einer *Organisation* zielt. Die Umweltleistung ist definiert als "die Ergebnisse, die aus dem Management der Umweltaspekte einer Organisation resultieren"⁴¹. Dem Management einer Organisation werden kontinuierlich Informationen in Form von Kennzahlen zur Verfügung gestellt. Durch den Vergleich mit den zuvor von der Organisation selbst festgelegten, möglichst quantifizierten Zielen, den sogenannten *Umweltleistungskriterien*, kann die Organisation ihre Umweltleistung bewerten. Die Umweltleistungsbewertung ist daher vorrangig eine Methode zur Unterstützung von betrieblichen Umweltmanagementsystemen.

Die ISO 14031 beschreibt die Umweltleistungsbewertung als einen internen, fortlaufenden *Managementprozess*, bestehend aus den Teilschritten Auswahl von Kennzahlen, Datenerfas-

⁴⁰ Vgl. DIN 55350 T11 (1995)

⁴¹ Vgl. DIN EN ISO 14031 (1999)

sung und -analyse, Beurteilung der Kennzahlen durch Vergleich mit den zuvor festgelegten Zielen, Berichterstattung und Kommunikation der Ergebnisse sowie regelmäßige Überprüfung und Verbesserung dieses Prozesses. Die Umweltleistungsbewertung hat daher Berührungspunkte mit dem Öko-Controlling⁴². Der Unterschied besteht darin, dass der Öko-Controlling Kreislauf zusätzlich die Maßnahmenplanung und die Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt dafür aber den Prozess der Erfassung, Auswertung und Kommunikation von Daten und Informationen weniger detailliert vorschreibt.

Bei den Kennzahlen unterscheidet die ISO 14031 zwischen *Umweltzustandsindikatoren* und *Umweltleistungskennzahlen*.

Umweltzustandsindikatoren beschreiben den Zustand der lokalen, regionalen oder globalen Umwelt. Sie werden meist von Behörden, nichtstaatlichen Organisationen und wissenschaftlichen Forschungsinstitutionen erforscht, entwickelt und genutzt. Globale Umweltzustandsindikatoren sind z.B. die Stärke der Ozonschicht, die globale Durchschnittstemperatur oder die Größe der Fischpopulation in den Ozeanen. Solche Umweltzustandsindikatoren können z.B. die Grundlage für die Formulierung von Umwelthandlungszielen von staatlicher Seite oder die Formulierung von Zielvereinbarungen im Rahmen von Kooperationsvereinbarungen zwischen Wirtschaft und Staat sein. Für ein spezifisches Produktionsunternehmen können insbesondere lokale Umweltzustandsindikatoren wie z.B. die Wassertrübung in einem benachbarten fließendem Gewässer dabei helfen, die Auswirkungen ihrer Umwelteinwirkungen besser zu verstehen und auf diese Weise die Planung und Umsetzung der Umweltleistungsbewertung unterstützen.

Umweltleistungskennzahlen werden weiter differenziert in *Managementleistungskennzahlen* und *operative Leistungskennzahlen*.

Managementleistungskennzahlen messen die Managementaktivitäten einer Organisation zur Minimierung seiner Umweltauswirkungen. Beispiele für Managementleistungskennzahlen sind die Anzahl der erreichten Umweltziele, das Ausmaß der Einhaltung behördlicher Bestimmungen, die Einsparungen durch verminderten Ressourcenverbrauch, die Anzahl der Presseberichte über die Umweltleistung. Sie stellen somit eine interne Steuerungs- und Informationsgröße dar, geben aber keine Auskunft über die eigentlich wirksame Umweltleistung der Organisation.

Operative Leistungskennzahlen beziehen sich auf die technischen Einrichtungen und der Ausstattung der Organisation, auf die mit diesen verbunden Inputs und Outputs sowie auf die Umweltauswirkungen, die mit der An- und Auslieferung der Inputs und Outputs verbunden sind. Die Datenbasis für die Bildung der Kennzahlen bilden Betriebsbilanzen oder - weiter detailliert - Prozessbilanzen sowie Substanzanalysen in der Art, wie sie im Konzept der Stoff- und Energiebilanzierung vom Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung beschrieben werden⁴³. Entsprechende Kennzahlen könnten sein: Der Materialeinsatz pro Produkt, die verbrauchte Energie pro Jahr, das Mengenverhältnis zwischen Abfall und Produkt pro Jahr, das Transportaufkommen pro Jahr, die Anzahl von Anlagen, die eine Emissionserklärung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz erfordern.

⁴² Vgl. Hallay, Pfrieder (1992)

⁴³ Vgl. Hallay, Pfrieder (1992), S. 58ff

Im Gegensatz zum betriebswirtschaftlichen Controlling, das sich im wesentlichen auf Daten des Rechnungswesens stützt, die überwiegend mit monetären Einheiten bewertet werden, sind die Basisgrößen für die Umweltleistung die mit den Transformationsprozess verbundenen Material- und Energieströme in ihren physikalischen Einheiten. Ausgangspunkt für die Umweltleistungsbewertung ist daher eine Abbildung der Material- und Energieströme des innerbetrieblichen Leistungsprozesses, die möglichst bis zur Prozessebene herunterreicht.

Für diese Abbildung werden derzeit nur wenige spezielle Softwareinstrumente kommerziell angeboten, welche die Methode der Umweltleistungsbewertung unterstützen. Im Unterschied zu den ökobilanzorientierten Systemen liegt der Schwerpunkt bei diesen Systemen weniger auf der Modellierung der Material- und Energieflüsse zwischen den einzelnen Prozessschritten. Im einfachsten Fall wird das Unternehmen als Black Box betrachtet. Die eigentliche Unterstützung durch diese Systeme liegt vielmehr in der Bildung geeigneter Kontenrahmen und Kennzahlensysteme sowie in der periodischen Erhebung der für das Unternehmen relevanten Material- und Energieströme. Oft kommen auch für komplexe Organisationen für die Umweltleistungsbewertung Unterstützungswerkzeuge zum Einsatz, die auf Basis von Standard Software Systemen wie z.B. EXCEL oder ACCESS entwickelt wurden⁴⁴.

3.2.3.2 Umweltaudits

Ein Umweltaudit ist ebenfalls eine Methode, die einer Organisation hilft, den Stand ihre Umweltleistung zu beurteilen und zu verbessern.

Die Bewertung erfolgt im Gegensatz zur Umweltleistungsbewertung nicht durch die Auswertung von kontinuierlich erfassten Daten, sondern durch systematisch geplante und regelmäßig durchgeführte Betriebsbegehungen und Mitarbeitergespräche. Gegenstand der Bewertung können Produkte, Anlagen, Gebäude und organisatorische Abläufe sein. Vergleichsgrundlage für die Bewertung sind umweltrelevante Anforderungen, die für den jeweiligen Auditgegenstand gelten. Diese Anforderungen können unternehmensextern, z.B. Normen, Gesetze oder behördliche Vorschriften oder unternehmensintern, z.B. spezifische organisatorische Forderungen, festgelegt worden sein. Wird bei einem Audit Verbesserungspotenzial erkannt, werden im Anschluss Maßnahmen festgelegt, umgesetzt und überwacht⁴⁵.

Die Methodik von Audits hat in der betrieblichen Praxis insbesondere im Zusammenhang Qualitätsmanagementsystemen nach der ISO 9001 eine weite Verbreitung gefunden. Gegenstand der Qualitätsaudits sind vorrangig qualitätsrelevante Produkte, Fertigungsprozesse und Ablauforganisationen. Die qualitätsrelevanten Anforderungen hierfür werden in der Systemdokumentation, dem sogenannten Qualitätsmanagementhandbuch, zusammengefasst.

⁴⁴ Vgl. Caduff (2000), S. 68-73

⁴⁵ Vgl. Butterbrodt, Dannich-Kappelmann und Tammler (1995), S. 151-166 und DIN EN ISO 14010 (1996)

3.3 Aufbau eines Organisationsmodells für ein hierarchisches Umweltregelungssystem

Nachfolgend wird die Struktur des betrieblichen Umweltregelungssystems, das in den Textilunternehmen eingerichtet wurde, dargestellt.

Um die Anwendbarkeit der zuvor beschriebenen Lösungsansätze zu untersuchen und auf die Randbedingungen innerhalb der Textilunternehmen anzupassen, wurde in den am Forschungsprojekt beteiligten Unternehmen zunächst jeweils eine erste Umweltprüfung im Sinne einer Bestandaufnahme durchführt. Die für alle Unternehmen *charakteristischen Ergebnisse dieser ersten Umweltprüfung* werden zunächst beschrieben.

Sodann wird das *Strukturmodell* für das betriebliche Umweltregelungssystem entwickelt. Dieses Strukturmodell stellt ein Referenzmodell für kleine und mittelgroße Textilbetriebe dar.

3.3.1 Charakteristische Ergebnisse der ersten Umweltprüfung

Im Vorfeld des Systemaufbaus wurde mit den Unternehmen eine Umweltprüfung durchgeführt. Aus den Untersuchungen der Projektpartner im Rahmen der Umweltprüfung lassen sich einige Aussagen ableiten, die für Unternehmen der textilen Produktionskette charakteristisch sein dürften. Im Einzelfall wird es natürlich Unternehmen geben, auf die die Aussagen nicht oder nur teilweise zutreffen.

Die Umweltprüfung wurde in zwei Schritten angegangen. In der *quantitativen* Umweltprüfung wurde systematisch gegliedert aufgenommen, welche Daten über Material- und Energieflüsse – unter Umständen an verschiedenen Stellen im Unternehmen verteilt – vorhanden sind. Zum einen sollten in einer *Betriebsbilanz* die relevanten Material- und Energieflüsse für ein Referenzjahr in den zugehörigen physikalischen Einheiten (kg, m³, kWh, usw.) erfasst werden. Diese Systemgrenze bildete die Außengrenze des Unternehmens. Des Weiteren sollten in *Prozessbilanzen* einzelne Fertigungsprozesse hinsichtlich ihrer Inputs und Outputs analysiert werden, da es letztlich die Prozesse sind, bei denen die Material- und Energieflüsse anfallen und die somit Ansatzpunkte für Verbesserungsmaßnahmen sind.

In der parallel durchgeführten *qualitativen* Umweltprüfung wurden durch Checklisten unterstützte Interviews Handlungsbedarf und Verbesserungspotenziale ermittelt. Die qualitative Umweltprüfung behandelte drei Themenbereiche: Das Ermitteln von Verbesserungspotenzial durch vorrangig technische Maßnahmen, eine Untersuchung, ob Handlungsbedarf aufgrund des geltenden Umweltrechts besteht und die Aufnahme der Verantwortlichkeiten und Regelungen für den Umweltschutz im Unternehmen.

3.3.1.1 Betriebsbilanz

Als relevant wurden Rohstoffe, Hilfsstoffe, Energie, Frischwasser sowie Fertigwaren, Abfall, Abwasser und Abluft, die in der Produktion anfallen, betrachtet. Eine weitergehende Strukturierung dieser Konten erwies sich bei den Rohstoffen, Hilfsstoffen, sowie bei den Fertigware häufig aufgrund der Artikelvielfalt als sehr aufwendig. Insbesondere für die Vielzahl von Hilfs- und Betriebsstoffen, die in der Textilveredlung eingesetzt werden, gibt es eine Vielzahl von Kriterien, nach denen aus Sicht der Umweltrelevanz Gruppen gebildet werden können

(z.B. Gefährdungsklassen nach der Gefahrstoffverordnung, Wassergefährdungsklassen, Toxizität). Die Konten wurden bei Rohstoffen und Fertigwaren überwiegend nach der Materialart (z.B. Baumwolle, Synthetik, usw.) oder bei Hilfsstoffen nach ihrer Funktion bzw. ihrem Einsatzgebiet (z.B. Färbereinetzmittel, Oxidationsmittel, Weichmacher) gebildet. Fertigwaren wurden häufig auch nach Artikelgruppen gegliedert erfasst.

Bei der Erfassung der Mengen zeigte sich, dass zwar Daten vorhanden sind, diese aber auf die verschiedensten Stellen, Systeme und Medien⁴⁶ verteilt sind und oft nicht in der gewünschten durchgängigen Form geführt werden. Die Daten unterschieden sich auch häufig bezüglich der Einheiten oder des Zeitraums, auf den sie sich beziehen. Aufgrund der fehlenden konsistenten Datenbasis waren häufig aufwendige manuelle Be- und Umrechnungen erforderlich.

3.3.1.2 Prozessbilanz

Es stellte sich schnell heraus, dass fast keine praktisch verwertbaren Daten vorhanden sind, um die Material- und Energieflüsse bezogen auf einzelne Prozesse zu bestimmen. So konnte z.B. keiner der Projektpartner Abwasserteilflüsse bezüglich Menge oder Belastung quantifizieren. Dazu müssten in der Regel zusätzliche Messeinrichtungen installiert werden, was wirtschaftlich nur für einzelne besonders umweltrelevante Prozesse im Rahmen von Versuchsreihen durchführbar erscheint.

Jahr: 1995											
P.Nr.	Prozeß	Anlage	Prod.m./a	Input			Output				Info bei (Abt.) / Bemerkung
				Hilf	Was	Ener	Abw	Abl	Abf	Lär	
1.		Spannrahmen									
1.1	Trocknen		hoch	0	0	2	0	0	0	1	
1.2	Appreturen		mittel	1	1	2	1	1	0	1	
1.3	Hochveredelung		gering	3	1	3	3	3	0	1	
1.3.1	Scotchgard			?	?	?	?	?	?	?	
1.3.2	Nahtschiebefest			?	?	?	?	?	?	?	
1.3.3	Flammfest			3	?	?	3	?	?	?	Chrom / Antimon
1.3.4	Antipilling			?	?	?	?	?	?	?	
2.	Sengen	Senge	mittel	0	1	3	0	3	1	1	
3.	Kalandern	Kalander		0	0	1	0	0	0	0	
4.		Jigger	hoch								
4.1	Bleichen			2	3	1	3	1	0	1	
4.2	Ausrüsten (Wolle)			?	?	?	?	?	?	?	
5.	Foulardieren	Foulard	mittel								
5.1	Scotchgard			3	1	1	3	0	0	1	Flottenhaltbarkeit
				Bewertungsschema:							
				0=nichts ? = unbekannt							
				1=unbed. hins. Menge/Umw.							
				2=mittel hins. Menge/Umw.							
				3=kritisch hins. Menge/Umw.							

Tabelle 2: Beispiel für Prozessbewertung

⁴⁶ Daten fanden sich vorwiegend in den Abrechnungssystemen des (Technischen) Einkaufs, des Verkaufs sowie in Aufzeichnungen über Abwassermengen und -frachten sowie Emissionen in die Luft und Gefahrstoffregistern der Produktion bzw. Technik.

Um die besonders umweltbelastenden Prozesse zu bestimmen, wurde eine subjektive, abschätzende Bewertung des Verbrauchs an Hilfsstoffen, Energie und Wasser sowie des Anfalls von Abwasser, Abluft, Abfall und Lärm durch Fachleute aus Produktion und Anlagentechnik hinsichtlich Menge und Umweltrelevanz durchgeführt.

Tabelle 2 veranschaulicht die Vorgehensweise. Diese Flüsse wurden zunächst jeweils hinsichtlich ihrer Menge bezogen auf das gewünschte Produkt des Prozesses sowie hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz nach einer Punkteskala zwischen 0 und 3 bewertet. Um zudem die mengenmäßige Relevanz des Prozesses abschätzen zu können, wurde zusätzlich die gesamte Produktionsmenge des Prozesses bezogen auf ein Jahr im Vergleich zu den anderen Prozessen abgeschätzt. Bei der Bewertungsmethode handelt es sich also um eine Kombination von ABC- und XYZ-Analyse.

3.3.1.3 Qualitative Umweltprüfung

Die qualitative Umweltprüfung ergab, dass bei vielen Unternehmen kein vollständiger Überblick über das für sie relevante Umweltrecht vorhanden ist. Ein Großteil der Unternehmen hatte Schwierigkeiten, eine Übersicht der für den Standort geltenden rechtlichen Vorgaben zu erstellen. Die entsprechenden Texte waren oft nicht vollständig und nicht auf dem aktuellen Stand verfügbar.

Die Gründe hierfür sind vielfältig. Die Systematik des Umweltrechts ist sehr komplex und die konkreten Anforderungen an ein Unternehmen (Betreiberpflichten) lassen sich aus den Texten nur schwer herausfiltern. Von den Fachverbänden erhalten die Unternehmen zwar Hinweise auf Gesetzesänderungen, aber in der Regel keine vollständigen Gesetzestexte oder nähere Erläuterungen.

Der Grund dafür, dass trotz der fehlenden Übersicht die rechtlichen Anforderungen weitgehend erfüllt werden, liegt darin, dass ein Großteil des Umweltrechts von den Behörden in Rechtsbescheide und Auflagen umgesetzt wird, die sich konkret auf das Unternehmen bzw. auf eine spezielle Anlage beziehen. Umgekehrt zeigte sich gerade in denjenigen Bereichen Handlungsbedarf, wo rechtliche Vorgaben ohne behördliche Bescheide umgesetzt werden müssen. Typische Beispiele hierfür sind der 5. Abschnitt der GefStoffV sowie die Kennzeichnungspflichten der VAWS (§26 VAWS).

Ein aktives Beobachten des nationalen und europäischen Umweltrechts könnte den Unternehmen lange vor einem konkreten Rechtsbescheid wichtige Informationen liefern, die eine frühzeitige Planung ermöglichen. Das Risiko, kurzfristig auf Behördenvorgaben reagieren zu müssen, könnte somit deutlich verringert werden.

Die technischen und organisatorischen Verbesserungspotenziale der Projektteilnehmer waren sehr unternehmensspezifisch. Die Potenziale konzentrierten sich bei Unternehmen mit Veredelungsprozessen auf die Reduzierung des spezifischen Wasserverbrauchs und der Abwasserfrachten sowie auf die Energieeinsparung durch Verbesserung der bestehenden Anlagen⁴⁷ und der Verfahren⁴⁸. In Stufen der Garn- und Flächenherstellung sowie der Konfektion konzen-

⁴⁷ z.B. durch den Einsatz von MSR-Technik, oder durch bessere Isolation

⁴⁸ z.B. durch Optimierung der Rezepturen

trierten sich die Verbesserungspotenziale auf Maßnahmen zur Abfallreduzierung sowie zur Energieeinsparung.

In der Regel wurden bei den Unternehmen keine gesetzlich vorgeschriebenen Beauftragte gefordert.

3.3.2 Struktur des betrieblichen Umweltregelungssystems

Um die erkannten Schwächen anzugehen und um Verbesserungspotenziale regelmäßig zu erkennen und dauerhaft zu nutzen, wurde das Umweltmanagementsystem in Form eines hierarchischen *Umweltregelungssystem*, das sich aus ineinander verschachtelten Regelkreisen zusammensetzt, realisiert. Abbildung 9 zeigt den übergeordneten Regelkreis des Umweltregelungssystems. Seine Teilsysteme wurden nach ihren Hauptfunktionen für den übergeordneten Regelkreis bezeichnet. Jedes der Teilsysteme beinhaltet seinerseits wiederum Regelungssysteme, die sich aus Reglern sowie Mess- und Stellgliedern zusammensetzen.

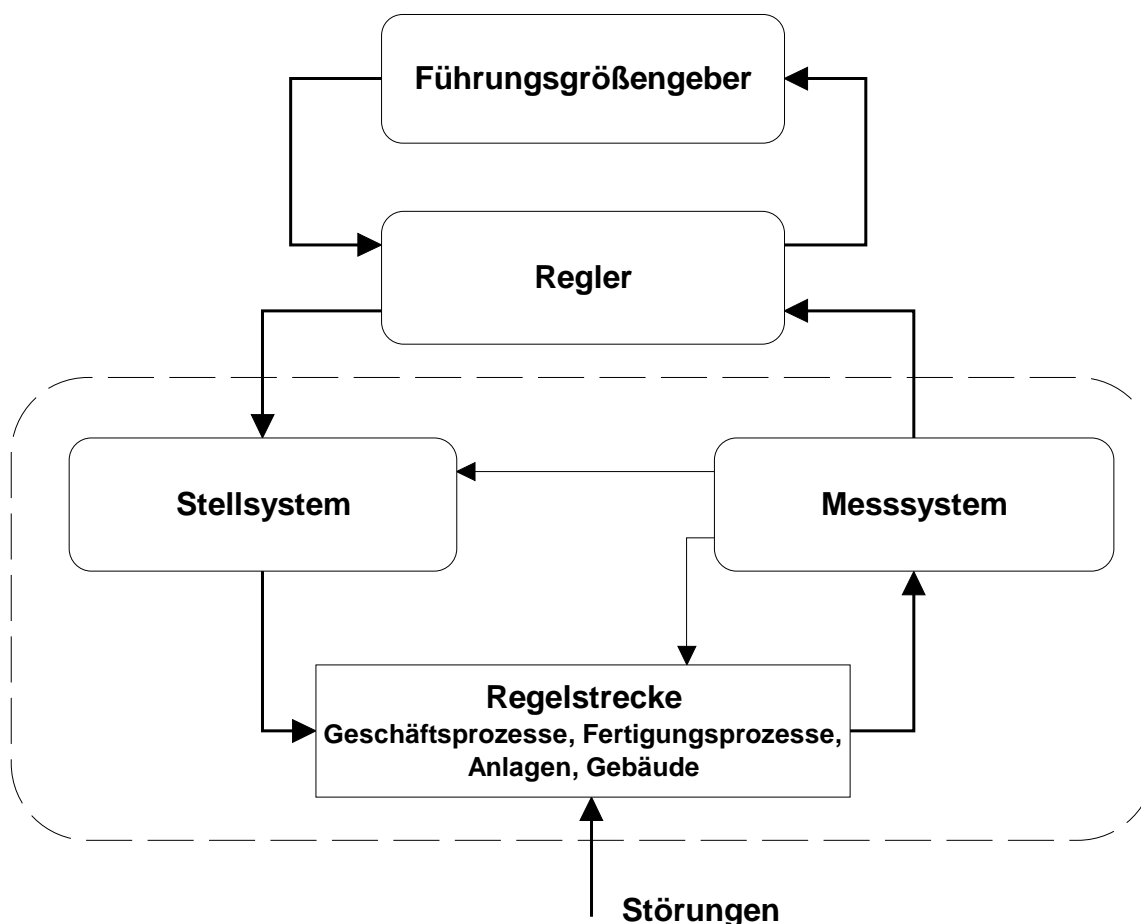


Abbildung 9: Grundstruktur des Umweltregelungssystems

Die *Regelstrecke* bildet die mit dem Wertschöpfungsprozess verbundene bzw. für ihn benötigte technische und organisatorische Struktur. Der technische Teil der Struktur setzt sich zusammen aus den Fertigungsprozessen, den Anlagen und den Gebäuden. Der organisatorische

Teil der Struktur bildet die Aufbau- und Ablauforganisation. Die Umweltleistung⁴⁹ stellt die übergeordnete *Regelgröße* dar. Sie soll kontinuierlich gesteigert werden. Das jeweils erreichte Niveau der Umweltleistung soll zudem sicher gehalten werden können.

Dem Umweltregelungssystem können somit regelungstechnisch ausgedrückt zwei prinzipielle Aufgaben zugeordnet werden. Die erste Aufgabe besteht darin, eine *Folgeregelung* zu realisieren. Hier soll die Führungsgröße verändert werden und die Regelgröße dieser neuen Führungsgröße nachgeführt werden. Die zweite Aufgabe besteht in der Realisierung einer *Festpunktregelung*. Hier soll die Regelgröße bei konstanter Führungsgröße ebenfalls konstant gehalten werden. Hierzu müssen Abweichungen der Regelgröße gegenüber der Führungsgröße aufgrund von Störungen, die auf die Regelstrecke einwirken, erkannt und kompensiert werden.

Die Aufgabe des *Führungsgrößengebers* im übergeordneten Regelkreis besteht darin, die Führungsgrößen für die Folgeregelung festzulegen und geeignete Stelleingriffe zu planen. Die Umsetzung der Stelleingriffe erfolgt dann durch den nachgeordneten *Regler*, mit dem auf die Strukturen der Regelstrecke Einfluss genommen werden kann. Dazu bedient er sich eines geeigneten *Stellsystems*, das seinerseits gewisse Kontrollfunktionen hat. Die Aufgabe des *Messsystems* besteht darin, sowohl unmittelbar für den Regler als auch mittelbar für den Führungsgrößengeber geeignete Informationen über die Strecke zu liefern. Gleichzeitig hat das Messsystem aber auch die Aufgabe, Störungen der Strecke gemeinsam mit dem Stellsystem im Sinne einer *Festpunktregelung* zu kompensieren und so den Führungsgrößengeber und den Regler zu entlasten. Streng genommen haben – wie oben bereits angedeutet – auch das Stellsystem und das Messsystem wiederum Reglerfunktionen. In Abbildung 9 ist dies durch dünn gezeichnete Informationslinien angedeutet. Die Teilsysteme werden deshalb nachfolgend auch durch Grundelemente⁵⁰ modelliert.

Im Folgenden werden die Teilsysteme des übergeordneten Regelkreises im Detail beschrieben.

3.3.2.1 Der Führungsgrößengeber

Die Umweltziele stellen die *Führungsgrößen für die Umweltleistung* dar. Sie beziehen sich zum einen auf die Organisationsstruktur (Aufbau- und Ablauforganisation) und zum anderen auf die Material- und Energieflüsse, die sich aus dem Wertschöpfungsprozess ergeben. Sie werden nicht von außen, sondern vom Unternehmen selbst vorgegeben - ausgehend von seiner Umweltpolitik und unter Berücksichtigung unternehmensexterner Anforderungen. Um eine ständige Verbesserung der Umweltleistung zu erzielen, muss die Erreichung der Größen kontinuierlich überwacht werden und müssen neue Größen, die eine Verbesserung im Vergleich zu den bisherigen Vorgaben darstellen, vom Unternehmen selbst festgelegt werden. Der Prozess der kontinuierlichen Verbesserung muss dabei nicht in allen Tätigkeitsbereichen

⁴⁹ Zur Definition und Bewertung der Umweltleistung vgl. Abschnitt 3.2.3.1 "Umweltleistungsbewertung", S. 35ff dieser Arbeit. Zur Unterstützung der Umweltleistungsbewertung mit Hilfe eines Umweltkennzahlensystems vgl. Abschnitt 3.4.3 "Umweltkennzahlensystem", S. 50f dieser Arbeit.

⁵⁰ Vgl. S. 34-34 dieser Arbeit

gleichzeitig erfolgen. Vielmehr können über die Jahre hinweg einzelne Bereiche ausgewählt und gezielt verbessert werden, bevor andere Bereiche an die Reihe kommen.

Es bedarf daher eines *Führungsgrößengebers*, der die tatsächliche Umweltleistung entsprechend bewertet und auf Basis von Verbesserungspotenzialen sowie veränderten unternehmensexternen Anforderungen neue Vorgaben für die Umweltleistung setzt sowie die nötigen Stelleingriffe plant.

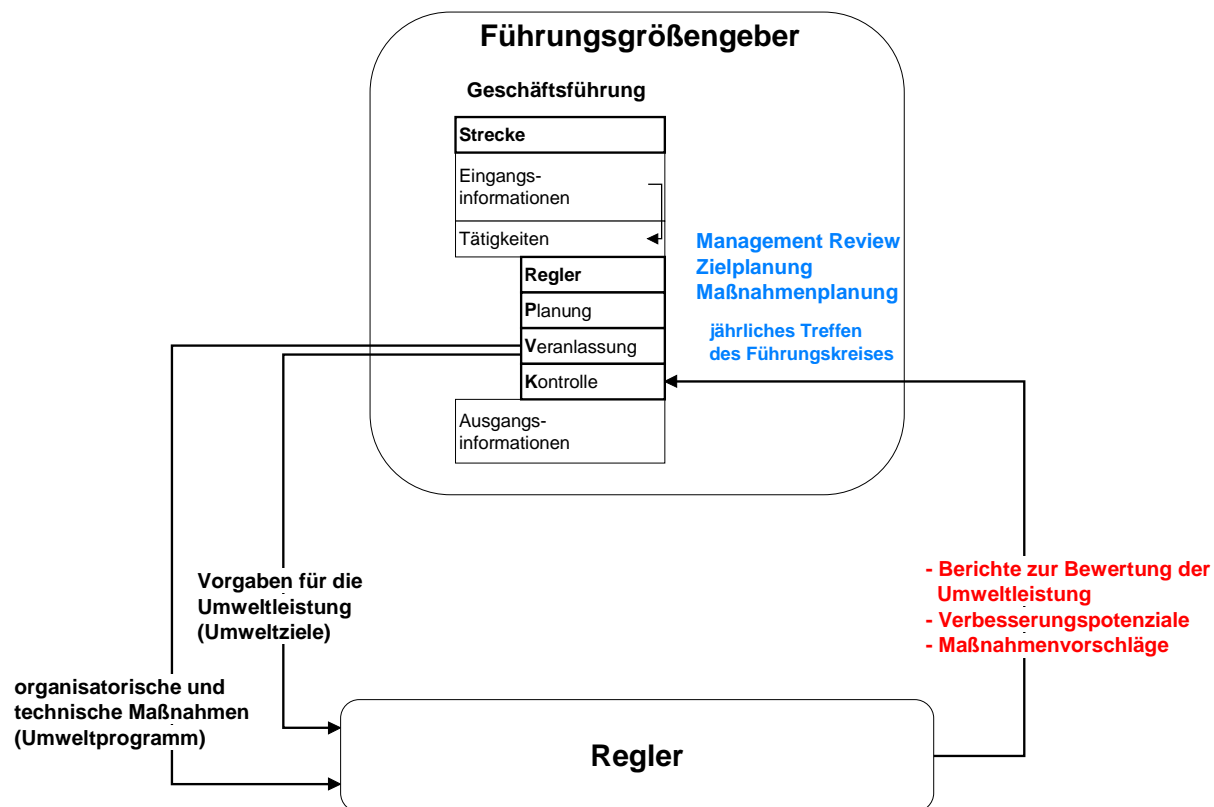


Abbildung 10: Realisierung des Führungsgrößengebers im Umweltregelungssystem

Abbildung 10 zeigt die Realisierung des Führungsgrößengebers im Umweltregelungssystem. Der Führungsgrößengeber wurde in den Prozess des Management Review, das in der Regel ein mal jährlich durchgeführt wird, integriert. Im Management Review wird die Unternehmenstätigkeit aus verschiedenen Perspektiven bewertet.

Die Umweltleistung wird dabei auf Basis der folgenden Eingangsinformationen bewertet:

- Umweltziele (Führungsgrößen für die Umweltleistung)
- Inhalte und Umsetzung des Umweltprogramms (Maßnahmen, Bearbeitungsstand)
- Entwicklung umweltbezogener Kennzahlen (relative Ressourcenverbräuche, Emissionen, Abfälle)
- Ergebnisse von internen Audits und Betriebsbegehungen
- Berichte über umweltrelevante Vorfälle (Unfälle, Notfälle)
- Unternehmensexterne Anforderungen und Anfragen (Öffentlichkeit, Gesetzgeber, Kunden)

Zudem stellt die Prioritätenliste, die in der qualitativen Umweltprüfung erarbeitet wurde, bis zur ihrer vollständigen Abarbeitung eine wichtige Eingangsinformation für das Management Review dar.

Aus der Bewertung werden neue Umweltziele abgeleitet. Parallel hierzu werden im Umweltprogramm die Maßnahmen technischer oder organisatorischer Art sowie die hierfür bereitgestellten Mittel geplant, mit denen die Umweltziele erreicht werden sollen. Im Umweltprogramm werden somit regelungstechnisch gesehen die *Führungsgrößen* festgelegt.

3.3.2.2 Der Regler und das Stellsystem

Die Realisierung der Führungsgrößen durch eine Planung und Umsetzung geeigneter Stelleingriffe sowie die Kontrolle ihrer Umsetzung und Wirksamkeit sind Aufgabe des *Reglers* und des *Stellsystems*. Ihre Realisierung ist in Abbildung 11 dargestellt.

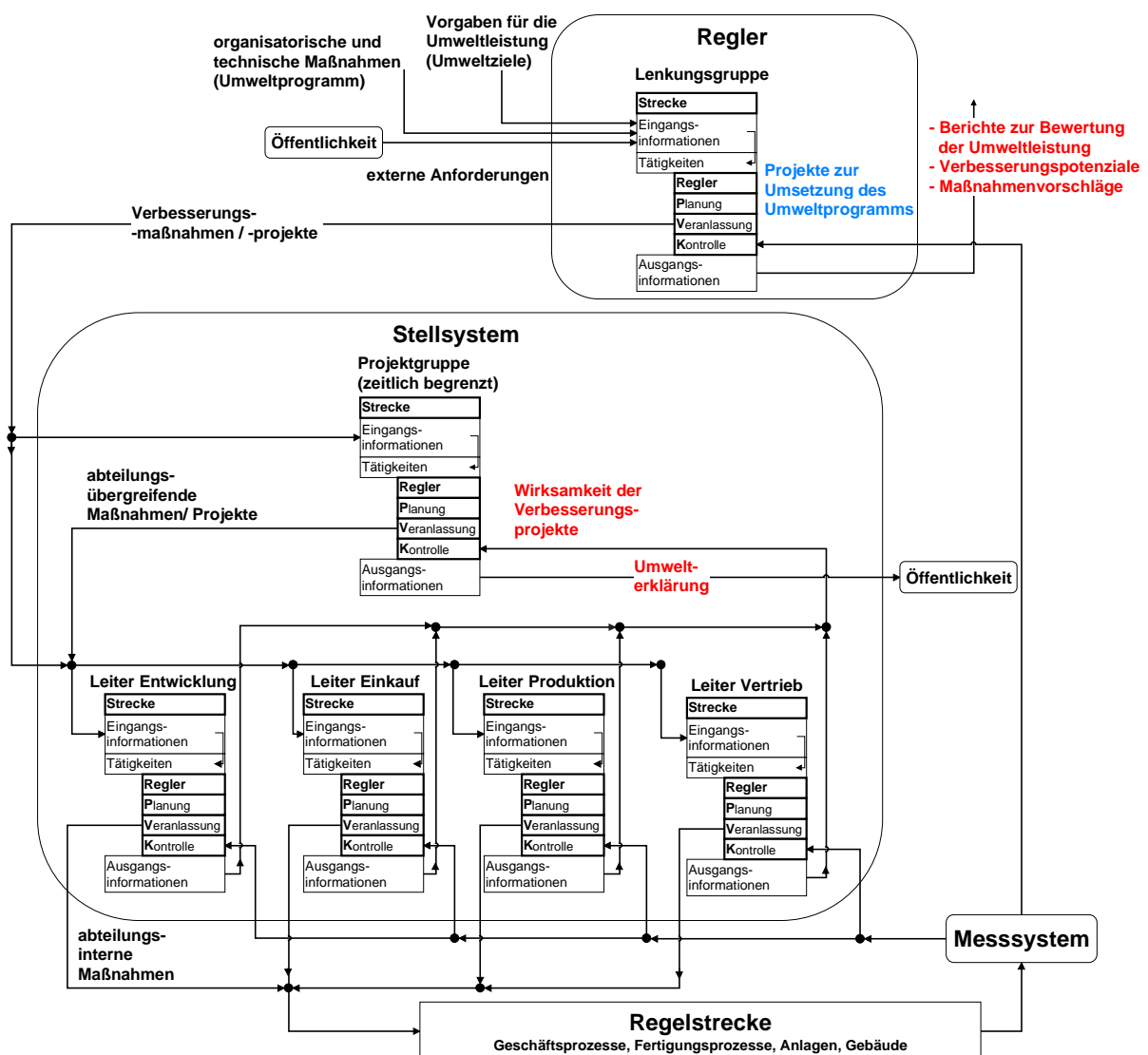


Abbildung 11: Realisierung des Reglers und des Stellsystems im Umweltregelungssystem

Aufgrund der Komplexität der Regelstrecke können die Stelleingriffe sowohl hinsichtlich der eingesetzten Methode als auch hinsichtlich des Ortes, an dem sie ansetzen, sehr unterschiedlich sein. So stellen die Änderungen einer Fertigungsvorschrift an einer Anlage, die Schulun-

gen der Mitarbeiter oder die Umgestaltung von Geschäftsprozessen Beispiele für Stelleingriffe dar.

Um dieser Vielfalt gerecht zu werden, setzt sich das Stellsystem variabel aus zwei Hierarchiestufen zusammen. Innerhalb der Zuständigkeitsgrenzen der einzelnen Fachabteilungen planen, veranlassen und kontrollieren die jeweiligen Abteilungsleiter die Stelleingriffe. Sie bilden die erste Hierarchiestufe. Um insbesondere auch abteilungs- und funktionsübergreifende Stelleingriffe realisieren zu können, kann gegebenenfalls zusätzlich eine den Abteilungsleitern übergeordnete Hierarchiestufe gebildet werden. Diese zweite Hierarchiestufe bilden Projektgruppen, die aufgrund der verschiedenartigen Aufgabenstellungen im Umweltprogramm sowie der unterschiedlich verfügbaren Ressourcen *flexibel* gebildet werden⁵¹.

Die Maßnahmen der Abteilungsleiter und der Projektgruppen werden durch den vorgeschalteten *Regler* veranlasst und koordiniert. Grundlage hierfür sind die Vorgabeinformationen des Führungsgrößengebers sowie die Informationen mit Rückmeldecharakter durch das Messsystem. Der Regler wird durch eine *abteilungsübergreifende Lenkungsgruppe* gebildet. In der Praxis zeigte sich, dass sich Lenkungsgruppen, die sich ausschließlich für den Umweltschutz einsetzen, insbesondere in kleinen Unternehmen nicht realisieren lassen. Es bewährte sich vielmehr, wenn etablierte Arbeitsgruppen (z.B. Qualitätszirkel oder Arbeitssicherheitsausschüsse) zusätzlich Umweltthemen bearbeiten. Für den Aufbau der Lenkungsgruppe erwiesen sich je nach Unternehmensgröße unterschiedliche Strukturen als sinnvoll. Kleinere Unternehmen institutionalisierten nur den Umweltmanagementbeauftragten. Bei größeren Unternehmen erwies es sich als vorteilhaft, ergänzend zur Lenkungsgruppe weitere Gruppen zu bilden, z.B. eine Lenkungsgruppe von Abteilungsleitern und einem Mitglied der Geschäftsführung und zusätzlich eine Gruppe für Qualität, Umwelt und Arbeitsschutz auf Meisterebene.

3.3.2.3 Das Messsystem

Aufgabe des Messsystems ist es, die benötigten Informationen über den Zustand der Regelstrecke bereitzustellen. Zudem soll das Messsystem zusammen mit dem Stellsystem durch eine geeignete Überwachung bzw. Regelung relevanter Material- und Energieflüsse, Anlagen und Geschäftsprozesse die Strukturen der Regelstrecke sichern und gegenüber Störungen, die auf die Regelstrecke einwirken, stabilisieren.

Hierfür müssen für einzelne Messgrößen *Abweichungen* definiert werden, bei deren Auftreten wiederum durch Stelleingriffe regelnd auf die Regelstrecke Einfluss genommen wird. Neben den Messgrößen und den hierfür geeigneten Messmethoden muss das Messsystem daher zudem auf der Basis externer und interner Vorgaben seinerseits Sollgrößen für die Messgrößen sowie ggf. geeignete Korrektur- und Vorbeugemaßnahmen festlegen.

In Tabelle 3 sind mögliche Arten von Abweichungen dargestellt. Des weiteren zeigt die Tabelle für die verschiedenen Arten von Abweichungen geeignete Messmethoden und Referenzgrößen, in denen die Sollgrößen für die einzelnen Messgrößen sowie ggf. Sofortmaßnahmen zur Korrektur- bzw. Vorbeugung hinterlegt sind.

⁵¹ Dieses Konzept der "flexiblen Projektgruppen" wurde bereits von Mühlendahl für organisationsentwickelnde Qualitätsregelkreise erfolgreich angewendet. Vgl. Mühlendahl (2001), S. 67-69

Art der Abweichung:	Methoden zum Erkennen der Abweichung (Messmethode):	Referenz (Sollgrößen + Sofortmaßnahmen):
Organisatorische Festlegungen werden nicht eingehalten (z.B. Abfalltrennung wird nicht eingehalten, Wartungsintervalle werden nicht eingehalten)	<ul style="list-style-type: none"> - Interne Audits (ex ante, ex post) - Aufmerksamkeit der Mitarbeiter (ex ante, ex post) 	Aufbau- und Ablaufbeschreibungen (Verfahrens-, Betriebs- und Arbeitsanweisungen)
Anlagen und Infrastruktur erfüllen nicht die Vorgaben (z.B. undichte Rohrleitungen, Risse in Böden, defekte Sprinkleranlage, fehlende Sicherheitsvorkehrungen an Tanks)	<ul style="list-style-type: none"> - Interne oder behördliche Überwachungen (ex post) - Aufmerksamkeit der Mitarbeiter (ex ante, ex post) - Interne Audits (ex ante, ex post) 	Mess- und Überwachungspläne (Wartungspläne)
Verbräuche und Emissionen der Fertigungsprozesse liegen außerhalb von Grenzwerten (z.B. Grenzwertverletzungen bei Abwasserströmen)	<ul style="list-style-type: none"> - Messungen (vorrangig ex post) 	Mess- und Überwachungspläne
Unfälle, Notfälle (z.B. auslaufende Behälter, Verschüttungen, Brand)	<ul style="list-style-type: none"> - Aufmerksamkeit der Mitarbeiter (ex ante, ex post) - Risikoanalyse (ex ante) 	Wissen aufgrund von Qualifikation, Berufserfahrung, Schulung und Weiterbildung

Tabelle 3: Methoden zum Erkennen von Abweichungen

Die in Tabelle 3 aufgeführten Arten von Abweichungen zeigen, dass sie sich entweder auf die technische oder auf die organisatorische Struktur der Regelstrecke beziehen. Entsprechend wurde die Struktur des Messsystems, das in Abbildung 12 dargestellt ist, unterteilt in zwei parallele mit einander verkoppelte Regelungssysteme. Das erste Regelungssystem dient zur Überwachung und Messung der *technischen* Struktur der Regelstrecke. Das zweite Regelungssystem dient vorrangig zur Überwachung der *organisatorischen* Struktur der Regelstrecke. Beide Regelungssysteme sind ihrerseits wiederum hierarchisch aufgebaut. Für die übergeordneten Teilsysteme (Führungsgrößengeber und Regler) sowie für das vorgeordnete Stellsystem liefern die beiden Regelungssysteme gefilterte bzw. aggregierte Informationen über die Regelstrecke. Im Folgenden wird die Funktionsweise der beiden Regelungssysteme erläutert.

Das erste Regelungssystem basiert auf *Mess- und Überwachungsplänen*. Es soll die Produktion sichern und mögliche Umwelteinwirkungen, verursacht durch Störungen an technischen Einrichtungen, vermeiden, bzw. bereits eingetretene negative Umwelteinwirkungen begrenzen. Es setzt unmittelbar bei den technischen Prozessen in der Phase der Produktion an.

Die Leitung der Produktion ist daher in der Regel für den Aufbau der Reglerstrukturen verantwortlich. Sie veranlasst die Erstellung von Mess- und Überwachungsplänen sowie Notfallplänen. Die Mess- und Überwachungspläne können sich auf relevante Material- und Energieflüsse, z.B. die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten beim Kesselhaus, Anlagen oder Gebäude beziehen. Relevante Anlagen können neben Produktionsanlagen auch Anlagen zum Lagern oder Anlagen zur Notfallvorsorge, wie z.B. Sprinkleranlagen sein. Oft wurde daher

auch die Betriebs-Technik für die Erstellung der Pläne hinzugezogen. Je nach Größe der Produktion wurden verschiedene weitere Stellen für Erstellung der Pläne beauftragt.

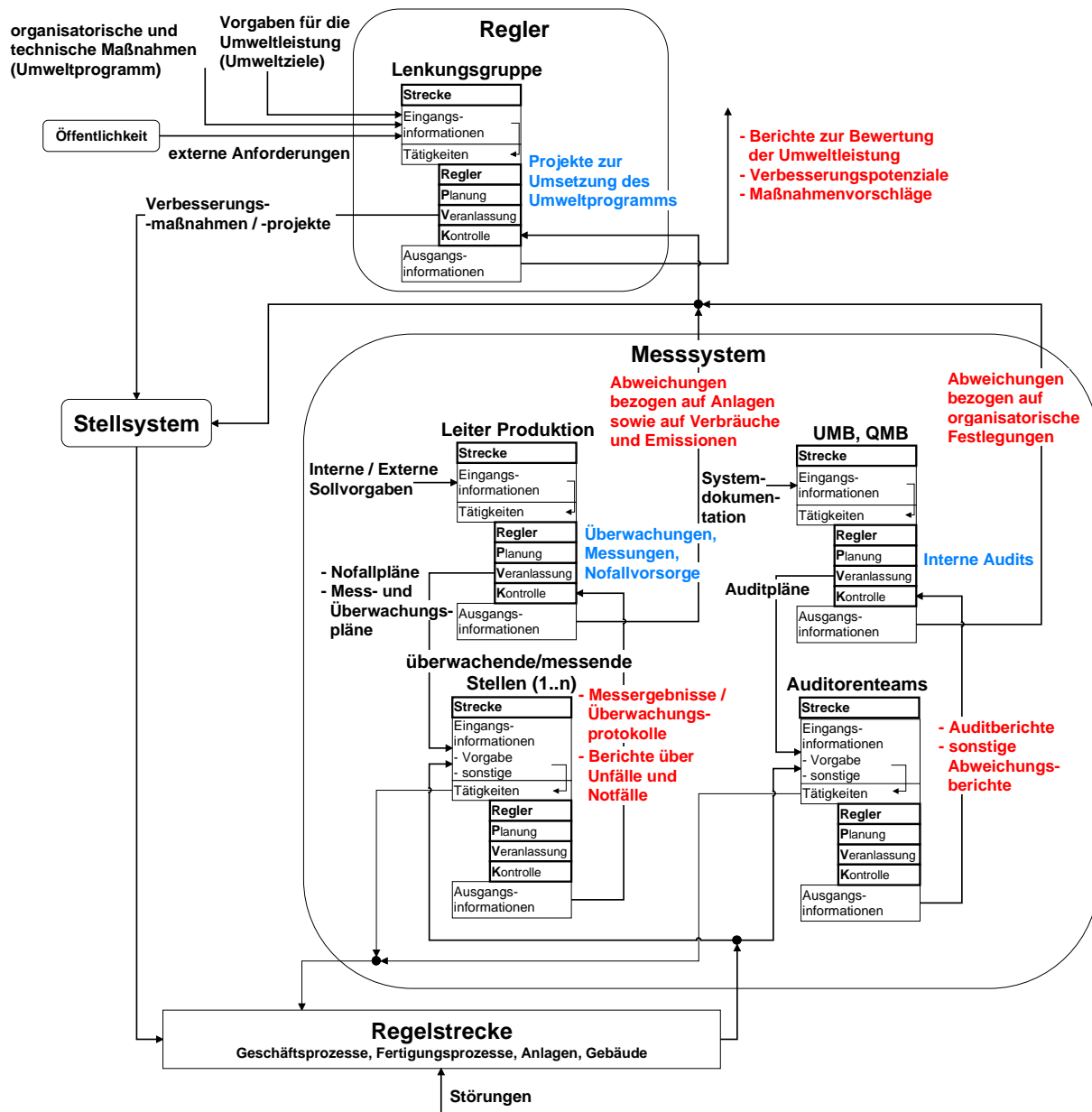


Abbildung 12: Realisierung des Messsystems im Umweltregelungssystem

Jeder Mess- und Überwachungsplan beschreibt für sich gesehen einen eigenen Regelkreis: Werden von einer messenden oder überwachenden Stelle Abweichungen festgestellt, werden zunächst die in den Mess- und Überwachungsplänen bzw. bei einem Not- oder Unfall die in Notfallplänen beschriebenen Sofortmaßnahmen ausgeführt, um die Auswirkungen der Abweichung zu begrenzen⁵². Nach dem Abschluss der Sofortmaßnahmen informiert die messende oder überwachende Stelle die Produktionsleitung über die Abweichung. Diese überprüft die bereits getroffenen Maßnahmen, veranlasst ggf. eine Überarbeitung des Mess- und Über-

⁵² In der Abbildung 12 wird dies durch den dünnen Pfeil von der Tätigkeit, die die überwachende/ messende Stelle als Strecke ausübt, auf die Regelstrecke dargestellt. Dieser Pfeils stellt somit keinen Informationsfluss sondern eine Tätigkeit dar.

wachungsplans und entscheidet, ob der Regler informiert werden muss, um ein wiederholtes Auftreten der Abweichung zu vermeiden oder ob abteilungsinterne Maßnahmen ausreichend sind, die sie dann in ihrer Funktion als Stellglied veranlasst und kontrolliert.

Das zweite Regelungssystem basiert auf *Auditplänen*. Neben der Feststellung von technischen Abweichungen ist seine Zielsetzung vor allem, solche Abweichungen, die sich auf *organisatorische Festlegungen* beziehen, zu erkennen und zu beheben. Die Aufgabe von organisatorischen Festlegungen ist es, das Risiko von technischen Abweichungen zu vermeiden bzw. zu minimieren. Ein Beispiel hierfür ist die regelmäßige Durchführung von Mitarbeiterschulungen zum Umgang mit Gefahrstoffen. Zu den organisatorischen Festlegungen gehören daher auch die Mess- und Überwachungspläne des ersten Regelungssystems. Thema eines Audits kann z.B. die Einhaltung und die Wirksamkeit der Mess- und Überwachungspläne sein oder die Fragestellung, ob für eine bestimmte Anlage die Überwachung ausreichend ist. Die organisatorischen Festlegungen beziehen sich nicht nur auf die Phase der Produktion, sondern schließen auch die anderen Funktionen im Produktlebenszyklus, wie die Entwicklung und die Beschaffung, mit ein.

Für den Aufbau des zweiten Regelungssystems ist der Umweltmanagementbeauftragte (UMB), bei integrierten Systemen für Qualität und Umwelt in Zusammenarbeit mit dem Qualitätsmanagementbeauftragten (QMB), zuständig. In einem Auditplan werden, regelungstechnisch ausgedrückt, die Messgrößen und die Messglieder definiert. Messgrößen sind organisatorische Abläufe in einzelnen Abteilungen oder über Abteilungsgrenzen hinweg. Messglieder sind Auditorenteams, die nach Möglichkeit Kenntnisse des Umweltmanagementsystems sowie Fachkenntnisse im Umweltschutz und im Umweltrecht vereinen. Referenzgrundlage für die Audits stellen Festlegungen dar, die in der Systemdokumentation zusammengefasst werden.

Werden in einem Audit Abweichungen oder Verbesserungspotenziale erkannt, werden zunächst von den Fachabteilungen im Stellsystem Korrekturmaßnahmen eingeleitet. Der UMB erhält Rückmeldeinformationen von den Audits und überprüft die Wirksamkeit der Maßnahmen. Auf diese Weise kann er Abweichungen ermitteln, die in den auditierten Fachabteilungen alleine nicht wirksam gelöst werden konnten, z.B. weil dafür die Zusammenarbeit über Abteilungsgrenzen hinweg erforderlich ist. In solchen Fällen informiert er den Regler.

Beide Regelungssysteme werden somit in der Lenkungsgruppe im Regler zusammengeführt. Dort werden Projekte eingeleitet für korrigierende oder vorbeugende Stelleingriffe bei Abweichungen, die nur mit aufwendigen technischen oder organisatorischen Maßnahmen verhindert werden können. Die Lenkungsgruppe gibt wiederum Rückmeldeinformationen zur Geschäftsführung. Damit wird eine Verbindung des Messsystems zum Führungsgrößengeber hergestellt.

Im Folgenden werden ausgewählte Methoden und Instrumente, die zur Unterstützung des Reglers, des Mess- und des Stellsystems zum Einsatz kamen, beschrieben.

3.4 Methoden und Instrumente des betrieblichen Umweltregelungssystems

Um die Funktionsweise des beschriebenen Umweltregelungssystems sicherzustellen, bedarf es geeigneter Methoden und Instrumente. Ihre Aufgabe ist es, die Regel-, Mess- und Stellfunktionen des Umweltregelungssystems zu unterstützen. Nachfolgend wird die Realisierung der folgenden Methoden und Instrumente beschrieben: das *Projektmanagement*, die *Internen Audits*, das *Umweltkennzahlensystem*, die *Risiko- und Vorsorgeplanung* und die *Systemdokumentation*. Dabei wird insbesondere auf ihre jeweilige Funktion im Umweltregelungssystem eingegangen.

3.4.1 Projektmanagement

Projekte stellen im Umweltregelungssystem das primäre Stellglied dar, um Veränderungen an der Regelstrecke vorzunehmen, sei es um die Umweltleistung zu verbessern oder um Abweichungen zu korrigieren oder vorzubeugen.

Zur administrativen Verwaltung von Projekten konnten in der Regel bestehende Verfahren zur Projektverwaltung genutzt werden. Ein Instrument bildeten z.B. Projektkarten, die administrative Informationen wie Projekttitle, Auftraggeber, Projektleiter, Budget und Erledigungstermin zusammen mit der kurz gefassten Aufgabenstellung und einem Ergebnisbericht enthalten⁵³.

3.4.2 Interne Audits

Interne Audits unterstützen im Umweltregelungssystem vorrangig das Messsystem, um Abweichungen und Verbesserungspotenziale in Bezug auf festgelegte Anforderungen zu erkennen. Da die Methode durch Berichts- und Überwachungsverfahren auch die Umsetzung von Korrektur- und Vorbeugemaßnahmen unterstützt, unterstützt die Methode auch Stell-eingriffe.⁵⁴

Zudem können interne Audits eine wirksame Methode darstellen, um die Rechtskonformität des Unternehmens sicherzustellen. Voraussetzung hierfür sind entsprechend qualifizierte Auditoren sowie ein Prozess, in dem regelmäßig die Relevanz rechtlicher Vorgaben für das Unternehmen überprüft wird und die Vorgaben, die sich aus den als relevant erkannten Rechtsvorschriften ableiten, in die betriebliche Systemdokumentation mit Referenzen zu den rechtlichen Vorgaben aufgenommen werden. Gerade dieser Prozess lässt sich in den Unternehmen derzeit nur schwer umsetzen. Die Ermittlung der gültigen Gesetze kann durch Softwareanwendungen, welche die gültigen Rechtsvorschriften in Verbindung mit Recherchewerkzeugen zur Verfügung stellen, nur teilweise unterstützt werden. Eine gewisse Unterstützung bei der

⁵³ Zum Projektmanagement gibt es im Schrifttum zahlreiche Veröffentlichungen, sodass an dieser Stelle darauf verwiesen werden kann. Speziell für das Projektmanagement im betrieblichen Umweltschutz vgl. z.B. Abresch (2001).

⁵⁴ Zum Ablauf von Audits vgl. Pautmeier (2001). Praxisbeispiele für Auditfeststellungen bei Umweltaudits finden sich zudem in Myska (2001). Vgl. auch Abschnitt 3.2.3.2 "Umweltaudits", S. 37 dieser Arbeit

Ermittlung erhalten die Unternehmen auch von den Verbänden und den Industrie- und Handelskammern, die Unternehmen über neue Gesetze oder Gesetzesänderungen informieren. Aber das darauf folgende Herausfiltern der für das Unternehmen konkreten Forderungen sowie die Umsetzung dieser Forderungen in Handlungsanweisungen, z.B. in Form von Arbeitsanweisungen oder Überwachungsplänen, lässt sich derzeit nur schwer realisieren.

3.4.3 Umweltkennzahlensystem

Audits liefern qualitative Informationen über die Umweltleistung. Um ergänzend *quantitative* Informationen über die Umweltleistung kontinuierlich bereitzustellen, wurde ein Prozess Umweltcontrolling, der die kontinuierlichen Beschaffung und Aufbereitung von Kennzahlen beinhaltet, errichtet. Der Prozess Umweltcontrolling beschränkt sich auf die Beschaffung und Auswertung von operativen Leistungskennzahlen. Managementkennzahlen wurden in das Kennzahlensystem nicht aufgenommen, da über die Auditberichte bereits ausreichende Informationen über die Leistung der Managementaktivitäten zur Verfügung gestellt werden.

Das Umweltkennzahlensystem unterstützt insbesondere den Informationsfluss vom Messsystem zu dem Führungsgrößengeber sowie dem Regler- und dem Stellsystem, indem es die Daten des Messsystems aggregiert und filtert. Die Umweltkennzahlen sind Eingangsgrößen in das Management Review der Geschäftsführung sowie für die Lenkungsgruppe zur Koordination der Projekte. Zudem liefert das Umweltcontrolling die Datenbasis, die für die Erfüllung der Berichtspflichten an die Öffentlichkeit benötigt werden, wie sie z.B. bei der Teilnahme an EMAS gefordert werden.

Aufgrund der mangelnden Daten war bei den Unternehmen zunächst primäres Ziel, die Datenerhebungs- und Auswerteverfahren so weit zu standardisieren, dass es mit tolerierbarem Aufwand möglich wird, die Material- und Energieflüsse auf Betriebsebene kontinuierlich fortzuschreiben und Kennzahlen zu bilden. Auf der Prozessebene sollten nur für bestimmte Prozesse die Material- und Energieflüsse erfasst werden. Dies waren Prozesse für die Umweltziele festgelegt waren oder Prozesse über die mehr Prozesswissen verfügbar gemacht werden sollte, um Ziele festlegen zu können. Eine regelmäßige Erfassung der Material- und Energieflüsse für sämtliche Prozesse wurde jedoch nicht angestrebt.

Ausgehend von den Ergebnissen der quantitativen Umweltprüfung und den festgelegten Umweltzielen wurden die wesentlichen Material- und Energieflüsse in Gruppen eingeteilt. Sofern nötig wurden für umweltrelevante Prozesse zusätzliche Messungen veranlasst. Für jede Gruppe wurde ein eigenständiger Bericht mit *zielbezogenen Kennzahlen* definiert. Die Verantwortlichkeiten und die Verfahren für die Berichtserstellung, die Zeitintervalle für die Aktualisierung der Berichte und die benötigten Basisaufzeichnung wurden festgelegt. Tabelle 13 und Tabelle 14 im Anhang A zeigen für ein Beispielunternehmen das Kennzahlensystem sowie die Verantwortlichkeiten für die kontinuierliche Erfassung, Auswertung und Archivierung der Daten. Das Kennzahlensystem ist nicht statisch, sondern wird im Rahmen des Management Reviews und durch die Lenkungsgruppe überprüft und gegebenenfalls überarbeitet.

Mit Hilfe des Berichtssystems wird eine kontinuierlich wachsende Datenbasis der Material- und Energieflüsse geschaffen, auf der Kennzahlen und Zeitreihen durch entsprechende Abfra-

gen frei definiert werden können. Die Aufbereitung der Daten wurde in den meisten Unternehmen durch Tabellenkalkulationsprogramme, wie z.B. Excel, unterstützt. Der volle Nutzen durch das Umweltcontrolling bei der Zieldefinition stellt sich mittelfristig ein, wenn Vergleichsdaten über mehrere Jahre verfügbar sind. Mit solchen Zeitreihen kann dann ausreichendes Wissen über das Verhalten der Material- und Energieflüsse gewonnen werden, welche die Planung von anspruchsvollen und gleichermaßen realistischen Vorgaben für die Umweltleistung ermöglicht. Dieses Wissen dient auch zur Überarbeitung des Kennzahlensystems selbst. Es zeigte sich z.B., dass die Aussagekraft von Effizienzkennzahlen auf der Ebene der Betriebsbilanz, z.B. Gesamtenergieverbrauch im Verhältnis zur produzierten Fertigware, für jeden Standort gesondert überprüft werden muss. Artikelwechsel und damit verbundene Verschiebungen in der Auslastung der Prozesse erschweren die Vergleichbarkeit der Kennzahlen über die Zeit.

3.4.4 Risikoanalyse und Vorsorgeplanung

Das Umweltkennzahlensystem und die internen Audits unterstützen vorrangig eine ex post Regelung. Eine ex ante Regelung, derer es für eine Minimierung von Umweltrisiken bedarf, können sie alleine nur bedingt unterstützen. Für eine ex ante Regelung bedarf es weiterer Methoden, die unter anderem die Umweltkennzahlen und die Ergebnisse der internen Audits als Eingangsgrößen verwenden.

Für die Risikoanalyse und Vorsorgeplanung wurde eine Methode entwickelt, die sich an das PAAG Verfahren anlehnt, das in der chemischen Industrie entwickelt wurde⁵⁵.

Die Methode setzt sich aus aufeinander aufbauenden Teilschritten zusammen. Zuerst werden Störmöglichkeiten für das betrachtete System prognostiziert. Eingangsinformationen hierfür sind neben der Auswertung von Berichten des Umweltkennzahlensystems und Abweichungsberichten die Auswertung vergangener Notfallübungen, Störfälle oder abnormaler Betriebsbedingungen. Die Liste der erkannten Störmöglichkeiten ist Ansatzpunkt für die Abschätzung der Auswirkungen und die Entwicklung geeigneter Gegenmaßnahmen.

Die einzelnen Teilschritte werden von Experten verschiedener Fachrichtungen im Rahmen von Brainstormingsitzungen bearbeitet. Idealerweise setzt sich ein Sitzungsteam zusammen aus Vertretern der Produktion und dem Arbeitsschutz, sowie dem Betriebsarzt und Vertretern der Werksfeuerwehr. Die Ergebnisse jeder Sitzung werden im Anschluss einer Sitzung in einem PAAG Verzeichnis dokumentiert.

Ergibt sich bei der Analyse Handlungsbedarf, ist der Umweltmanagementbeauftragte in Zusammenarbeit mit der Lenkungsgruppe dafür verantwortlich, ein Verbesserungsprojekt zu initiieren oder Vorschläge auszuarbeiten, die der Geschäftsführung für die Aufnahme in das Umweltprogramm vorgelegt werden.

Die Methode ist auf Systeme aller Art anwendbar. Solche Systeme können technische Anlagen wie z.B. Produktionsbetriebe, Lager, Transportsysteme, und organisatorische Abläufe wie

⁵⁵ Vgl. BG Chemie (1990), PAAG ist die Abkürzung für Prognose von Störungen, Auffinden der Ursachen, Abschätzen der Auswirkungen, Gegenmaßnahmen.

z.B. Betriebsvorschriften sein. Die Methode kann auf bestehende und auf geplante Systeme angewandt werden. Sie kann zyklisch oder ereignisgesteuert durchgeführt werden.

Die Methode wurde zunächst auf die derzeit bestehenden Gebäude und Anlagenkomplexe an den Unternehmensstandorten angewendet. Die Anwendung zeigte, dass sich neue oder veränderte Umweltrisiken insbesondere bei der Inbetriebnahme, dem Umbau oder der Stilllegung von Gebäuden oder Anlagen oder bei der Einführung neuer Verfahren in Verbindung mit neuen Hilfsmitteln ergeben. Eine Überprüfung der im PAAG Verzeichnis aufgeführten betrieblichen Notfall- und Gefahrenabwehrpläne und ihre eventuelle Überarbeitung wurde daher in die Prozesse Anlagenentwicklung und Produktentwicklung integriert. Bei einer eventuell notwendigen Überarbeitung der Pläne kann die PAAG Methode unterstützend angewendet werden.

3.4.5 Systemdokumentation

Die Systemdokumentation besteht aus zwei Bestandteilen: Dokumenten mit Vorgabecharakter und Aufzeichnungen mit Rückmeldecharakter. Beide können sowohl auf Papier oder in digitaler Form vorliegen.

Unternehmen, die bereits ein dokumentiertes Qualitätsmanagementsystem besaßen, integrierten die Vorgaben aus dem Umweltmanagement in die bestehende Systemdokumentation. Unternehmen, die kein Qualitätsmanagementsystem besaßen strukturierten die Dokumentation nach der im Qualitätsmanagement üblichen Form, die aus einem Handbuch mit ergänzenden Verfahrens- und Arbeitsanweisungen besteht.

Die Systemdokumentation übernimmt in dem Umweltregelungsmodell verschiedene Funktionen. Zum einen ist sie ein *Kommunikationsinstrument*, das die Übermittlung von Informationen mit Vorgabecharakter als auch mit Rückmeldecharakter unterstützt. Die Unterstützung kann sie jedoch nur leisten, wenn sie in Verbindung mit anderen Methoden, wie Schulungen oder Informationsveranstaltungen, eingesetzt wird.

Zum anderen ist die Systemdokumentation ein *Analyseinstrument*. Die Summe aller Dokumente stellen das *Soll-Modell* der Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens dar. Die Summe aller Aufzeichnungen zeigen den *Ist-Zustand* im Unternehmen auf.

Die Systemdokumentation stellt zusammengefasst eine Instrument für die Planung, Lenkung und Sicherung der Prozesse des Managementsystems dar.

3.5 Zusammenfassende Bewertung der Infrastruktur für ein betriebliches Umweltregelungssystem

Tabelle 4 fasst die wichtigsten Elemente des untersuchten Ansatzes für die Integration des Umweltschutzes in das betriebliche Management zusammen. Dabei wird sich an der von Fischer entwickelten Aufteilung der Infrastruktur einer Managementaufgabe in die kohärenten Elemente organisatorisches Konzept, Methoden und Technologien orientiert⁵⁶.

Das Umweltregelungssystem beinhaltet kontinuierliche Messsysteme, die es den Unternehmen dauerhaft ermöglichen, Verbesserungspotenziale zu erkennen sowie Regel- und Stellensysteme, die es ihnen ermöglichen, Maßnahmen zu planen und umzusetzen.

Managementaufgabe		Rechtssicherheit, ökologische Produktionseffizienz, kontinuierliche Verbesserung der betrieblichen Umweltleistung
Infrastruktur	Konzept	Umweltmanagementsystem in Form eines mehrstufigen, hierarchischen Regelungssystems
	Methoden	Funktionsübergreifendes Projektmanagement, Risikoanalyse und Vorsorgeplanung, Interne Audits, Umweltkennzahlensystem, Systemdokumentation
	(Informations-) Technologien	Textverarbeitung (Word), Prozessbeschreibung (z.B. ABC Flowcharter), Tabellenkalkulation (z.B. Excel)

Tabelle 4: Infrastruktur für die Integration des Umweltschutzes in das betriebliche Management

Abbildung 13 zeigt die Einordnung des betrieblichen Umweltregelungssystems in die Ebenen der Aufgabenkomplexität des mehrstufigen, hierarchischen Regelungssystems⁵⁷. Das betriebliche Umweltregelungssystem unterstützt vorrangig die Integration des Umweltmanagements auf der Ebene des Strukturmanagements. Das Umweltregelungssystem schafft auf dieser Ebene seinerseits hierarchische Strukturen, die es den Unternehmen ermöglichen Wissen über *externe* Vorgaben, die sich aus dem unmittelbar gültigen Umweltrecht, aus Kundenanforderungen sowie aus dem derzeitigen Stand der Technik ableiten, mit Wissen über umweltrelevante organisatorische und technische Aspekte des *internen* Wertschöpfungsprozesses zu verbinden und auf die Phasen des Wertschöpfungsprozesses gezielt einzuwirken. Die gestellte Management(teil)aufgabe einer nachhaltigen Unternehmensführung - Rechtssicherheit, ökologische Produktionseffizienz sowie kontinuierliche Verbesserung - kann somit durch das beschriebene betriebliche Umweltregelungssystem prinzipiell erfüllt werden.

Die zweite große Management(teil)aufgabe einer nachhaltigen Unternehmensführung, nämlich die Entwicklung, Erzeugung und Vermarktung umweltfreundlicher Produkte, lässt sich mit dem betrieblichen Umweltregelungssystem alleine nur begrenzt realisieren. Hierfür sind die Systemgrenzen der Regelstrecke des betrieblichen Umweltregelungssystems zu eng. Um die vor- und nachgelagerten Stufen des Produktlebensweges zu berücksichtigen, bedarf es unternehmensübergreifender Managementstrukturen. Das betriebliche Umweltregelungs-

⁵⁶ Vgl. Fischer (1999), S. 44 sowie S. 15 dieser Arbeit

⁵⁷ Vgl. S. 32 dieser Arbeit

system stellt hierfür eine wichtige Basis dar. Das Strukturmanagement unterstützt prinzipiell auch den Aufbau von unternehmensübergreifenden Managementstrukturen. Die Integration des betrieblichen Umweltschutzes in das betriebliche Management führt zu einer Bewusstseinsbildung und zu einem Lernprozess bei den verschiedenen Abteilungen, die den Anstoß für den Aufbau von überbetrieblichen Strukturen bilden können. Wie solche Strukturen aussehen können, wird im folgenden Kapitel 4 untersucht.

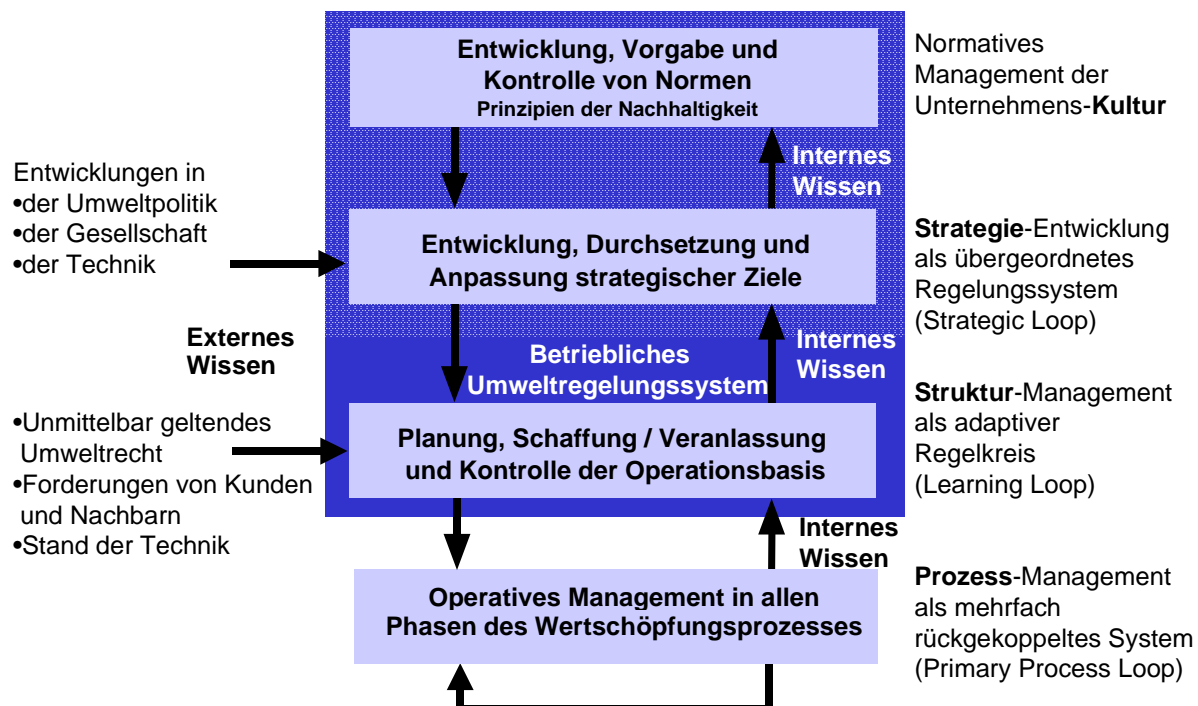


Abbildung 13: Eingliederung des betrieblichen Umweltregelungssystems in die Ebenen des mehrstufigen, hierarchischen Regulationssystems

Die Umweltziele und die dazugehörigen Umweltprogramme der Unternehmen mit einem Zeithorizont von bis zu maximal drei Jahren belegen, dass die Ebene der *Strategieentwicklung* durch das Umweltregelungssystem derzeit kaum unterstützt wird, obwohl das Umweltregelungssystem mit dem bei der Geschäftsführung angeordneten Management Review die aufbauorganisatorischen Strukturen und Methoden für eine strategische Planung bereitstellt.

Auf der Ebene des Strukturmanagements ist somit eher nur ein Reagieren auf die derzeitigen aktuellen Anforderungen der verschiedenen Anspruchsgruppen möglich. Dies kann unter Umständen sogar Teil der Unternehmensphilosophie sein. Der Vorteil des Reagierens ist, dass die Vorgaben recht konkret vorliegen. Das Risiko von Fehleinschätzungen der Unternehmensumwelt ist daher recht gering. Nachteil dieser Vorgehensweise ist jedoch, dass die Zeitspannen, in denen Innovationen entwickelt werden können, die auch *Wettbewerbsvorteile* am Markt bringen, sehr kurz sind.

Zudem sind Unternehmen oft gezwungen, Entscheidungen zu treffen, die eine langfristige Auswirkung auf die Unternehmenstätigkeit haben. Ein Beispiel hierfür sind Investitionsgüter, die aufgrund ihrer Kapitalintensität Unternehmen oft langfristig binden. Aufgrund der Dynamik der externen Anforderungen kann ein bloßes Reagieren ohne Abschätzung der Weiterentwicklung der Anforderungen zu Entscheidungen führen, die zwar kurzfristig richtig sind, aber unter langfristiger Beachtung der Randbedingungen Fehlentscheidungen darstellen.

Das Risiko von Fehlentscheidungen lässt sich minimieren und ein Zeitvorteil für produkt- und prozessbezogene Innovationen lässt sich erzielen, wenn der Umweltschutz bereits auf der Ebene der Strategieentwicklung stärker berücksichtigt wird. Um strategische Ziele zu definieren, die eine Brücke bilden zwischen den Bekenntnissen in der Umweltpolitik zu den normativen Prinzipien einer nachhaltigen Unternehmensführung und den operativen Umweltzielen, benötigen Unternehmen nicht nur Wissen über die derzeit aktuellen Randbedingungen, sondern auch Wissen über mögliche Weiterentwicklungen dieser Randbedingungen. Im Unterschied zu den Vorgaben für das Strukturmanagement sind diese Vorgaben wenig konkret. Es bedarf daher zusätzlicher Methoden und Instrumente zur Bereitstellung dieses Wissens. Wie diese gestaltet werden können, wird im Kapitel 5 "Branchenbezogenes strategisches Umweltmanagement" untersucht.

4 Produktbezogenes Umweltmanagement

Zielsetzung des in diesem Kapitel beschriebenen Forschungsansatzes ist es, einen Baustein der Management-Infrastruktur zu entwickeln und zu erproben, der einen *produktintegrierten Umweltschutz* in der Textilindustrie ermöglicht. In dem Forschungsansatz wird die Systemgrenze von dem einzelnen Unternehmen ausgedehnt auf ein Unternehmensnetzwerk, das sich aus Unternehmen entlang des Produktlebensweges zusammensetzt. Der Forschungsansatz lässt sich somit dem Bereich des zwischenbetrieblichen Umweltmanagements zuordnen.

In Abschnitt 4.1 wird die *Problematik der Umsetzung* des produktintegrierten Umweltschutzes in der Textilindustrie dargestellt und für ein konkretes Unternehmensnetzwerk in zwei Aufgabenpakete strukturiert.

In Abschnitt 4.2 wird das erste Aufgabenpaket beschrieben. Es befasst sich mit der *Bewertung der Umwelteinwirkungen* von textilen Produktsystemen. Es wird ein *Stoffstrommodell* entwickelt und an einem Anwendungsbeispiel erprobt, mit dem sich Material- und Energieflüsse der textilen Produktionskette bilanzieren lassen.

Abschnitt 4.3 beschreibt das zweite Aufgabenpaket. Es befasst sich mit der *Organisation und der informationstechnischen Unterstützung* der textilen Produktionskette. Die wesentlichen Fragestellungen sind, zum einen, wie die notwendigen Daten für ein Stoffstrommodell, wie es zuvor realisiert wurde, bereitgestellt und zum anderen, wie die Ergebnisse wieder in der Produktionskette verteilt werden können. Als Forschungsansatz wird eine *kooperative Produktentwicklung* verfolgt. Es wird ein *Organisationsmodell* sowie ein unterstützendes *Informationssystem* für die kooperative Produktentwicklung entwickelt.

In Abschnitt 4.4 erfolgt eine zusammenfassende Bewertung des Bausteins der Management-Infrastruktur, der sich aus den Elementen *Stoffstrommodell*, *Organisationsmodell* sowie *Informationssystem* zusammensetzt. Dabei wird sowohl auf das Zusammenwirken der einzelnen Elemente als auch auf die Einbindung des Bausteins in das im Kapitel 3 beschriebene Umweltregelungssystem eingegangen.

4.1 Einführung

Im Rahmen dieser Einführung wird zunächst die Bedeutung des produktintegrierten Umweltschutzes für die Textilindustrie sowie die *Problematik* seiner Umsetzung unter den derzeitigen Strukturen der textilen Produktionskette dargestellt.

Sodann wird das Unternehmensnetzwerk, das als konkretes Beispiel für die zuvor erläuterte Problemstellung betrachtet wird, beschrieben. Die *Aufgabenstellung*, die sich für dieses Unternehmensnetzwerk im produktintegrierten Umweltschutz stellt, wird dargestellt und für den Forschungsansatz in zwei Aufgabenpakete strukturiert.

4.1.1 Problemstellung

Wichtiges Ergebnis einer nachhaltigen Unternehmensführung sind umweltfreundliche und gesundheitsverträgliche Produkte. Kontinuierliche, ökologische Verbesserung bedarf häufig der Innovation. Gegenstand einer Innovation können das Produkt selbst, eine mit ihm verbundene Dienstleistung, ein Produktionsprozess oder eine Organisationsform sein.

Die größten Potenziale, die Auswirkungen einer Innovation auf die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit eines Produktes zielgerichtet und kostengünstig zu beeinflussen, sind in der Phase der Entwicklung gegeben.

Die textilen Endprodukte entstehen in einer Vielzahl von Produktionsstufen, die nicht unabhängig voneinander betrachtet werden dürfen. So wurde z.B. gezeigt, dass viele Parameter in den Prozessen Spinnen, Weben, Stricken die Eigenschaften der Fläche beeinflussen, und somit die Parameter in der Vorbehandlung des Färbeprozesses⁵⁸.

Daher muss der gesamte Produktlebensweg betrachtet werden, um die Auswirkungen einer Innovation auf die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit eines Produktes bewerten zu können.

Zudem wird es immer wichtiger, auch anderen gesellschaftlichen Gruppen, wie den Konsumenten, der Öffentlichkeit oder dem Staat, Informationen über die Umweltauswirkungen des Produktes während der Produktion und über die Gesundheitsverträglichkeit beim Gebrauch zugänglich zu machen. Der Bedarf zur Information dieser gesellschaftlichen Gruppen wird durch die Entwicklung gesetzlicher Vorgaben verstärkt⁵⁹. Hierzu müssen am Ende der Entwicklungsphase zugleich mit dem Produkt auch entsprechend strukturierte und aufbereitete Informationen vorliegen.

Einem einzelnen Textilunternehmen stehen jedoch, unterstützt durch ein betriebliches Umweltmanagementsystem, Informationen über nur einen Ausschnitt der gesamten Produktionskette zur Verfügung. Die Gründe liegen in der Struktur der textilen Kette: Handelsunternehmen als Schnittstelle zwischen den Produktlebensphasen „Herstellung“ und „Nutzung“ verfügen über einen relativ großen Einfluss auf ihre Lieferanten in der Produktionskette. Die Produktionskette ist ihrerseits durch eine hohe Vernetzung und Dynamik gekennzeichnet, da jedes Unternehmen im allgemeinen sowohl mehrere Lieferanten als auch mehrere Kunden besitzt. Insbesondere die europäische Textilindustrie ist durch mittelständische Unternehmen, die auf bestimmte textile Prozessstufen spezialisiert sind, gekennzeichnet. Das Stoff- und Produktwissen, das vor allem zur ökologischen Produktoptimierung benötigt wird, ist somit in der gesamten Produktionskette verteilt.

Entlang der textilen Kette müssen daher vermehrt Informationen ausgetauscht werden. Durch *Kooperationen* kann der Informationsaustausch verbessert werden und somit eine verbesserte Informationsversorgung realisiert werden. Der Begriff der Kooperation kann für alle diejenigen Beziehungen zwischen Unternehmungen verwendet werden, die auf der einen Seite keine

⁵⁸ Vgl. Hansen (1997). Die Studie beschreibt die Prozessschritte, die ein Rohgewebe durchläuft bevor es die Färberei erreicht. Es wird aufgezeigt, dass eine Reihe von Parametern innerhalb dieser Prozessschritte die Eigenschaften des Rohgewebes beeinflusst und somit auch die notwendige Vorbehandlung in der Färberei.

⁵⁹ Vgl. Kapitel 5 "Branchenbezogenes strategisches Umweltmanagement", S. 109ff

reinen Leistungsaustauschbeziehungen sind, und auf der anderen Seite noch keine Konzentrationen darstellen⁶⁰. Kooperationen sind mithin Zweckbeziehungen, mit denen die Effizienz der wirtschaftlichen Tätigkeiten erhöht werden soll. Die wichtigsten Bereiche für Kooperationen sind Vertrieb, Beschaffung sowie Forschung und Entwicklung. Dabei können horizontale und vertikale Kooperationen unterschieden werden: während horizontale Kooperationen mit Partnern derselben Prozessstufe stattfinden, arbeiten bei vertikalen Kooperationen Partner unterschiedlicher Prozessstufen zusammen, um einen größeren Bereich der Wertschöpfungskette abzudecken.

Konzeptionelle Arbeit dazu, wie insbesondere vertikale Kooperationen zu einem Stoffstrommanagement⁶¹ beitragen können, wurde vor allem durch die Enquete Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft" geleistet⁶². Ergänzt werden diese theoretischen Ansätze durch eine vom Umweltbundesamt beauftragte Studie⁶³, die auf der Basis von ersten Kooperationserfahrungen im Bereich des Stoffstrommanagements die theoretischen Ansätze in einem Modell zusammenfasst und an fiktiven Fallbeispielen erläutert, um hieraus Anregungen für die Weiterentwicklung des Stoffstrommanagements zu entwickeln.

In dem Forschungsprojekt OPUS⁶⁴ wurden für die Unternehmensfunktionen Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Produktionsplanung und -steuerung sowie Bilanzierung und Controlling die Potenziale und die organisatorischen Voraussetzungen, die mit der Einführung eines überbetrieblichen Umweltmanagements verbunden sind, systematisch analysiert und in generelle Handlungsanweisungen zur Gestaltung der Phasen einer umweltorientierten Kooperation zusammengefasst⁶⁵.

Zur Zeit finden sich jedoch in der Praxis nur wenige Beispiele für enge vertikale Kooperationen. Dies gilt insbesondere für Kooperationen, die bereits in der Phase der Produktentwicklung ökologische Gesichtspunkte berücksichtigen. So handelt es sich bei den derzeitigen Formen der Zusammenarbeit in der textilen Kette weniger um gemeinsam durchgeführte Entwicklungsprojekte als um bilaterale Handelsbeziehungen, bei denen Anforderungen durch den

⁶⁰ Zum Begriff der Kooperation vgl. Hirschmann (1998), S. 9-18.

⁶¹ Der Begriff des Stoffstrommanagements wurde von der Enquete Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages 1994 definiert: „Unter dem Management von Stoffströmen der beteiligten Akteure wird das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffströmen oder Stoffsystemen verstanden, wobei die Zielvorgaben aus dem ökologischen und ökonomischen Bereich kommen, unter Berücksichtigung von sozialen Aspekten. Die Ziele werden auf betrieblicher Ebene, in der Kette der an einem Stoffstrom beteiligten Akteure oder auf der staatlichen Ebene entwickelt.“, vgl. Enquete Kommission (1994), S. 547.

⁶² Vgl. Enquete Kommission (1994), Kap 6. Management von Stoffströmen. Eine zusammenfassende Diskussion der prinzipiellen Organisationsmodelle zur Gestaltung eines Stoffstrommanagements – Upstream linear, Upstream zentralisiert, Downstream und Kettenverbund - findet sich in Erbinger (2001), S. 14-17.

⁶³ Vgl. de Man u.a. (1997)

⁶⁴ Das Projekt OPUS – Organisationsmodelle und Informationssysteme für produktionsintegrierten Umweltschutz wurde vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie unter dem Kennzeichen 01 RK 962/5 gefördert.

⁶⁵ Vgl. OPUS Konsortium (2000)

Handel oder die nachfragenden Produktionsstufen an die jeweiligen Lieferanten weitergegeben werden bzw. wo Produzenten durch Kennzeichnung, durch detaillierte Gebrauchsanweisung sowie mittels Produktberatung den nachgelagerten Stufen helfen, optimal mit dem Produkt umzugehen.

Die Gründe für die mangelnde Kooperation ergaben Befragungen von Unternehmen unter denen sich auch Unternehmen der Textilindustrie befanden⁶⁶: Zum einen sind die Chancen, die das Konzept des Stoffstrommanagement für Unternehmen bietet, noch nicht so weit gefestigt, dass sich spontane Kooperationen eigenverantwortlich bilden würden. Zum anderen existieren oft *Managementdefizite in der Organisation der Kooperation*. Dies gilt besonders für die operative Phase der Durchführung einer Kooperation. Die derzeit beschriebenen Kooperationsformen werden den Randbedingungen der Wertschöpfungskette⁶⁷ oft nicht gerecht. Immer kürzer werdende Produkt- und Technologielebenszyklen und eine zunehmende Spezialisierung der Unternehmen auf einzelne textile Stufen erfordern vielmehr *Unternehmensnetzwerke*, aus denen heraus sich stufenübergreifend Kooperationen problembezogen neu konfigurieren, um auf zeitlich begrenzte Marktpotenziale kurzfristig reagieren zu können.

Es gilt also die Problemstellung zu verfolgen, wie Kooperationen bei Unternehmen der textilen Produktionskette unter diesen Randbedingungen zu gestalten sind, um

- die Entwicklungsvorgaben, die hinsichtlich Umweltschutz und Gesundheitsschutz gestellt werden, besser in der textilen Produktionskette zu verteilen,
- den Informationsaustausch in der Phase der Produktentwicklung zu verbessern, um die gestellten Anforderungen schneller zu erreichen und
- die Entwicklungsergebnisse zu erweitern um Informationen über die Umwelteinwirkungen in der Produktion und über die Gesundheitsverträglichkeit beim Gebrauch.

4.1.2 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Als Beispiel für die zuvor diskutierte Problemstellung wird ein konkretes Unternehmensnetzwerk betrachtet. Es setzt sich zusammen aus einer textilen Produktionskette, bestehend aus einer Spinnerei mit Garnveredlung, einer Weberei und einer Veredlung für Flächenware, sowie einem Forschungsinstitut mit integrierten Prüflaboratorien. Gemeinsam erforschen die Partner die Verarbeitungsmöglichkeiten der neuen Faser Lyocell, sowohl sortenrein als auch in Mischungen mit anderen Fasern wie Polyamid und Baumwolle. Das Anwendungsgebiet stellen modische Bekleidungstextilien dar.

Neben den Verarbeitungseigenschaften der neuen Faser und den Qualitätseigenschaften der resultierenden Produkte sollen dabei auch die möglichen Umwelt- und Gesundheitseinwirkungen, die von Produkten, Herstellverfahren, Einsatzstoffen und Anlagentechnik bei der Produktion und der Nutzung ausgehen, berücksichtigt werden.

⁶⁶ Vgl. de Man u.a. (1997), S. 164-165

⁶⁷ Vgl. Abschnitt 2.2 "Organisationsstruktur und Wettbewerbssituation der europäischen Produktionskette", S. 21ff dieser Arbeit

Die Zielsetzung der Netzwerkpartner besteht darin, jeweils Garne, Gewebe und Veredlungsverfahren zu entwickeln, die zusammengenommen zu modischen, qualitativ hochwertigen, veredelten Geweben für die Bekleidungsindustrie führen, die im Gebrauch gesundheitlich unbedenklich sind und die über die gesamte Produktionskette hinweg umweltfreundlich hergestellt werden können.

Im Rahmen des begleitenden Forschungsprojektes⁶⁸ wurden aus der dieser Zielsetzung und der zuvor geschilderten Problemstellung zwei Aufgaben abgeleitet:

Aufgabe 1: Bewertung der Umwelteinwirkungen von textilen Produktsystemen

Die Material- und Energieflüsse der textilen Produktionskette sollen in einem *Stoffstrommodell* modelliert werden, um Informationen über die Umwelteinwirkungen, die mit der Produktion eines textilen Produktes verbunden sind, bereitstellen zu können.

Aufgabe 2: Integration von Umwelt- und Gesundheitsschutz in die kooperative Produktentwicklung

Es sollen ein Organisationsmodell und seine informationstechnische Unterstützung für eine kooperative Produktentwicklung, in die Aspekte des Umwelt- und Gesundheitsschutzes integriert sind, gestaltet werden. Diese Aufgabenstellung ihrerseits wird aufgeteilt in die zwei Teilaufgaben *Aufbau eines Organisationsmodells* und *Entwicklung eines Informationssystems*, welches das Organisationsmodell unterstützt.

Beide Aufgaben können nicht unabhängig voneinander gesehen werden. Die Zusammenhänge sind in Abbildung 14 dargestellt. Das Stoffstrommodell dient dem Organisationsmodell zur Entscheidungsunterstützung bzw. zur Kontrolle von Maßnahmen. Es übernimmt die Funktion eines Messsystems. Dies ist die Nutzenseite des Stoffstrommodells für das Organisationsmodell.

Gleichzeitig muss das Organisationsmodell seinerseits Messsysteme zur Verfügung stellen, um die für das Stoffstrommodell benötigten Daten bereitzustellen. Dies ist die Aufwandseite des Stoffstrommodells. Je detaillierter das Stoffstrommodell ist, umso größer ist sein Datenbedarf. Der zeitliche und finanzielle Aufwand, der für die Datenermittlung bereitgestellt werden kann, wird durch die in der Textilindustrie herrschenden Randbedingungen begrenzt.

Im Folgenden werden die beiden Aufgaben 1 und 2 anhand von konkreten Aufgabenstellungen im Unternehmensnetzwerk im Detail untersucht.

⁶⁸ Die Teilaufgaben wurden im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Forschungsprojekt "VIRTEX, Virtual Organisation of the Textile and Clothing Supply Chain for Co-operative Innovation, Quality and Environment Management" (BE-96-3470) untersucht.

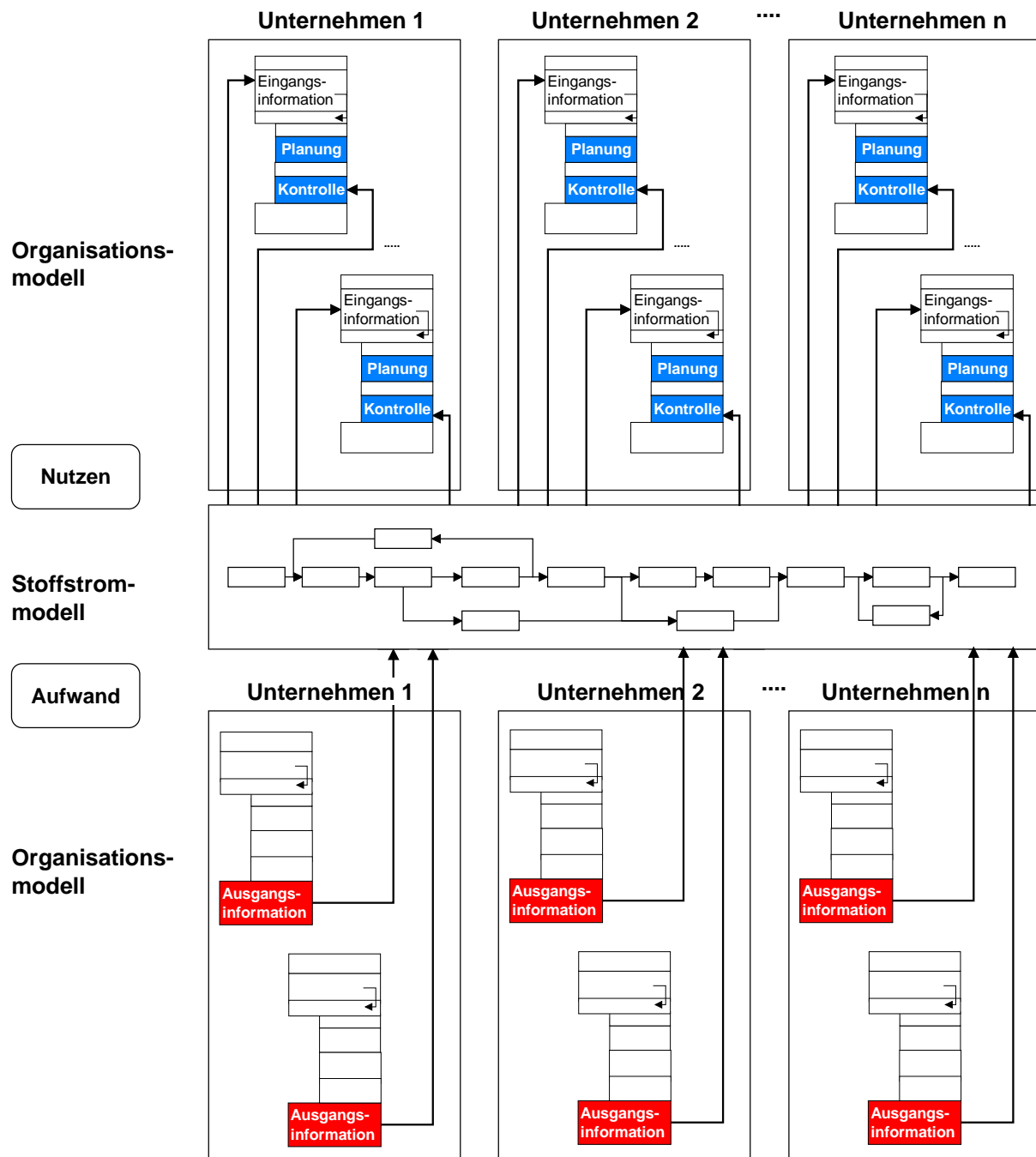


Abbildung 14: Zusammenhang zwischen Organisationsmodell und Stoffstrommodell

4.2 Aufgabe 1: Bewertung der Umwelteinwirkungen von textilen Produktsystemen

Im Rahmen dieses Abschnittes wird ein *Stoffstrommodell* entwickelt, das es dem Unternehmensnetzwerk ermöglicht, die Umwelteinwirkungen, die in den Prozessen der textilen Produktionskette bei der Verarbeitung von Fasern zu einem Gewebe entstehen, zu analysieren.

Basis für die Entwicklung und Erprobung des Stoffstrommodells ist eine konkrete *Aufgabenstellung* des Unternehmensnetzwerkes in der Produktentwicklung. Die Zielsetzung der Analyse und die Gewebe, die für die Analyse ausgewählt wurden, werden dargestellt.

Sodann werden die *Grundlagen* und die *Lösungsansätze*, die zur Realisierung des Stoffstrommodells benötigt werden bzw. herangezogen werden, beschrieben. Dies sind zum einen bestehende *Methoden und Instrumenten zur ökologischen Bewertung von Produktsystemen* sowie *Prozessmodelle* zur Berechnung von Material- und Energieströmen.

Es folgt die Darstellung des für das Unternehmensnetzwerk realisierten *Stoffstrommodells*.

Schließlich werden die Erfahrungen bei praktischer Anwendung des Stoffstrommodells bewertet. Im Hinblick auf die im Forschungsansatz angestrebte Integration des produktintegrierten Umweltschutzes in die Produktentwicklung wird die *Eignung des Stoffstrommodells im Innovationsprozess* analysiert. Dazu wird der Aufwand für die Datenerfassung mit dem möglichen Nutzen für die Unternehmen der Produktionskette verglichen.

4.2.1 Aufgabenstellung

Die neue Lyocell Faser gehört zu der Gruppe der Zellulosefasern. Zellulosefasern sind Chemiefasern aus natürlichen Polymeren pflanzlicher Herkunft. Der Rohstoff für diesen Fasertyp ist Holz.

Analysen belegen, dass die Produktion der Lyocell Faser deutliche ökologische Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Chemiefasern dieser Kategorie, wie z.B. Viskose, und zu Pflanzenfasern, wie z.B. Baumwolle, aufzeigt⁶⁹. Die Vorteile sind insbesondere der geringere Wasserverbrauch sowie der geringere Chemikalienbedarf, was wiederum im Vergleich zu anderen Zellulosefasern zu geringeren Emissionen führt. Die Vorteile resultieren insbesondere aus einem neuen Lösungsverfahren auf Basis eines organischen Lösungsmittel für die Fasern, das ungiftig und biologisch vollständig abbaubar ist.

Analysen, die zeigen, ob sich diese Vorteile auch in der Verarbeitung der Lyocell Fasern in der textilen Produktionskette fortsetzen, lagen zur damaligen Zeit nicht vor. Die Entwicklungspartner beschlossen daher, die Verarbeitung der Lyocell Faser innerhalb der von ihnen gebildeten Produktionskette hinsichtlich ihrer Umwelteinwirkungen zu analysieren. Als Vergleichsmaßstab wurden die für Bekleidungstextilien bedeutenden Fasern Viskose und Baumwolle bzw. deren Daten gewählt⁷⁰.

Die Zielsetzung der Analyse bestand allerdings nicht darin, einen bestimmten Fasertyp zu favorisieren. Vielmehr sollte das Wissen über die Prozesse und die Material- und Energieströme, die mit der Verarbeitung der drei Fasern verbunden sind, vergrößert und Verbes-

⁶⁹ Zur Beschreibung des Produktionsverfahrens und zugehörigen Stoffstromanalysen vgl. Kalt, Zauner (2001), Eibl, Mangeng und Alber (1997) und Firgo, Eibl und Eichinger (1996).

⁷⁰ Die Bedeutung dieser Fasern für die Bekleidungsindustrie verdeutlichen folgende Zahlen: Weltweit wurden 1991 40,3 Mio. t Textilfasern produziert. Die mengenmäßig größten Anteile bildeten Baumwolle mit 47 % (18,94 Mio. t) und Chemiefasern mit 48% (19,34 Mio. t). In Deutschland wurden 1990 überwiegend folgende Chemiefasern im Bekleidungsbereich verarbeitet: Polyester ca. 90.000 t, Polyacryl ca. 20.000 t, Polyamid ca. 30.000 t und zellulose Chemiefasern ca. 60.000 t, vgl. Enquete Kommission (1994), S. 119-129.

serungsmöglichkeiten entlang der Produktionskette identifiziert werden, die wiederum Basis für Zielsetzungen und Verbesserungsprojekte im Rahmen der betrieblichen Umweltregelsysteme⁷¹ der Netzwerkpartner sein können. Es sollte zudem eine Datenbasis geschaffen werden, die es den Partnern ermöglicht vor- und nachgelagerten Stufen im Produktlebensweg Informationen über die Umwelteinwirkungen während der Produktion bereitstellen zu können.

Fertigprodukt (Flächenveredlung)	Zwischenprodukt Weberei	Zwischenprodukte Spinnerei (mit integrierter Garnveredlung)
Buntgewebe (Farbigkeit und Muster des Gewebes entstehen durch den Einsatz von gefärbtem Garn bei der Flächenerzeugung)	Gewebe Breite: 1,7 m Schussgarndichte: 24 Schuss/cm Flächengewicht: 269 g/m	Gefärbtes Garn Garnfeinheit Nm 1/ 50 Farbe: marine Gefärbtes Garn Garnfeinheit Nm 1/ 50 Farbe: beige
Uni gefärbtes Gewebe Farbe: blau	Gewebe Breite: 1,7 m Schussgarndichte: 24 Schuss/cm Flächengewicht: 269 g/m	Garn Garnfeinheit Nm 1/ 50
Für die Stückfärbung vorbehandeltes Gewebe (Die Ware wird erst nach ihrem Zuschnitt gefärbt)	Gewebe Breite: 1,7 m Schussgarndichte: 24 Schuss/cm Flächengewicht: 269 g/m	Garn Garnfeinheit Nm 1/ 50

Tabelle 5: Repräsentative Produkttypen für die Stoffstromanalyse

Für diese Aufgabenstellung sollte ein Stoffstrommodell der Produktionsprozesse aufgebaut werden. Dabei sollten in Hinblick auf das Organisationsmodell für die kooperative Produktentwicklung Erfahrungen bei der Modellierung und Datenermittlung in der textilen Produktionskette gewonnen werden. Wesentlich für das Organisationsmodell ist insbesondere der jeweils hierfür benötigte Aufwand. Durch die Analyse sollte eine Datenbasis geschaffen werden, aus der gegebenenfalls ein vereinfachtes Modell in Form von Kennzahlen für die produktbezogene Umweltleistung der Produktionskette bestimmt werden kann. Die Kennzahlen, integriert in das Organisationsmodell, sollen es ermöglichen, in zukünftigen Analysen die produktbezogene Umweltleistung der Produktionskette unter Berücksichtigung der in der Phase der Produktentwicklung verfügbaren Daten und Zeit hinreichend genau abschätzen zu können.

Für die Analyse wurden drei für die Produktionskette typische Produkttypen ausgewählt. Dabei handelt es sich um Gewebe für Hemden. In der Tabelle 5 werden die drei Gewebetypen sowie die zugehörigen Zwischenprodukte aus der Weberei und der Spinnerei dargestellt.

4.2.2 Grundlagen und Lösungsansätze

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen und die Lösungsansätze, die für den Aufbau des Stoffstrommodells benötigt werden, beschrieben.

⁷¹ Vgl. Kapitel 3 "Organisationsbezogenes Umweltmanagement", S. 25ff dieser Arbeit

Zunächst werden bestehende *Methoden und Instrumente zur ökologischen Bewertung von Produkten* betrachtet. Die *Ökobilanz* stellt eine schon weit entwickelte Methode zur ökologischen Bewertung eines Produktes unter Beachtung des gesamten Produktlebensweges dar. Ihre prinzipielle Eignung zur Lösung der zuvor beschriebenen Aufgabenstellung wird untersucht. Dabei wird insbesondere auf den ihr zugrunde liegenden Modellierungsansatz sowie ihre derzeitige Integration in die betrieblichen Abläufe der Textilindustrie eingegangen. Aus der Analyse der Ökobilanzmethode werden Rückschlüsse für die Gestaltung des Stoffstrommodells gezogen.

Umweltzeichen sind eine Methode, um zusammen mit dem Produkt umweltbezogene Informationen gemäß allgemein akzeptierter Bewertungskriterien zwischen den einzelnen Stufen entlang des Produktlebensweges glaubwürdig zu kommunizieren. Sie werden in der Bekleidungsindustrie insbesondere vom Handel zwischen der Stufe Produktion und der Stufe Nutzung eingesetzt. Die derzeit existierenden Umweltzeichen werden hinsichtlich ihrer Bewertungskriterien klassifiziert. Moderne Umweltzeichen berücksichtigen auch Informationen über die Umwelteinwirkungen während der Produktion. Das EU-Umweltzeichen für textile Produkte ist ein Beispiel hierfür. Es wird näher analysiert, um seine Anforderungen beim Aufbau des Stoffstrommodells zu berücksichtigen. Das Stoffstrommodell soll Material- und Energiedaten, die bei der Beantragung dieses Umweltzeichens benötigt werden, bereitstellen können.

Diese Material- und Energiedaten sind in der Phase der Produktentwicklung, in der das Stoffstrommodell integriert werden soll, in der Regel nicht vorhanden. Es werden daher bestehende Ansätze in der Textilindustrie analysiert, mit denen diese Daten mit Hilfe von *Prozessmodellen* berechnet werden können.

4.2.2.1 Methoden und Instrumente zur ökologischen Bewertung von Produktsystemen

Ökobilanzen

Ökobilanzen sind eine Methode zur Bewertung der Umwelteinwirkungen eines *Produktsystems über seinen Produktlebensweg* hinweg. Die ISO 14040 beschreibt die methodischen Teilschritte einer Ökobilanz: Die Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens, die Sachbilanz, die Wirkungsabschätzung sowie die Auswertung, welche sämtliche Teilschritte begleitet⁷². Die detaillierten Anforderungen an diese Teilschritte werden in den Normen für die Sachbilanz, die Wirkungsabschätzung und die Auswertung beschrieben⁷³.

Der Modellansatz bei der Ökobilanz besteht darin, den betrachteten Produktlebensweg in Prozessschritte zu unterteilen. Für jeden Prozess werden die eingehende Flüsse (Inputs) und die ausgehenden Flüsse (Outputs) bilanziert. Die Prozesse werden dann über die Flüsse miteinander verbunden. Der Output eines Prozesses wird dabei mit dem entsprechenden Input des zeitlich nachfolgenden Prozesses verbunden. Auf diese Weise wird schrittweise der Produktlebensweg in Form eines Prozessplanes modelliert. Die ISO 14040 verwendet hierfür den Begriff *Produktsystem*. Diejenigen Flüsse, die keine Verbindung zwischen Prozessen herstellen, verlassen die Systemgrenze des Produktsystems. Damit die Umwelteinwirkungen beur-

⁷² Vgl. DIN EN ISO 14040 (1997)

⁷³ Vgl. DIN EN ISO 14041 (1997), DIN EN ISO 14042 (2000), DIN EN ISO 14043 (2000)

teilt werden können, sollten die Systemgrenzen daher idealerweise so gewählt werden, dass sämtliche Flüsse, die die Systemgrenze überschreiten, sogenannte Elementarflüsse darstellen. Dies sind auf der Seite der Inputs Stoffe oder Energien, die der Umwelt ohne vorherige Behandlung durch den Menschen entnommen werden, und auf der Seite der Outputs Stoffe oder Energien, die der Umwelt ohne anschließende Behandlung durch den Menschen zugeführt werden.

Die Ökobilanz beschränkt sich auf die ökologische Dimension. Weitergehende Ansätze sind von der methodischen Vorgehensweise her vergleichbar, berücksichtigen jedoch weitere Dimensionen. Die *Produktlinienanalyse* berücksichtigt zusätzlich wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte⁷⁴. Bei der *Ganzheitlichen Bilanzierung* werden neben der ökologischen Dimension noch die Dimensionen Technik und Wirtschaft betrachtet⁷⁵.

Zur Bewertung der Ergebnisse einer Sachbilanz bzw. Wirkungsabschätzung wurden verschiedene *Bewertungsmodelle und -methoden*, die dazu dienen auf Basis der erfassten Stoff- und Energieflussdaten eine entscheidungsorientierten Informationsverarbeitung durchzuführen, entwickelt⁷⁶.

Der Datenumfang, der mit der Analyse von Produktsystemen verbunden ist, kann unter vertretbarem Aufwand nur mit Hilfe von EDV-Systemen beherrscht werden. Zur Unterstützung von produktbezogenen Stoffstromanalysen werden bereits verschiedene spezielle Softwaresysteme kommerziell angeboten⁷⁷.

Für ein unternehmensübergreifendes Umweltmanagement ist die Ökobilanz mit ihrer produktbezogenen Sichtweise prinzipiell geeignet, da das Produkt die Verbindung zwischen den Unternehmen darstellt. Im Gegensatz zur Umweltleistungsbewertung wurde die Ökobilanzmethodik nicht als ein *operatives Controllinginstrument* konzipiert, das in *regelmäßigen* Abständen die Umweltleistung über die Wertschöpfungskette erfasst und bewertet, um die Umweltschutzaktivitäten der über die Produktionskette verbunden Unternehmen zu koordinieren. Praktische Anwendungsbeispiele belegen, dass die Durchführung von Ökobilanzen einen großen zeitlichen und finanziellen Aufwand bedeuten kann, der *kurzfristig* oft nicht durch einen entsprechenden Nutzen gerechtfertigt werden kann⁷⁸. Als Teil eines umfassenderen Entschei-

⁷⁴ Für eine Beschreibung der Produktlinienanalyse vgl. Butterbrodt, Dannich-Kappelmann und Tammler (1995), S. 129ff.

⁷⁵ Die Methode wurde am Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde, Universität Stuttgart entwickelt. Für eine Beschreibung der Methode vgl. z.B. Eyerer u.a. (1996), 1-7.

⁷⁶ Für Übersicht über die Bewertungsmodelle und -methoden, die derzeit im Bereich der Ökobilanzierung diskutiert und angewendet werden, vgl. Moser (1996), S. 1135-1146 und Bunke (1998), S. 10-16.

⁷⁷ Für eine Übersicht von Softwarewerkzeugen zur Unterstützung von produktbezogenen Bilanzen vgl. Gruppe angepasste Technologie TU Wien (1998) und IAO (2001).

⁷⁸ Der Aufwand entsteht dabei insbesondere bei der Datenermittlung. Die Verwaltung und Auswertung der Daten wird durch die zuvor angesprochenen EDV-Systeme gut unterstützt.

dungsprozesses oder zum Erkennen von Wechselwirkungen sind die bei einer Ökobilanz gewonnenen Informationen allerdings von großem Wert⁷⁹.

1. Produktgeneration

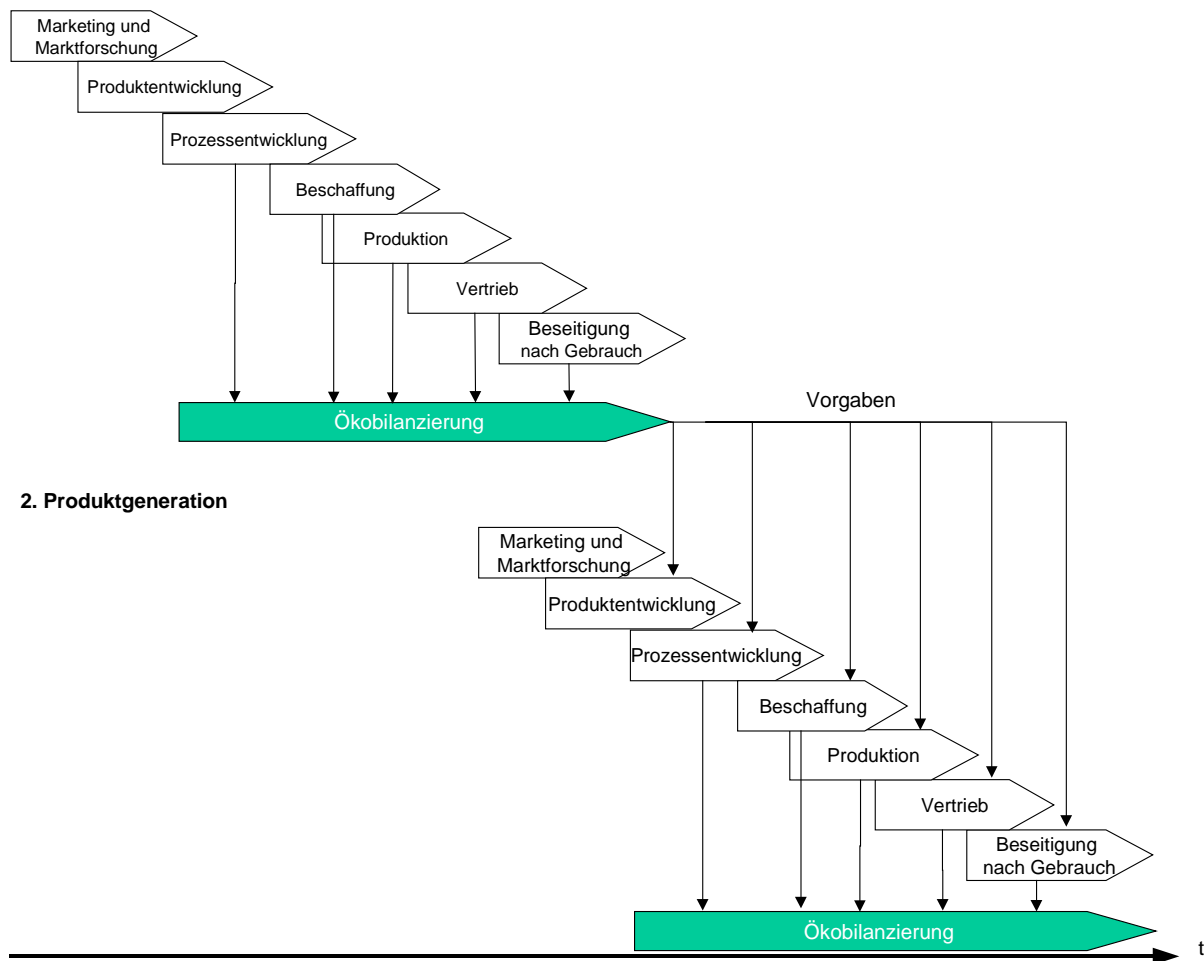


Abbildung 15: Derzeitige Einbindung der Ökobilanz in den Produktlebenszyklus

Innerhalb der Textilindustrie werden Ökobilanzen derzeit aus Sicht der Produktentwicklung, wie in Abbildung 15 dargestellt, überwiegend historisch eingesetzt, d.h. eine Ökobilanz wird am Beispiel von bereits entwickelten und auch produzierten Produkten durchgeführt, um daraus Verbesserungspotenziale und evtl. Entwicklungsvorgaben bzw. -richtlinien, z.B. in Form von Checklisten, für zukünftige Produktentwicklungen abzuleiten. Organisatorisch werden je nach Unternehmensgröße in der Regel externe Institute mit der Durchführung von Ökobilanzen beauftragt⁸⁰. In der betrieblichen Praxis sind Ökobilanzen sowohl aus ablauf- als auch aufbauorganisatorischer Sicht oft nicht direkt in die Produktentwicklung integriert, wie es z.B. in der Automobilindustrie in Form eines *Design for Environment* (DfE) teilweise

⁷⁹ Zur Diskussion über Aufwand und Nutzen von Stoffstromanalysen und den daraus resultierenden Konsequenzen für ihren Einsatz, vgl. Schmidt (2000). Er sieht den Nutzen von Stoffstromanalysen vornehmlich im strategischen Umweltcontrolling.

⁸⁰ Vgl. z.B. Bunke (1998), S. 1-5.

schon realisiert ist bzw. angestrebt wird⁸¹. Ein Grund hierfür sind die im Vergleich zur Automobilindustrie kurzen Produktlebenszyklen in der Textilindustrie.

Um für die textile Produktionskette ein in die Produktentwicklung *integriertes* Controllinginstrument, wie es in Abbildung 16 skizziert ist, zu schaffen, welches das derzeit entwickelte Produkt begleitet und am Ende der Produktentwicklung Informationen über die Material- und Energieströme als zusätzliches Entwicklungsergebnis bereitstellen kann, bedarf es zum einen einer *methodischen Weiterentwicklung* im Sinne einer *Vereinfachung* der Ökobilanzmethodik und zum anderen einer *Verbesserung der Datenermittlungsverfahren*, insbesondere durch Auswertung von Daten, die mit Prototypen bereits in der Entwicklungsphase bereitgestellt werden können. Zudem bedarf es einer *Ergänzung* der Ökobilanz Methode um sogenannte Life-Cycle Engineering Methoden (*LCE-Methoden*)⁸², welche die Entwickler bei der Materialauswahl bzw. Prozessspezifikation mit umweltbezogenen Informationen unterstützen.

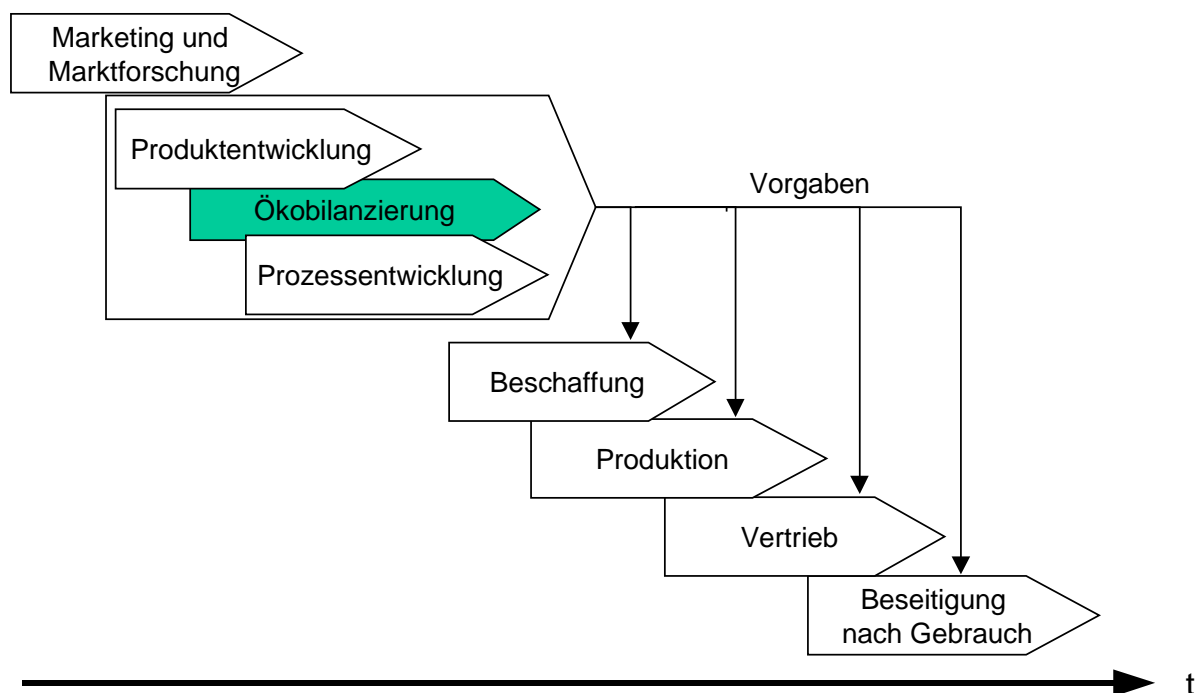


Abbildung 16: Ablauforganisatorische Integration der Ökobilanz in die Produktentwicklung

Umweltzeichen

Im Bereich der Textilien sind im Zusammenhang mit produktbezogenen Bewertungssystemen insbesondere die *Umweltzeichen* zu sehen. Umweltzeichen können sowohl von staatlicher Seite als auch von privatwirtschaftlicher Seite initiiert werden. Im Bereich der Bekleidungstextilien werden sie zunehmend vom Handel gegenüber dem Bekleidungshersteller benutzt, um Anforderungen zu formulieren und deren Erfüllung sich nachweisen zu lassen⁸³.

⁸¹ Vgl. Schmidt (1999), S. 98, Laaf (1999), S. 106-108, Finkbeiner (2000), S. 4-6

⁸² Für eine Darstellung der Kombination von Ökobilanz und LCE in der Automobilindustrie vgl. Finkbeiner (2000), S. 4-7.

⁸³ Für eine Übersicht der textilen Umweltzeichen vgl. Voß (1995) und Bunke (1998), S. 98-122.

Analysiert man die Bewertungskriterien der derzeit existierenden bzw. diskutierten Umweltzeichen für Bekleidungstextilien, lässt sich das in Abbildung 17 dargestellte Klassifizierungsschema aufstellen⁸⁴. Die erste Unterteilung in dem Schema differenziert, ob sich die Kriterien auf das Endprodukt selbst oder auf seinen Herstellungsprozess beziehen. Die Produktkriterien werden ausschließlich am Endprodukt festgemacht und können auch am Endprodukt überprüft werden. Die Produktkriterien können weiter unterteilt werden in Kriterien zur Gebrauchstauglichkeit und in Kriterien zur Gesundheitsverträglichkeit beim Gebrauch. Die Kriterien zur Gebrauchstauglichkeit sind indirekt auch ein Kriterium zur Bewertung der Umwelteinwirkungen über den Produktlebensweg, da sie Hinweise auf die mögliche Lebensdauer eines Textils geben⁸⁵. Die humantoxikologischen Kriterien dagegen haben keinen Umweltbezug⁸⁶. Ihr Ziel ist es ausschließlich, eine humantoxikologische Unbedenklichkeit für die Verbraucher zu garantieren. Aufgrund der vergleichsweise einfachen Überprüfbarkeit und der unmittelbaren Betroffenheit des Verbrauchers sind Umweltzeichen mit Produktkriterien derzeit am verbreitetsten⁸⁷.

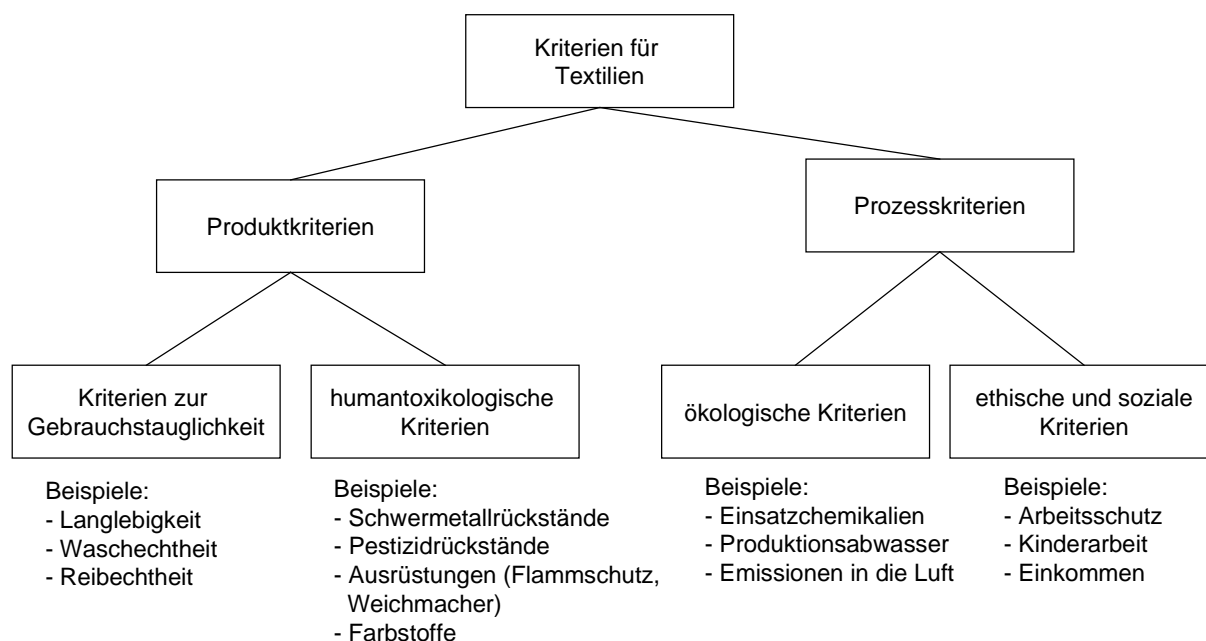


Abbildung 17: Klassifizierung von Bewertungskriterien für Textilien

Die Kriterien an den Herstellungsprozess eines Produktes lassen sich unterteilen in die Klasse der ökologischen Kriterien und in die Klasse der sozialen und ethischen Kriterien. Die ökologischen Kriterien beziehen sich auf ausgewählte Material- und Energieströme, die mit den

⁸⁴ Es fällt auf, dass die Phase der Entsorgung bzw. des Recyclings sich derzeit in den Umweltzeichen für Bekleidungstextilien nicht wiederfindet. Im Bereich der Teppichböden gibt es Ansätze hierzu, siehe z.B. das Umweltzeichen der Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichböden e.V. (GuT).

⁸⁵ Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass die mögliche Lebensdauer und die tatsächliche Lebensdauer von Bekleidungstextilien aufgrund der Mode sehr stark divergieren kann.

⁸⁶ Es wird hier besonders darauf hingewiesen, da der Name Öko tex 100 des Umweltzeichens für humantoxikologische Kriterien, das im textilen Sektor weit verbreitet ist, diesbezüglich irreführend ist.

⁸⁷ Öko-Tex 100 und tox proof sind Beispiele für Umweltzeichen, die ausschließlich Anforderungen an das Endprodukt stellen.

Produktionsprozessen des Produktes verbunden sind. Die sozialen und ethischen Kriterien beziehen sich auf die Arbeitsbedingungen für die Arbeiter an den Produktionsprozessen⁸⁸.

Ein Beispiel für ein Umweltzeichen, das neben Produktkriterien auch ökologische Prozesskriterien beinhaltet ist das 1999 von der Europäischen Kommission verabschiedete Umweltzeichen für Textile Produkte⁸⁹. Ziel der Europäischen Kommission ist es, mit dem Label Produkte zu kennzeichnen, die sowohl funktionelle Kriterien als auch Kriterien bezüglich des Umweltschutzes während der Produktion sowie bezüglich der Gesundheitsverträglichkeit bei der Nutzung erfüllen. Die ökologischen Prozesskriterien wurden aus Auswertungen von Ökobilanzen abgeleitet. Gleichzeitig erfragt es vom Bewerber Informationen, die als Datenbasis eine vereinfachte Sachbilanz voraussetzen. So wird der Bewerber, zur Zeit noch auf freiwilliger Basis, nach Informationen über den Energie- und Wasserverbrauch während der textilen Prozessstufen Spinnen, Weben und Veredeln befragt. Abbildung 18 zeigt die Systemgrenzen sowie die Flusskategorien für die Kriterien gestellt werden bzw. für die eine Quantifizierung erfragt wird. Die Kriterien sind durch Prüfungen und Messungen nachzuweisen. Das Umweltzeichen kann somit als eine vereinfachte Ökobilanz interpretiert werden.

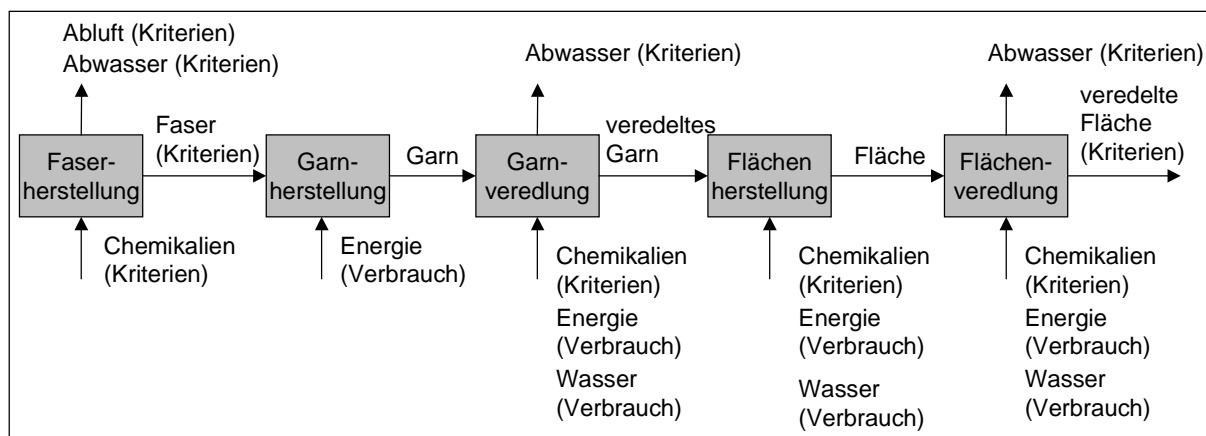


Abbildung 18: Systemgrenze des EU-Umweltzeichens für textile Produkte

4.2.2.2 Prozessmodelle zur Berechnung von Inputs und Outputs

Bei einer Ökobilanz werden in der Sachbilanz die Prozesse in der Regel als *Black-Box Module* modelliert⁹⁰. Zu jedem Prozess in dem Produktsystem wird hinterlegt, in welchem Verhältnis seine Inputs und Outputs zueinander stehen. Damit können dann sämtliche Flüsse des Produktsystems bezogen auf die funktionale Einheit berechnet werden.

Die Bestimmung der Inputs und der Outputs erfolgt in der Regel durch Messungen am Prozess. Die messtechnische Bestimmung der Inputs und der Outputs ist zum Großteil recht aufwendig. Z.B. wird das Abwasser in Veredlungsbetrieben derzeit in der betrieblichen Praxis erst in der zentralen Abwasserbehandlung, in der sämtliche Abwasserteilströme zusammenge-

⁸⁸ Diese noch recht junge und unstrittene Kategorie von Kriterien bekommt insbesondere mit der Diskussion um die Globalisierung von Produktion und Handel, die im Bereich der Textilien de facto schon existiert, eine zunehmende Bedeutung, vgl. Wick (1998).

⁸⁹ Vgl. Commission (1999)

⁹⁰ Bei einer Black-Box Betrachtung eines Systems wird die innere Struktur des Systems vernachlässigt.

führt werden, durch die Analyse von Stichproben überwacht. Zudem ist der Abwasserfluss diskontinuierlich über das Färbeverfahren hinweg verteilt. Bei mehreren Spülbädern sinkt z.B. die Konzentration der Abwasserstoffe.

Dieser Messaufwand kann minimiert werden, wenn für die Prozesse zudem *Prozessmodelle* existieren, mit denen sich die gesuchten Flüsse berechnen lassen. Prozessmodelle würden zudem die ablauforganisatorische Integration der Ökobilanz in die Produktentwicklung, wie sie in Abbildung 16 dargestellt ist, unterstützen, da Flüsse im voraus abgeschätzt werden könnten.

Im Bereich der Textilveredlung wurden vor kurzem unter der sogenannten Bausteinregelung Prozessmodelle für abluftrelevante Prozesse entwickelt⁹¹. Mit ihnen lassen sich Abluftparameter, deren Überwachung vom Gesetzgeber gefordert wird, wie z.B. der totale Kohlenstoffgehalt in der Abluft von Spannrahmenprozessen, rechnerisch abschätzen. Die Prozessmodelle basieren auf *Substanzemissionsfaktoren*⁹², die den Textilveredlungsunternehmen von ihren Hilfsstofflieferanten auf Anfrage mit einem Hilfsstoff (textile Hilfsmittel, Farbstoffe) zur Verfügung gestellt werden. Voraussetzung für die Anwendung dieses Konzeptes war die Anerkennung dieses Verfahrens durch die Behörden⁹³.

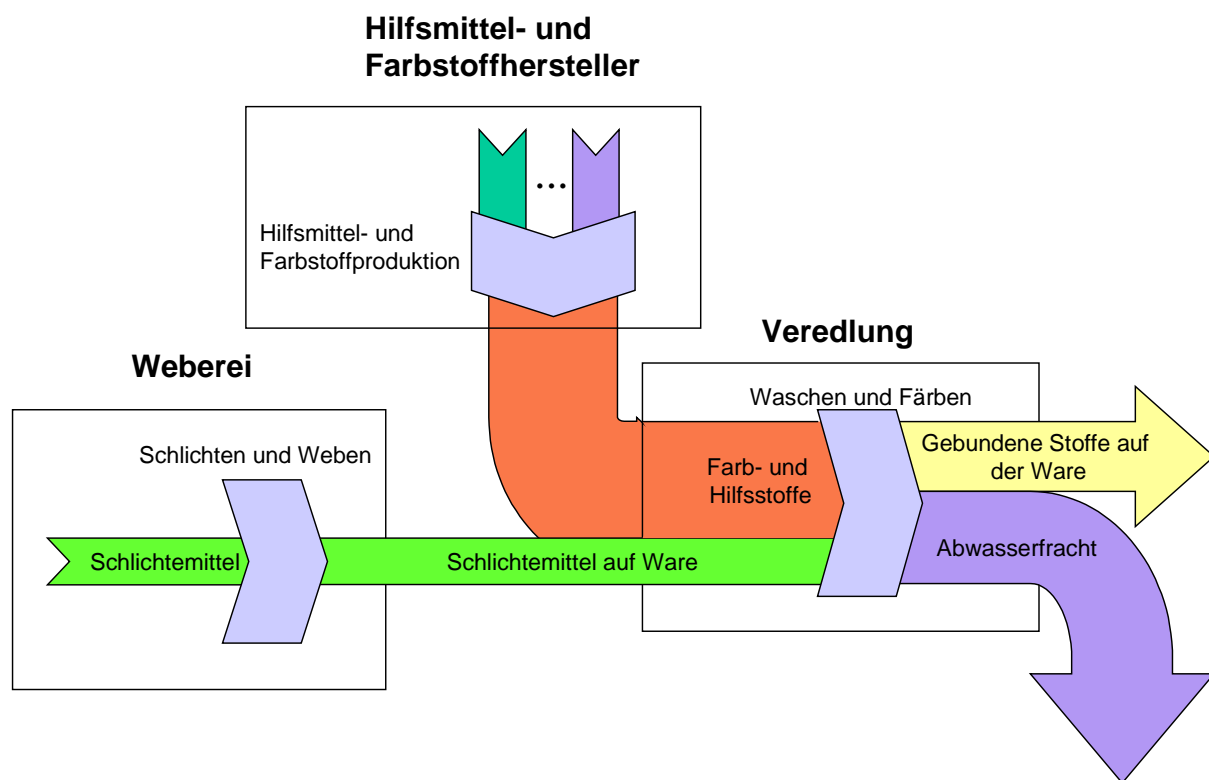


Abbildung 19: Einflussgrößen auf die Abwasserfracht

Für Emissionen ins Wasser wird dieser Ansatz noch nicht systematisch angewendet. Eine Ausdehnung dieses Konzeptes auf die Abwasserflüsse erfordert zum einen, dass von den

⁹¹ Vgl. Schmidt, Reinert und Reichert (1995) und UMEG (1996)

⁹² Diese Emissionsfaktoren werden angegeben in Gramm emittierter Stoff pro Gramm eingesetzter Substanz.

⁹³ Vgl. UMEG (1996), S. 1

Hilfsmittel- und Farbstofflieferanten zusätzlich Emissionsfaktoren für das Abwasser bereitgestellt werden und zum anderen, dass der Informationsfluss innerhalb der textilen Kette erweitert wird. Abbildung 19 verdeutlicht dies am Beispiel des Färbeprozesses. Ein Anteil der Abwasseremissionen wird von den Hilfsstoffen (Farbstoffe, Hilfsmittel) verursacht, die der Textilveredler dem Färbeprozess zuführt. Um die von diesen Stoffen verursachten Abwasseremissionen berechnen zu können, benötigt er Emissionsfaktoren von seinen Hilfsmittel- und Farbstofflieferanten. Dies bedeutet eine Erweiterung des Verfahrens, wie es bereits für die Abluft eingeführt wurde. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Anteil der Emissionen ins Abwasser wird durch Hilfsstoffe verursacht, welche die zu veredelnde Ware selbst mit sich führt. Dies sind z.B. Garnpräparationen oder Schlichtemittel, die von den vorgelagerten Unternehmen in der Produktionskette aufgetragen wurden. Entlang der textilen Produktionskette werden derzeit Informationen über Hilfsstoffe, welche die textilen Rohstoffe (Fasern, Garne, Textile Flächen) mit sich tragen, in der Regel nicht weitergegeben.

Das Institute for Fibre and Polymer Research in Schweden entwickelte für Textilveredlungsunternehmen einen Kurs zum Aufbau eines betrieblichen Energiemanagements. Hierin sind für ausgewählte Prozesse der Textilveredlung Modelle zur Berechnung des *Energiebedarfs* enthalten⁹⁴. Diese werden jedoch nicht systematisch im Umweltmanagement eingesetzt.

4.2.3 Realisierung des Stoffstrommodells

Basis für das realisierte Stoffstrommodell ist die Methode der Ökobilanz. Diese wurde in Hinblick auf ihre Integration als Messsystem in die Produktentwicklung von Textilunternehmen methodisch vereinfacht. Maßstab für die Vereinfachung waren die Informationen, die vom neuen EU-Umweltzeichen für Textile Produkte vom Bewerber erfragt werden. Ergänzend zu der Ökobilanz Methode, die die einzelnen Prozessschritte als Black-Box Systeme betrachtet, wurden Prozessmodelle entwickelt, um ausgewählte Inputs und Outputs von Prozessen zu berechnen.

Das Stoffstrommodell wird im Folgenden in zwei Schritten beschrieben. Zunächst wird auf die *Modellierung der Produktionskette* in dem Stoffstrommodell eingegangen. Im Einzelnen werden dargestellt:

- die Systemgrenzen des Stoffstrommodells
- die modellierten Prozessschritte
- die betrachteten Material- und Energieströme
- die Prozessmodelle zur Bestimmung ausgewählter Material- und Energieströme
- die Implementierung des Modells in ein Softwarewerkzeug

Sodann werden die Möglichkeiten zur *Darstellung und Auswertung*, die das Stoffstrommodell bietet, am Beispiel der untersuchten Gewebe erläutert.

⁹⁴ Vgl. Posner, Shishoo (1997)

4.2.3.1 Modellierung der Produktionskette

Abbildung 20 zeigt die Modellierung der betrachteten Produktionskette. Die Produktionskette ist unterteilt in *Produktionsstufen*. Eine Produktionsstufe bildet eine prozesstechnische Einheit. In einer Produktionsstufe werden diejenigen Prozesse zusammengefasst, deren Ergebnis ein im Prinzip marktfähiges Produkt darstellt. Um die organisatorischen Verantwortlichkeiten in der Produktionskette zu modellieren, wird die Kette zudem in *Organisationseinheiten* eingeteilt. Jede Organisationseinheit ist organisatorisch verantwortlich für eine oder mehrere Produktionsstufen der Produktionskette.

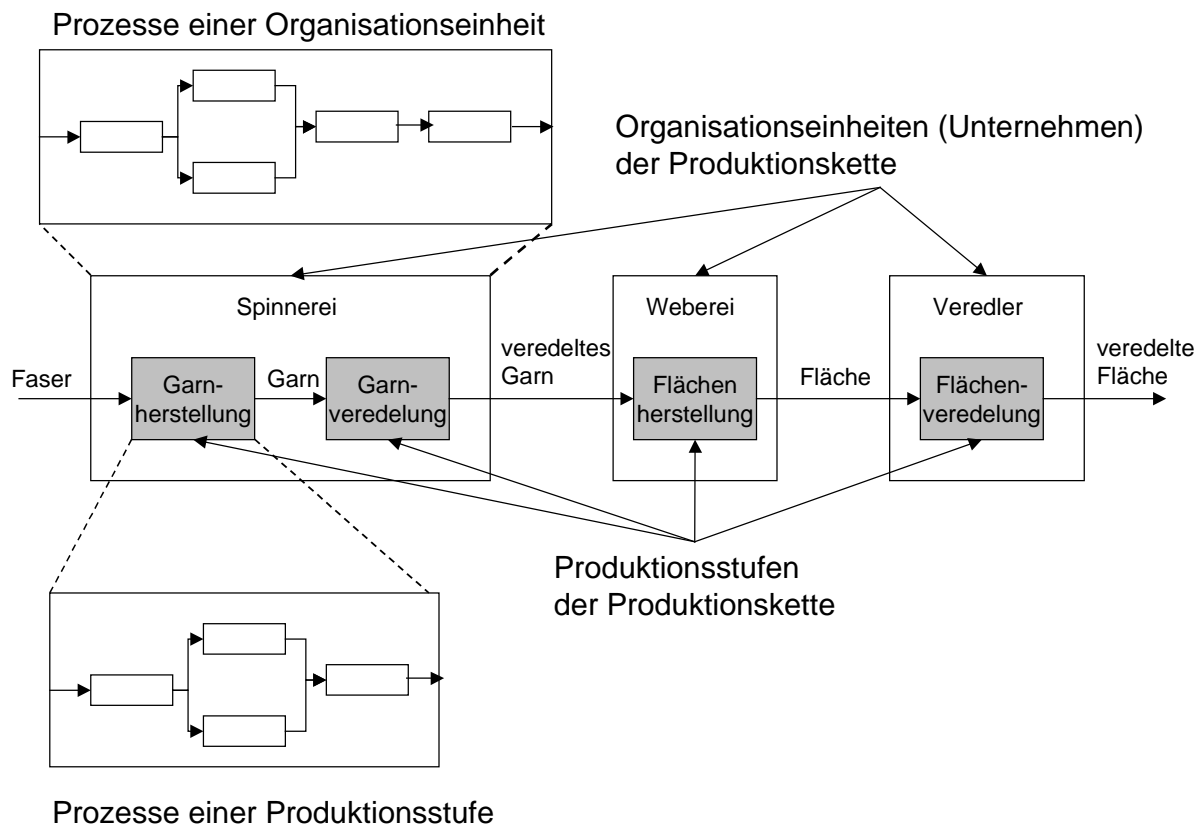


Abbildung 20: Modellierung der Produktionskette

Als Systemgrenze für die Analyse wurden die direkten Produktionsprozesse der drei Organisationseinheiten gewählt. Ausgeschlossen wurden, auch wenn sie an den Standorten der Organisationseinheiten vorhanden waren, unterstützende Prozesse⁹⁵, da die Zuordnung ihrer Flüsse zu den funktionalen Einheiten von der Auslastung und dem Produktionsprogramm abhängig sind. Beide Größen sind in der betrachteten Phase der Produktentwicklung noch größtenteils unbekannt. Die Transportprozesse zwischen den Produktionsstandorten wurden aufgrund der örtlichen Nähe der drei Produktionsstandorte vernachlässigt⁹⁶. Die in Tabelle 6 bis Tabelle 8 dargestellten Prozesspläne zeigen die betrachteten Produktionsprozesse an den

⁹⁵ Hierzu zählen etwa die zentrale Energieversorgung, Prozesse zur Lagerung, oder die zentrale Abwasserbehandlung. Zur Abgrenzung von direkten Produktionsprozessen und unterstützenden Prozessen vgl. Abschnitt 2.2 "Organisationsstruktur und Wettbewerbssituation der europäischen Produktionskette", S. 21ff dieser Arbeit.

⁹⁶ Alle drei Produktionsstandorte befanden sich in Katalonien (Spanien) in der Umgebung von Barcelona.

Organisationseinheiten. Für jede Organisationseinheit wurden die Zwischenprodukte bestimmt, die notwendig sind, um die gewünschten repräsentativen Produkttypen⁹⁷ zu erreichen. Für jedes Zwischenprodukt wurden dann die benötigten Prozessschritte bestimmt.

Prozessstufe	Prozessschritt	Zwischenprodukte					
		Farbgarn, beige & marine			Rohgarn		
	Fasertyp	Lyocell	Viskose	Baumw.	Lyocell	Viskose	Baumw.
Garnherstellung	Ballen öffnen	x	x	x	x	x	x
	Fasern öffnen	x	x	x	x	x	x
	Kardieren	x	x	x	x	x	x
	Vorbereitung Kämmen (Strecke)			x			x
	Vorbereitung Kämmen (Kehrstrecke)			x			x
	Kämmen			x			x
	Strecken (Streckwerk 1)			x			x
	Strecken (Streckwerk 2)	x	x	x	x	x	x
	Strecken (Streckwerk 3)	x	x	x	x	x	x
	Flyer Garn herstellen	x	x	x	x	x	x
Spinnen	x	x	x	x	x	x	
Garnveredlung	Spulen (auf Plastikhülsen)	x	x	x			
	Vorbehandeln, Färben, Waschen	x	x	x			
	Schleudern	x	x	x			
	Hochfrequenz Trocknen	x	x	x			
	Umspulen (auf Papphülsen)	x	x	x			
Garnherstellung	Spulen (auf Papphülsen)				x	x	x
	Spule Verpacken	x	x	x	x	x	x
	Spulen Kartonieren	x	x	x	x	x	x

Tabelle 6: Zwischenprodukte und Prozessschritte in der Organisationseinheit Spinnerei

Prozessschritt	Zwischenprodukte Roh- / Buntgewebe			
	Fasertyp	Lyocell	Viskose	Baumw.
Auspacken		x	x	x
Kettbaum erstellen		x	x	x
Schlichten		x	x	x
Weben		x	x	x
Kontrolle und Zuschnitt		x	x	x
Verpacken		x	x	x

Tabelle 7: Zwischenprodukte und Prozessschritte in der Organisationseinheit Weberei

Orientiert an den Forderungen des EU-Umweltzeichens für textile Produkte wurde in der Sachbilanz der Schwerpunkt auf die Quantifizierung der Inputs gelegt. Bei den Outputs wurden die Abwässer hinsichtlich ihrer Menge - aber nicht hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe - und die Abfälle quantifiziert. Die Abfallflüsse wurden durch Messungen bestimmt. Für den Energie- und den Wasserverbrauch wurden pro Prozess einfache Berechnungsmodelle erstellt, mit denen sich die Verbräuche aus Produkt-, Rezepturdaten und Maschineneinstellungen, die in der Produktentwicklung der Unternehmen ausgearbeitet werden, sowie aus Daten von Maschinenhandbüchern näherungsweise berechnen lassen. Im Anhang B ist für den Prozess

⁹⁷ Siehe Tabelle 5, S. 63

Färben beispielhaft das Berechnungsmodell dargestellt. Eine Wirkungsbilanz wurde aufgrund der gewählten Systemgrenzen nicht durchgeführt.

Prozessschritt	Zwischenprodukte									
	Buntgewebe ausrüsten			Gewebe blau färben			Für Stückf. vorbereiten			
	Fasertyp	Lyocell	Viskose	Baumw.	Lyocell	Viskose	Baumw.	Lyocell	Viskose	Baumw.
Auspacken und Kennzeichnen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vorbehandeln	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trocknen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fibrillieren & Defibrillieren	x			x						
Merzerisieren			x				x			x
Trocknen			x				x			x
Färben				x	x	x				
Weiten	x			x	x	x				
Trocknen	x			x	x	x				
Prüfen	x			x	x	x				
Weichmachen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Krumpfen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Prüfen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verpacken	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 8: Zwischenprodukte und Prozessschritte in der Organisationseinheit Veredler

Die Daten wurden von den Partnern in der textilen Kette erhoben und vom Forschungsinstitut aufgearbeitet. Zur Unterstützung der Modellierung und der Datensammlung wurde das Softwarewerkzeug GaBi 3 eingesetzt⁹⁸. GaBi 3 stellt ein Softwaresystem dar, das speziell zur Unterstützung der Methodik der "Ganzheitlichen Bilanzierung" entwickelt wurde. Das zu bilanzierende Produkt wird in Form von Prozessmodulen über den gesamten Lebensweg dargestellt. Auf der Ebene der Sachbilanz können den einzelnen Prozessmodulen die dort verursachten Material- und Energieströme in physikalischen Einheiten zugeordnet werden. Diesen können auf der Ebene der Wirkungsbilanz umweltrelevante Wirkungen wie z.B. Treibhauseffekt oder Versauerung zugeordnet werden. Neben einer ökologischen Bewertung unterstützt das System auch die Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten, indem zusätzlich auch verschiedene Kostenarten wie Energie-, Material-, und Personalkosten aufgenommen und analysiert werden können. Eine Schwachstellenanalyse unterstützt das System durch Input-Outputtabellen sowie durch ihre grafische Aufbereitung in Form von Diagrammen oder Stoffstromdarstellungen (Sankey-Flussdiagramme). Dabei können sowohl der ganze Lebensweg als auch Ausschnitte desselben betrachtet werden. Durch eine Parametrisierung auf Prozessebene ermöglicht es das System zudem, Szenariorechnungen durchzuführen, welche die Zielformulierung und Maßnahmenplanung unterstützen⁹⁹.

Das spezielle Softwarewerkzeug GaBi 3 wurde einem allgemeinen Modellierungswerkzeug, wie z.B. einem Tabellenkalkulationsprogramm, vorgezogen. Dies geschah aufgrund der Datenbankkomponente zur Unterstützung bei der Datenverwaltung, der grafischen Komponente zur Unterstützung von Prozessplänen, sowie der Möglichkeit zumindest auf Prozessebene Prozessparameter zu definieren und durch funktionale Beziehungen zwischen Prozessparametern und Inputs und Outputs auch die inneren Zusammenhänge von Prozessen abzubilden. Ein Tabellenkalkulationsprogramm bietet diesbezüglich zwar mehr Möglichkeiten. Die

⁹⁸ Vgl. Pfeleiderer (1998), Volz (1999) und IKP Universität Stuttgart, PE Europe (2001)

⁹⁹ Vgl. Volz (1999)

Vorteile, die GaBi bei der Lebenswegmodellierung und der Datenverwaltung bietet, überwiegen jedoch die Nachteile bei der Modellierung der inneren Prozesszusammenhänge. Um die Bilanzergebnisse weiter auszuwerten und grafisch darzustellen, wurden die Sachbilanzen in das Tabellenkalkulationsprogramm Excel importiert, da hier insbesondere die grafischen Möglichkeiten größer sind. Eine vergleichende Einschätzung zu den einzelnen Kriterien ist in Tabelle 9 dargestellt.

	Lebenswegmodellierung	Datenverwaltung	Prozessmodellierung	Auswertung und grafische Darstellung der Sachbilanz
GaBi (Spezielles Softwaresystem)	++	++	+	+
EXCEL (Allgemeines Softwaresystem)	--	--	++	++

Tabelle 9: Vergleich des speziellen Softwaresystems GaBi mit dem allgemeinen Softwaresystem Excel

4.2.3.2 Darstellung und Auswertung

Im Folgenden werden die prinzipiellen Auswertungen, die das Stoffstrommodell ermöglicht exemplarisch dargestellt. Weitere Darstellungen finden sich im Anhang C. Zielsetzung dieser Darstellungen ist es nicht, die Ergebnisse im Detail zu diskutieren. Für eine detaillierte Diskussion der Ergebnisse wird auf entsprechende Fachpublikationen verwiesen¹⁰⁰. Die Darstellungen verfolgen vielmehr die Zielsetzung, exemplarisch zu zeigen, welchen Nutzen im Verhältnis zum Aufwand das Stoffstrommodell für das organisations- und produktbezogene Umweltmanagement der Produktionspartner bietet, um hieraus Schlussfolgerungen für seine Einsatzmöglichkeiten im betrieblichen Umweltregelungssystem und für den Aufbau des kooperativen Organisationsmodell ziehen zu können.

Zur Analyse der Material- und Energieströme in der Produktionskette ermöglicht das Stoffstrommodell drei unterschiedlich detaillierte Sichten:

- Vergleich von Produktionsketten für repräsentative Produkttypen
- Vergleich von Produktionsstufen bzw. Organisationseinheiten innerhalb einer Produktionskette
- Vergleich von Produktionsprozessen innerhalb einer Produktionsstufe bzw. Organisationseinheit

Die unternehmensspezifischen Daten wurden aus Geheimhaltungsgründen auf ein Punktesystem umgerechnet. Die entsprechenden Punkte werden im Folgenden mit Pt abgekürzt.

Vergleich von Produktionsketten für repräsentative Produkttypen

Um den Einfluss der Faser auf die Umwelteinwirkungen in der betrachteten Produktionskette zu analysieren, wurden der Energie- und Wasserverbrauch sowie die eingesetzten Chemika-

¹⁰⁰ Vgl. Fischer, Winkler und Maschler (2001)

lien jeweils über die gesamte Produktionskette für die repräsentativen Produkte miteinander verglichen. Abbildung 21 zeigt dies beispielhaft für den Wasserverbrauch. Hier zeigte sich, dass die Verarbeitung der Lyocell Faser in der betrachteten Produktionskette im Vergleich zur Viskosefaser und zur Baumwollfaser beim Wasserverbrauch keine Vorteile bietet. Zieht man jedoch die Faserproduktion mit in die Betrachtung ein¹⁰¹, erweitert man also die Systemgrenze, zeigt sich, dass die Verarbeitung der Lyocellfaser über die gesamte Produktionskette im Vergleich der drei Fasertypen den geringsten Wasserverbrauch aufweist.

Der Nutzen dieser hoch aggregierten Betrachtung der gesamten Produktionskette liegt vor allem in der Unterstützung auf der Ebene der Strategieentwicklung der einzelnen Unternehmen. Die Unterstützung kann die Planung und die Kontrolle von Maßnahmen umfassen. Diese Betrachtung hält z.B. Informationen bereit für die grundsätzliche Entscheidung über die zukünftige Berücksichtigung der Lyocell Faser in der Produktentwicklung und im Produktionsprogramm aufgrund von ökologischen Gesichtspunkten.

Neben der Planung produktbezogener strategischer Ziele kann mit dieser Betrachtung auch die Kontrolle der produktbezogenen Umweltleistung der Produktionskette unterstützt werden. Die Wirksamkeit von Maßnahmen in der Produktionskette und damit letztlich auch der Erfolg von Kooperationen, lässt sich transparent machen, wenn für die repräsentativen Produkte zu einem späteren Zeitpunkt Vergleichsdaten ermittelt werden. Z.B. kann transparent gemacht werden, welchen Effekt ein verändertes Schlichtemittel sowie der Austausch von Informationen über das Schlichtemittel zwischen den Organisationseinheiten Weberei und Flächenveredlung auf den Energieverbrauch und die Abwassermissionen hat.

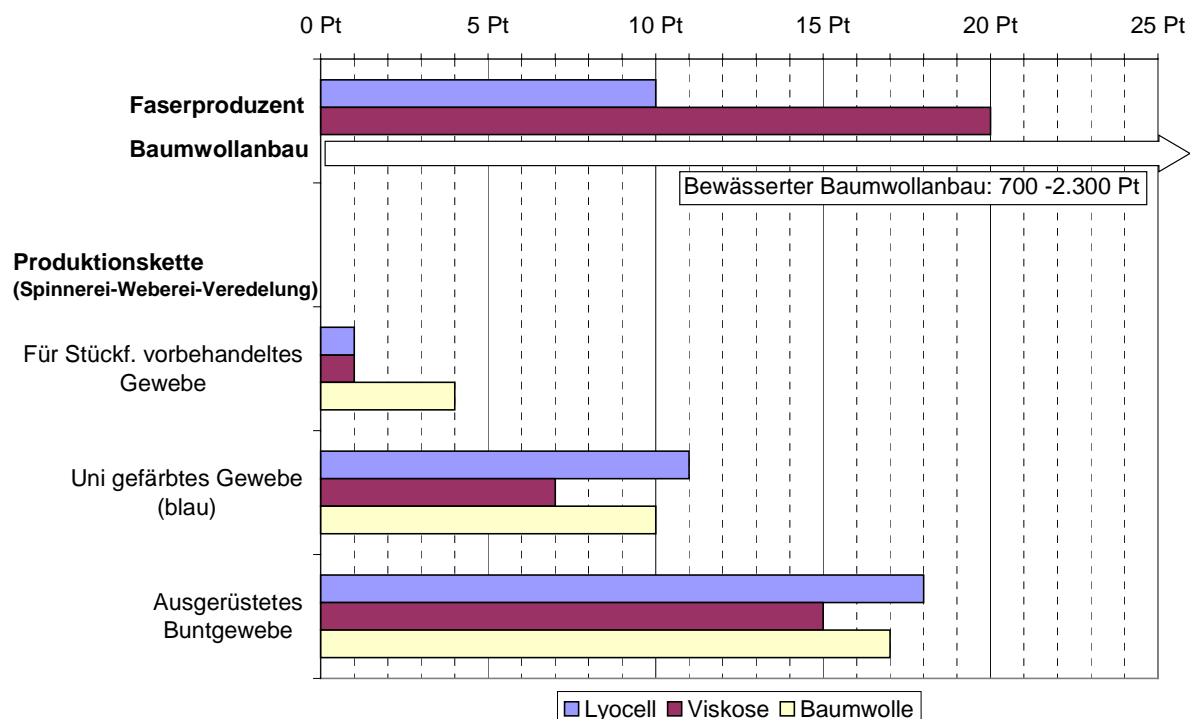


Abbildung 21: Wasserverbrauch über die Produktionskette für die repräsentativen Produkte und Wasserverbrauch für die Faserproduktion

¹⁰¹ Die Daten für die Faserproduktion wurden von Firgo, Eibl und Eichinger (1996) sowie Enquete Kommission (1994) entnommen.

Zudem ist diese Betrachtung geeignet für die Bereitstellung von Informationen für nach- bzw. vorgelagerte Stufen. Z.B. waren diese Ergebnisse für den vorgelagerten Faserproduzenten von großem Interesse, da für ihn die Umweltfreundlichkeit der Lyocellfaser im Produktionsprozess eins der wichtigen Verkaufsargumente ist. Ebenso können die Partner der Produktionskette diese Informationen an nachgelagerte Produktionsstufen weiterleiten, ohne internes Prozesswissen weiterzugeben.

Vergleich von Produktionsstufen bzw. Organisationseinheiten innerhalb einer Produktionskette

Diese Betrachtung ermöglicht es zu analysieren, welchen Anteil eine einzelne Produktionsstufe bzw. Organisationseinheit am gesamten Input bzw. Output einer Produktionskette hat. Eindeutig ist dies z.B. für den Wasserverbrauch, der ausschließlich in den Veredelungsstufen anfällt.

Abbildung 22 zeigt beispielhaft die Verteilung des Energieverbrauchs über die Produktionskette. Die Abbildung zeigt den Einfluss des Fasertyps auf den absoluten Energieverbrauch. Gewebe aus der Lyocellfaser weisen zu vergleichbaren Geweben aus Viskose einen höheren Energieverbrauch auf. Der Energieverbrauch für Gewebe aus Baumwolle ist bei allen repräsentativen Produkten am größten. Betrachtet man zudem die Verteilung des Energieverbrauchs auf die Produktionsstufen, wird die Relevanz der Textilveredelung deutlich. Berücksichtigt man, dass das für Stückfärbung vorbehandelte Gewebe noch gefärbt werden muss, verdeutlicht Tabelle 10, dass in den Veredelungsstufen der betrachteten Produktionskette rund 70% der insgesamt für ein 1 kg Gewebe benötigten Energie verbraucht werden. Die restlichen rund 30% verteilen sich zu nahezu gleichen Anteilen auf die Garn- und Flächenherstellung.

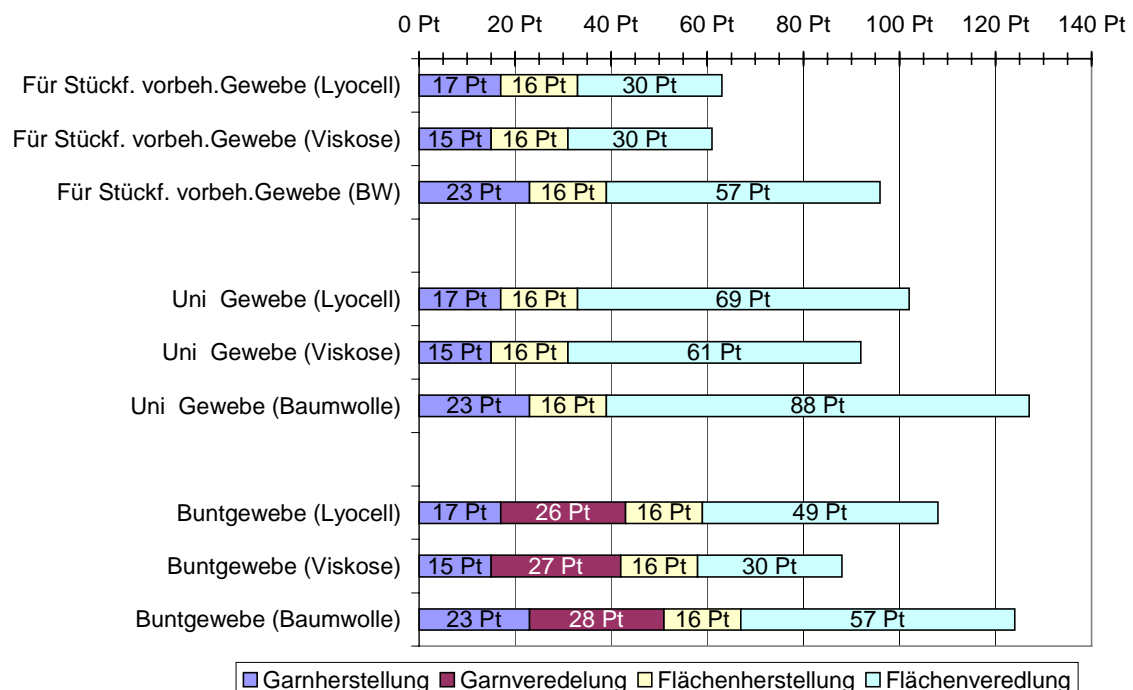


Abbildung 22: Verteilung des Energieverbrauchs auf die Produktionsstufen

Energieverteilung				
Organisationseinheit Produktionsstufe	Spinnerei		Weberei	Veredeler
	Garnherstellung	Garnveredelung	Flächenherstellung	Flächenveredelung
Für Stückfärbung vorbeh. Gewebe				
Lyocell	27%		25%	47%
Viskose	25%		26%	49%
Baumwolle	24%		17%	59%
Uni Gewebe				
Lyocell	17%		16%	67%
Viskose	16%		17%	67%
Baumwolle	18%		13%	69%
Buntgewebe				
Lyocell	16%	24%	15%	45%
Viskose	17%	31%	18%	34%
Baumwolle	19%	23%	13%	45%

Tabelle 10: Prozentuale Verteilung des Energieverbrauchs über die Produktionskette

Der Nutzen dieser Darstellung liegt darin, die größten Einsparpotenziale in der Produktionskette zu identifizieren, bevor die Maßnahmen in der Produktionskette festgelegt werden. Diese Betrachtung unterstützt die Planung und die Kontrolle - sofern Vergleichsdaten über die Zeit erhoben werden - von Maßnahmen auf der Ebene des Strukturmanagements.

Vergleich von Produktionsprozessen innerhalb einer Produktionsstufe bzw. Organisationseinheit

Diese Betrachtung ermöglicht es, innerhalb einer Produktionsstufe bzw. Organisationseinheit die relevanten Produktionsprozesse auf Basis von quantitativen Daten zu ermitteln¹⁰². Im Folgenden wird dies am Beispiel des Energieverbrauchs erläutert.

Abbildung 52 bis Abbildung 54 im Anhang C zeigen, dass die Unterschiede im Energieverbrauch bei einem einzelnen Prozess verursacht durch den Fasertyp gering sind im Verhältnis zu den Unterschieden der Prozesse untereinander. Die wesentlichen Unterschiede im Energieverbrauch zwischen den vergleichbaren Produkten resultieren vielmehr daraus, ob bestimmte Prozesse zur Herstellung benötigt werden oder nicht¹⁰³. Diese Feststellung gilt auch für den Wasser- und Chemikalienverbrauch.

In ABC-Analysen wurden die Prozesse hinsichtlich ihrer Größenordnung im Energieverbrauch klassifiziert. Abbildung 23 zeigt die ABC-Analyse für die Produktionsstufe Garnherstellung am Beispiel Baumwollgarn. Diese Prozessfolge enthält alle Prozesse, die auch für die anderen Fasern benötigt werden. In dieser Prozessstufe sind die Prozesse Spinnen und Strecken die größten Energieverbraucher. Diese beiden Prozesse machen rund 60% des Gesamtenergieverbrauchs bei der Garnherstellung aus. Die übrigen 40% verteilen sich auf 6 bezüglich ihres Energieverbrauch gleichwertig zu betrachtende Prozesse. Die übrigen 4 Prozesse sind hinsichtlich ihres Energieverbrauchs zu vernachlässigen. Um den produktbezogenen Energieverbrauch in der Garnherstellung zu 97% zu erfassen, benötigt man den Energieverbrauch von 8 der insgesamt 12 Prozesse in der Produktionsstufe Garnherstellung.

¹⁰² Dies stellt einen qualitativen Fortschritt im Vergleich zu der subjektiven, abschätzenden Methode dar, wie sie in Abschnitt 3.3.1.2 "Prozessbilanz", S.39f beschrieben wurde.

¹⁰³ Vgl. Prozesspläne in Tabelle 6 bis Tabelle 8, S. 73

Abbildung 24 zeigt die Relevanz des Prozesses Vorbehandeln, Färben, Waschen in der Prozessstufe Garnveredlung. Dieser Prozess hat einen Anteil von rund 80 % des Gesamtenergieverbrauchs in der Produktionsstufe Garnveredlung. Die übrigen rund 20% des Energieverbrauchs verteilen sich gleichwertig auf die Prozesse Hochfrequenztrocknen und Spulen.

Abbildung 25 zeigt, dass in der Prozessstufe Flächenherstellung die Prozesse Weben und Schlichten der insgesamt 6 Prozesse zusammen einen Anteil von über 97% des Gesamtenergieverbrauchs ausmachen. Insgesamt lassen sich in dieser Prozessstufe nur zwei Prozesskategorien identifizieren.

Abbildung 26 zeigt die ABC-Analyse für Flächenveredlung für blau färben und ausrüsten eines Rohgewebes aus Lyocell. Dieses Produkt umfasst bis auf den Prozessschritt Merzerisieren und einen Trocknungsprozess alle Prozesse dieser Produktionsstufe. Die Prozesse Färben und Trocknen können hinsichtlich ihres Energieverbrauchs als identisch betrachtet werden. Sie haben einen Anteil von rund 60% des Gesamtenergieverbrauchs in dieser Produktionsstufe. Mit der Kenntnis des Energieverbrauchs von 5 der insgesamt 10 Prozesse lässt sich über 90% des Energieverbrauchs in dieser Produktionsstufe erfassen. Die Aussage, dass die Hälfte der Prozesse zur Veredlung eines Produktes 90% des Energieverbrauchs ausmachen, lässt sich auf die Prozessfolgen zur Veredlung von Geweben aus Baumwolle und Viskose übertragen.

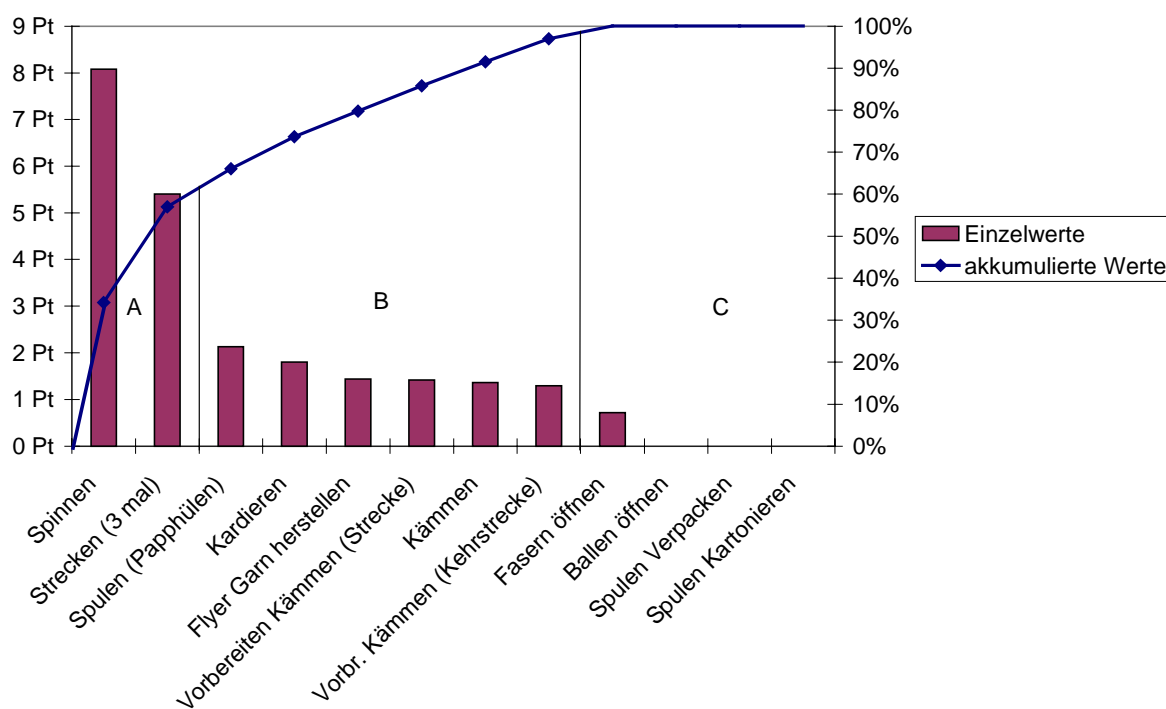


Abbildung 23: ABC-Analyse des Energieverbrauchs in der Produktionsstufe Garnherstellung (Baumwolle)

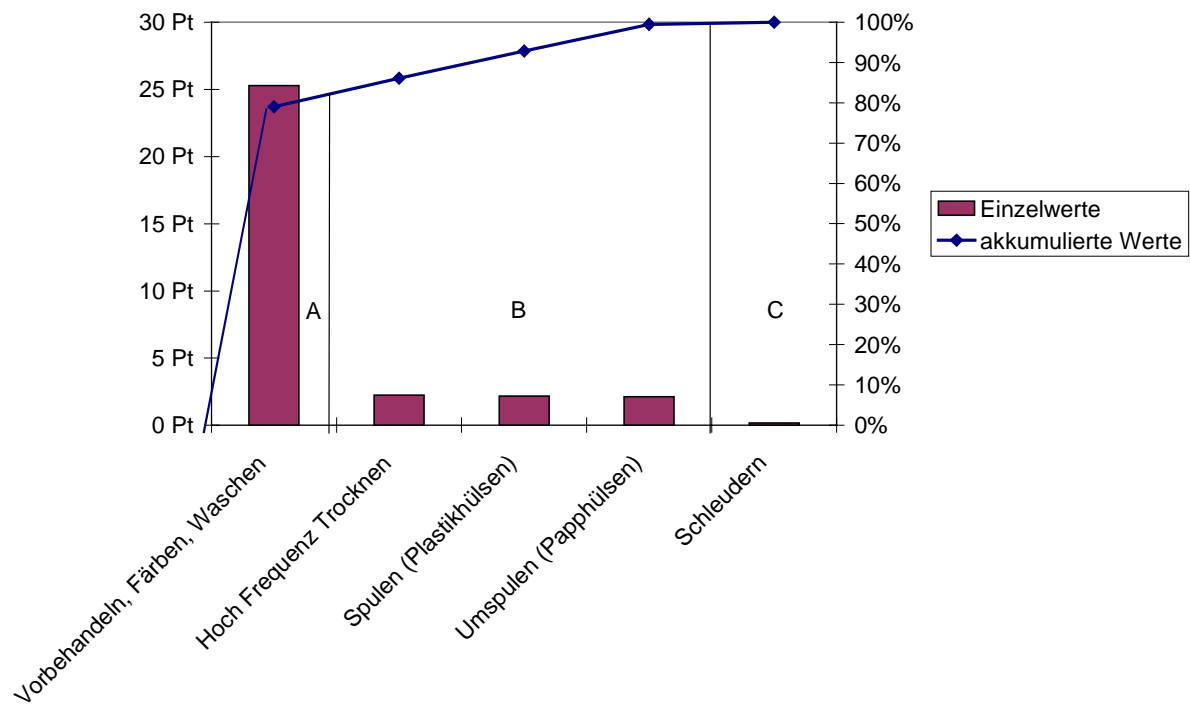


Abbildung 24: ABC-Analyse des Energieverbrauchs in der Produktionsstufe Garnveredlung

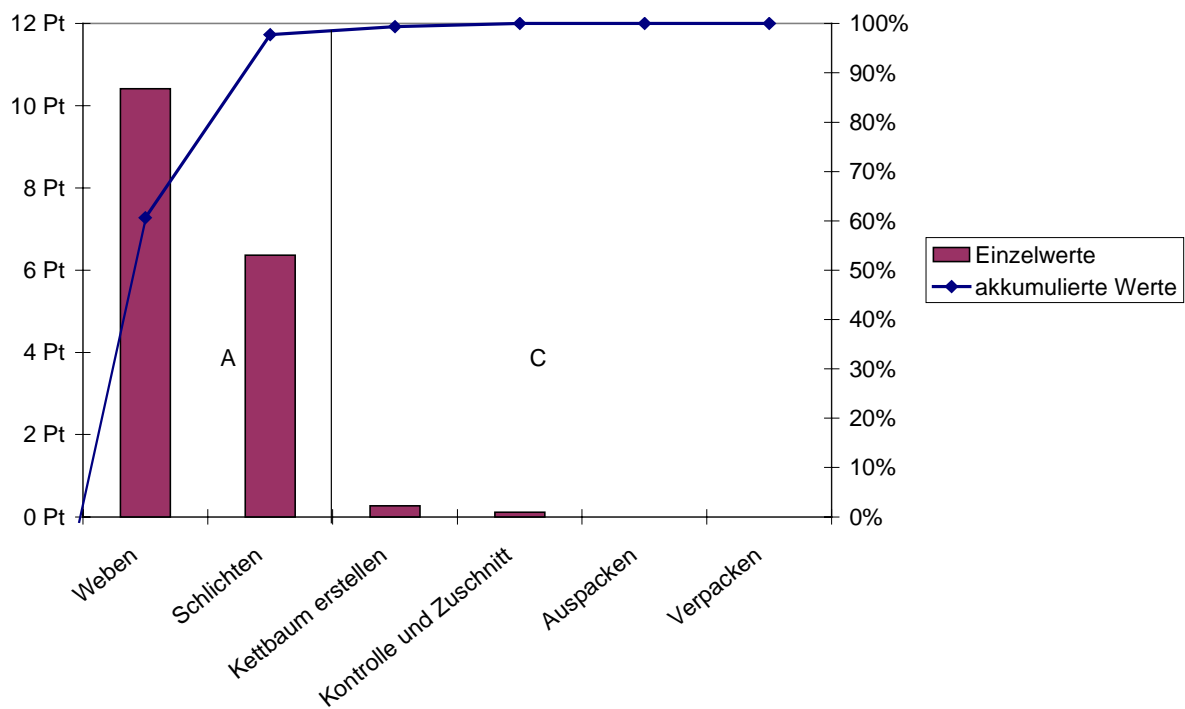


Abbildung 25: ABC-Analyse des Energieverbrauchs in der Produktionsstufe Flächenherstellung

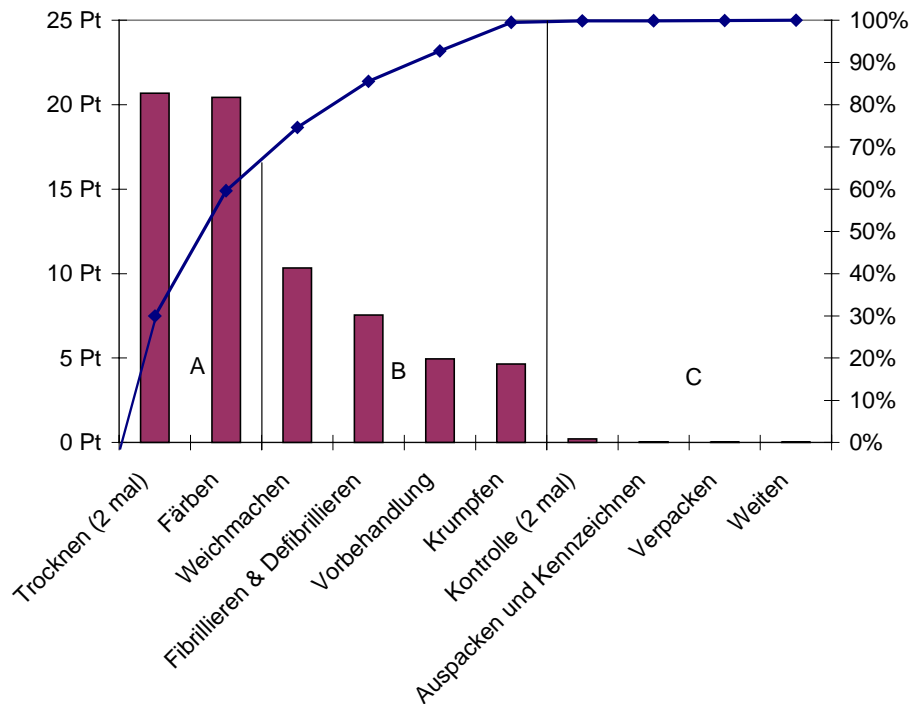


Abbildung 26: ABC-Analyse des Energieverbrauchs in der Produktionsstufe Flächenveredlung für die Veredlung eines Lyocell Gewebes

4.2.4 Bewertung des Stoffstrommodells

Das Stoffstrommodell mit seiner derzeitigen Datenbasis ermöglicht es, die betrachtete Produktionskette für verschiedene Ausprägungen hinsichtlich ihrer Material- und Energieströme zu analysieren. Durch die Modellierung des Stoffstrommodells mit dem Softwaresystem GaBi ist es möglich, das Modell in Teilmodelle zu zerlegen, welche für andere Stoffstrommodelle wiederverwendet werden können. Zudem ist es möglich, das Modell, um weitere Outputs, die derzeit nicht quantifiziert wurden, wie z.B. Emissionen in die Luft und in das Abwasser, zu erweitern.

In Hinblick auf das Organisationsmodell stellt das Stoffstrommodell in den Begriffen des Qualitätsregelkreises ein *Messsystem* dar, das den Regler bei der *Planung* und bei der *Kontrolle* seiner Maßnahmen unterstützt. Abbildung 27 zeigt zusammengefasst die Bereiche, für die das Stoffstrommodell und das Softwaresystem GaBi eine Unterstützung leistet.

Die Planung von Maßnahmen kann das Modell mit seiner derzeitigen Datenbasis unterstützen, indem verschiedene Ausprägungen von der derzeit real existierenden Produktionskette miteinander verglichen werden. Zudem können durch Szenarioanalysen die Auswirkungen möglicher Maßnahmen in der Produktionskette im vorhinein abgeschätzt werden. Die Erstellung von Szenarios wird durch die Parametrisierung der Prozesse unterstützt. Durch die Parameter kann die Realisierung eines Prozesses durch verschiedene Anlagentechnologien oder Veredlungsverfahren modelliert werden. Ein Nachteil bei GaBi ist, dass Parameter nur mit Bezug zu einem einzelnen Prozess definiert werden können. Prozessübergreifende Parameter,

welche meistens produktbezogen sind, wie z.B. Garnfeinheit, Flächengewicht, müssen wiederholt eingegeben werden.

Die Kontrolle der Wirksamkeit von ergriffenen Maßnahmen kann das Modell unterstützen, wenn nach der Umsetzung der Maßnahmen für eine Produktionskette Vergleichsdaten erhoben werden.

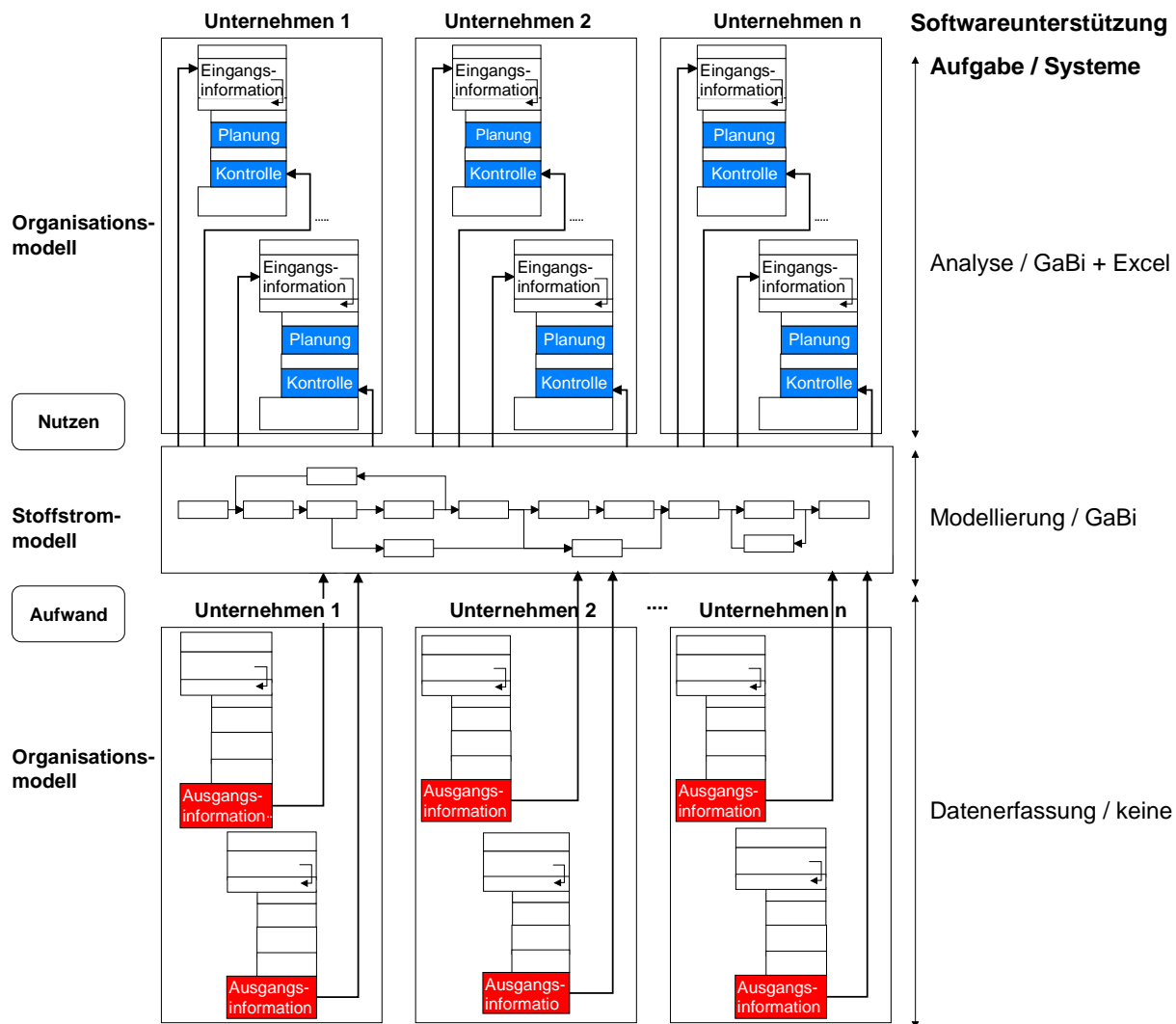


Abbildung 27: Bereiche, in denen die Systeme GaBi und Excel Unterstützung leisten

Das Softwaresystem GaBi unterstützt lediglich die Verwaltung und, zusammen mit dem Softwaresystem Excel, die Analyse der Daten. Den vorangehenden Schritt der Datenermittlung und die damit verbundene Koordination von Produktion und Messungen wird durch die beiden Softwaresysteme nicht unterstützt¹⁰⁴.

Durch die Integration von Prozessmodellen, wie es im Stoffstrommodell exemplarisch für den Wasser- und Energieverbrauch implementiert wurde, kann der notwendige Messaufwand reduziert werden. Die Berechnung von Flüssen auf der Basis von Prozesseinstellungen, Maschinenparametern und bekannten Flüssen auf der Inputseite stellt ein großes Potenzial für die

¹⁰⁴ Die DIN EN ISO 14041 stellt Datensammlungsblätter als methodische Unterstützung zur Verfügung, vgl. DIN EN ISO 14041(1997), Anhang A.

Reduktion des Messaufwandes dar. Dies gilt insbesondere für Emissionen in die Luft und in das Abwasser bei den Prozessen der Veredlung.

Der Messaufwand stellt jedoch nur einen Teil des Aufwandes für die Datenermittlung dar. Der andere Teil des Aufwandes besteht im Zusammentragen der bekannten Daten. Die Daten, die für die Berechnung der Flüsse benötigt werden, sind in den Unternehmen der Produktionskette an verschiedenen Stellen verteilt und müssen für das Stoffstrommodell zunächst zusammengetragen werden.

Hierzu bietet auch die Methode der Ökobilanzierung selbst nur eine geringe Unterstützung. Im Prinzip geht die Methode und somit auch die auf sie aufbauenden Softwaresysteme davon aus, dass die benötigten Daten für eine Beurteilung der ökologischen Einwirkungen weitgehend verfügbar sind.

Ein weiterer Ansatz zur Reduktion des Aufwandes für die Datenermittlung ist die Vereinfachung des Stoffstrommodells. Die ABC-Analysen bezogen auf die Produktionsstufen zeigen, dass sich insbesondere innerhalb der wasser- und energieintensiven Produktionsstufe der Veredlung Kernprozesse identifizieren lassen, die einen Großteil des Energie- und Wasserverbrauchs in dieser Produktionsstufe verursachen.

Die Anwendung des Stoffstrommodells zeigte, dass der Nutzen des Stoffstrommodell für die Produktionskette vor allem bei der Planung und Kontrolle von Maßnahmen liegt, die durch neue *Anlagentechniken* und durch neue *Veredlungsverfahren* auf Basis von neuen Einsatzstoffen hervorgerufen werden. Hier sind besonders Innovationen interessant, die in einem Prozess ansetzen, aber Auswirkungen auf die gesamte Produktionskette haben. Ein Beispiel hierfür ist das neue Verdichtungsspinnen: Durch eine zusätzliche Einrichtung im Streckwerk bei der Spinnmaschine kann die Haarigkeit der Garne verringert werden. Durch die verringerte Haarigkeit können in der Produktionsstufe Weben weniger Schlichtemittel aufgetragen werden, was wiederum in der Produktionsstufe Flächenveredlung zu einer geringeren Abwasserbelastung bei der Vorbehandlung führt. Die veränderten Garneigenschaften können jedoch zu zusätzlichen oder anderen Appreturprozessen führen, welche wiederum zu einem Auswirkungen auf den Energieverbrauch und die Abwasserbelastung haben.

Nimmt man die Anforderungen an das textile Produkt, den Anlagenbestand und die Einsatzchemikalien als vorgegeben an, wie dies im Prozess der *Kollektionsentwicklung* der Fall ist, sind die Einflussmöglichkeiten bei der Prozessgestaltung insgesamt zu klein, als dass sich dem Aufwand für die Datenerfassung sowie für die Analyse und die Maßnahmenplanung ein entsprechender Nutzen für die Entscheidungsträger der Organisationseinheiten der betrachteten Produktionskette entgegenstellt. Hier liegt der Nutzen der durch das Stoffstrommodell bereitgestellten Informationen nicht bei den Entscheidungsträgern in der Produktionskette, sondern bei den nachgelagerten Produktionsstufen und bei den Verbrauchern, die mit den Informationen ein zusätzliches Kriterium für ihre eigene Produktentwicklung¹⁰⁵ bzw. für ihre

¹⁰⁵ Beispielsweise kann die textile Produktionskette Informationen bereitstellen, die ein Produktentwickler in einer Folgestufe benötigt, um zu entscheiden, ob in einem Produkt eine bestimmte Komponente oder Funktion aus ökologischen Gesichtspunkten besser durch ein textiles Produkt oder durch ein alternatives Produkt erfüllt wird. Ein Beispiel für ein solches Produkt ist der Handtrockner. Die Funktion Hände trocknen kann erzielt werden durch ein Papierhandtuchhalter, einen elektrisch betriebenen Trockner oder

Kaufentscheidung bekommen. Der Regler befindet sich also in diesem Fall nicht innerhalb der betrachteten Produktionskette, sondern die nachfolgenden Glieder der Produktionskette oder die Verbraucher stellen dann die Regler dar, die durch Stelleingriffe auf die betrachtete Produktionskette einwirken. Die Produktionskette hat in diesem Fall lediglich Informationen im Sinne einer Berichterstattung bereitzustellen, die Analyse der Daten und die Auswertung erfolgt außerhalb der Produktionskette. Der direkte Einsatz des Stoffstrommodells und des Softwaresystems GaBi ist für diese Aufgabe der Erfüllung von Berichtspflichten zu aufwendig. Der Nutzen des Stoffstrommodells ist hier indirekt: Das Stoffstrommodell stellt eine Datenbasis bereit, aus der sich mit Hilfe von ABC-Analysen ein vereinfachtes Kennzahlensystem ableiten lässt, mit dem für externe Anspruchsgruppen produktbezogene Prozessinformationen bereitgestellt werden können.

Um Innovationen zu charakterisieren differenziert Fischer¹⁰⁶ verschiedene *Perspektiven*, unter denen ein "Innovationssystem" betrachtet werden kann. Als Perspektiven unterscheidet er z.B. den Gegenstand der Innovation, die Intensität der Innovation, die Stellung der Innovation im Wertschöpfungsprozess, der Initiierung (den Ursprung) der Innovation oder die Wissensquellen für Innovationen.

Aus dieser Differenzierung heraus ist die entscheidende Perspektive für die Bestimmung der Eignung des Stoffstrommodells die Intensität der Innovation. Als Ausprägungen dieser Perspektive unterscheidet Fischer zwischen einer inkrementellen Verbesserung, z.B. die kontinuierlicher Verbesserung eines bestehenden Produktes, einer zyklischen bzw. periodischen Verbesserung, z.B. ein Kollektionswechsel, und einer radikalen Veränderung etwa aufgrund einer singulären Erfindung, z.B. die oben beschriebene neue Spinntechnologie. Aus dieser Klassifizierung heraus liegt der Nutzen des Stoffstrommodells vor allem bei der Abschätzung und Bewertung der Auswirkungen von radikalen Innovationen auf die Produktionskette.

4.3 Aufgabe 2: Integration von Umwelt- und Gesundheitsschutz in die kooperative Produktentwicklung

Nachfolgend wird am Beispiel des Unternehmensnetzwerkes untersucht, wie die textile Produktionskette organisiert und informationstechnisch unterstützt werden kann, um den Umwelt- und Gesundheitsschutz in die Produktentwicklung zu integrieren.

Dazu wird zunächst das *Organisationsmodell* beschrieben, bevor dann die *informationstechnische Unterstützung* in Form einer verteilten Datenbank entwickelt wird.

Schließlich wird dann das *Zusammenwirken von Organisationsmodell und Informationssystem* bewertet.

eine textile Stoffrolle. Die Sachbilanzdaten für die Erstellung der Stoffrolle könnten durch die Produktionskette bereitgestellt werden.

¹⁰⁶ Vgl. Fischer (1999), S. 43-44

4.3.1 Aufbau eines Organisationsmodells für die kooperative Produktentwicklung

Das Organisationsmodell soll die Bereitstellung der Informationen, die die einzelnen Unternehmen für einen produktintegrierten Umweltschutz benötigen, fördern. Forschungsansatz für das Organisationsmodell ist eine Kooperation in der Produktentwicklung. Dazu werden für das konkrete Unternehmensnetzwerk der *Zweck der Kooperation* und die *Anforderungen*, die von Unternehmen an die Gestaltung der Kooperation gestellt werden, detailliert dargestellt.

Anschließend wird das *Konzept der "Virtuellen Integration der Produktentwicklung"* als Lösungsansatz zur Umsetzung dieser Anforderungen diskutiert. Verschiedene Modellformen der virtuellen Integration werden beschrieben. Es werden charakteristische Faktoren, die Einfluss haben auf die Eignung der verschiedenen Modellformen Innovationen zu fördern, bestimmt.

Sodann wird der Innovationsprozess in den Textilunternehmen hinsichtlich dieser Einflussfaktoren analysiert, um dann für das textile Unternehmensnetzwerk ein geeignetes Organisationsmodell zu entwickeln. Die *Struktur dieses Organisationsmodells* für die kooperative Produktentwicklung wird abschließend dargestellt.

4.3.1.1 Aufgabenstellung

Für das Unternehmensnetzwerk soll ein Organisationsmodell für die Kooperation gestaltet werden. Zweck der Kooperation ist es, für jeden Partner der Produktionskette in der Phase der Produktentwicklung eine Datenbasis bereitzustellen, die es jedem der Partner ermöglicht, sein Entwicklungsergebnis hinsichtlich seiner Auswirkungen auf das Endprodukt der Produktionskette bewerten zu können. In die Bewertung des Produktes sollen seine Funktionstauglichkeit, seine Umwelteinwirkungen während der Produktion sowie seine Gesundheitsverträglichkeit in der Gebrauchsphase eingehen. Jedem Unternehmen in der Produktionskette soll es so ermöglicht werden, sein individuelles Entwicklungsergebnis hinsichtlich seiner Auswirkungen auf die gesamte Produktionskette bewerten zu können. Die Entwicklungstätigkeit kann sich direkt auf das Produkt oder auf die Produktionsprozesse mit ihrer Anlagentechnik und ihren (Veredlungs-)Verfahren beziehen, welche indirekt Auswirkungen auf das Produkt haben.

Diese erweiterte Bewertungsmöglichkeit soll es den Organisationseinheiten ermöglichen, den produktintegrierten Umweltschutz in ihr betriebliches Umweltmanagement zu integrieren, und somit seinen Stellenwert im Sinne einer nachhaltigen Unternehmensführung zu erhöhen¹⁰⁷. Aus der Bewertung sollen innerbetriebliche als auch überbetriebliche Ziele und Maßnahmen abgeleitet werden können. Die überbetrieblichen Ziele können z.B. durch weitere Kooperationen umgesetzt werden.

Die Kooperation soll in Form einer losen Kopplung zwischen den Unternehmen realisiert werden. Das heißt, zwischen den Projektpartnern soll sich eine Kooperation problem- und projektbezogen bilden und auch wieder auflösen können. Dabei soll es prinzipiell möglich sein, Kooperationspartner auszutauschen. Stellt das untersuchte Produkt z.B. kein Gewebe

¹⁰⁷ Freimann sieht die Optimierung der Produkte als ein wichtigen Beitrag um das betriebliche Umweltmanagement hin zu einer nachhaltigen Unternehmensführung zu entwickeln, vgl. Freimann (2001), S 14.

sondern ein Gestrück dar, soll es möglich sein, die Organisationseinheit Weberei durch eine Organisationseinheit Strickerei auszutauschen.

Einzelne Kooperationen sollen sich aus einem Unternehmensnetzwerk heraus bilden können. Das Unternehmensnetzwerk setzt sich zusammen aus Unternehmen, welche die verschiedenen Produktionsstufen repräsentieren. Das bedeutet, dass das Netzwerk hinsichtlich seiner Partner stabil ist. Die Konstellation der Kooperationspartner innerhalb des Netzwerkes sich jedoch dynamisch verändern kann.

4.3.1.2 Lösungsansatz: Virtuelle Integration der Produktentwicklung

Das Konzept der „Virtuellen Integration der Produktentwicklung“ stellt einen vielversprechenden Ansatz für problembezogene Kooperationen in der Produktentwicklung dar. In der Literatur gibt es vielfältige Beschreibungen für diese Kooperationsform, die auch als *virtuelle Organisation* oder *virtuelles Unternehmen* bezeichnet wird¹⁰⁸. Gemeinsam ist ihnen, dass verschiedene von einander unabhängige Unternehmen¹⁰⁹ Teile ihrer Prozesse, vorrangig im Bereich ihrer Kernkompetenzen, zielgerichtet kombinieren und die entsprechenden Geschäftsprozesse so integrieren, dass sie von außen betrachtet wie eine *Einheit* wahrgenommen werden.

Durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologie soll eine hohe Flexibilität hinsichtlich *Ort* und *Zeit* erzielt werden¹¹⁰. Die örtliche Flexibilität stellt einen wichtigen Beitrag dar, um den institutionellen Aufwand einer Kooperation zu verringern. So kann z.B. auf die Einrichtung eines gemeinsamen Büros verzichtet werden, bzw. örtlich gebundene Ressourcen, können mit einbezogen werden. Die zeitliche Flexibilität ermöglicht es, die örtlich verteilten Ressourcen problembezogen in die virtuelle Organisation zu integrieren. Zudem kann durch eine verstärkt asynchrone Zusammenarbeit der zeitliche Koordinationsaufwand, der mit einer synchronen Zusammenarbeit verbunden ist, z.B. für Terminabsprachen, verringert werden.

Die Organisationsform des virtuellen Unternehmens ist daher insbesondere für das kooperative Arbeiten von *örtlich* verteilten Teams im Rahmen von *Projekten* geeignet¹¹¹. Dabei ist es unerheblich, ob die Projektmitglieder aus einem oder aus verschiedenen Unternehmen stammen. Kennzeichnend für solche *virtuellen Projektgruppen* oder *-teams* ist, dass sie auf verschieden Orte verteilt sind, sie sich oft bereichsübergreifend zusammensetzen und sich ihre Zusammensetzung in Abhängigkeit von der Aufgabe ändern kann.

Innerbetrieblich wird die Produktentwicklung bereits seit längeren als Querschnittsaufgabe verstanden, die neben den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen auch andere betriebliche Funktionen wie Beschaffung, Produktion und Vertrieb betrifft. Durch Projektmanagement soll erreicht werden, dass in möglichst einfachen Entscheidungs- und Ablaufstrukturen die wach-

¹⁰⁸ Für eine Zusammenfassung der wichtigsten Ansätze zum virtuellen Unternehmen vgl. Kramer (1998).

¹⁰⁹ Neben Unternehmen können in ein virtuelles Unternehmen auch Institutionen (z.B. Forschungsinstitute) und Einzelpersonen mit eingeschlossen werden. Vgl. Faisst(1998), S. 3

¹¹⁰ Vgl. Linde (1997), S. 20-22

¹¹¹ „Das Virtuelle Unternehmen ist mit einer Mission verbunden und endet mit dieser.“ Vgl. Faisst (1998), S. 3

senden Anforderungen an die Produkte schon in der Entwicklungsphase effizient gelöst werden. Mit der Zielsetzung die Projektdauer zu verkürzen und Entwicklungskosten zu senken wurden hierfür unter den Begriffen Concurrent Engineering, Simultaneous Engineering, Integrierte Produktentwicklung geeignete Organisationsformen erforscht. Grundgedanke dieser Ansätze ist die teilweise Parallelisierung von Arbeitsschritten, die traditionell sequentiell erfolgten¹¹².

Beim Ansatz der *virtuellen Projektteams* wird versucht, diesen Grundgedanken auf örtlich, d.h. auf verschiedene Organisationen, verteilte Entwicklungsteams zu übertragen. Boutellier, Gassmann und von Zedtwitz untersuchten, unter welchen Bedingungen welche Form der Projektorganisation für virtuelle Projektgruppen geeignet ist¹¹³. Sie identifizierten vier Faktoren, welche den Grad einer möglichen Virtualisierung¹¹⁴ von Projektgruppen beeinflussen.

- Typ der Innovation: inkremental versus radikal¹¹⁵
- Art der Projektarbeit: systemisch versus autonom
- Art des benötigten Wissens: explizit versus implizit (Tacit-Knowledge)
- Grad der Ressourcenbündelung: komplementär versus redundant

Wie Abbildung 28 grafisch darstellt, unterscheiden sie in Abhängigkeit von diesen Faktoren vier mögliche Organisationsformen für eine Projektgruppe.

Eine Projektgruppe mit einem hohen Grad an Virtualität, d.h. eine Projektgruppe, die sich aus örtlich verteilten Teams zusammensetzt, die sich selbst koordinieren, ist möglich, wenn ein zuwachsender Innovationsschritt erzielt werden soll, die Projektarbeit sich in relativ autonome Projektaufgaben zerlegen lässt für die redundante Ressourcen verfügbar sind, die vorrangig auf explizites Wissen zurückgreifen. Zwischen den örtlich verteilten Teams besteht dann ein geringer Abstimmungsbedarf, der ein weitgehend asynchrones Zusammenarbeiten erlaubt.

Eine an einem Ort konzentrierte Projektgruppe mit einem geringen Grad an Virtualität wird von ihnen empfohlen, wenn ein radikaler Innovationsschritt erzielt werden soll, die Projektaufgaben systemisch voneinander abhängig sind, sich die verfügbaren Ressourcen komplementär ergänzen und implizites Wissen eine zentrale Rolle spielt. Eine örtliche Nähe ist hier sinnvoll, da ein hoher Abstimmungsbedarf zwischen Gruppenmitgliedern bzw. Teilgruppen besteht. Der Anteil der synchronen, d.h. zeitgleichen Zusammenarbeit, ist hier sehr hoch.

Als Zwischenformen zwischen diesen extremen Ausbildungen ist der Einsatz eines Systemintegrators oder eines Kernteams möglich. Beide haben die Aufgabe für eine Abstimmung der

¹¹² Vgl. z.B. Bullinger u.a. (1995), Eversheim, Bochtler und Lauffenberg (1995), Gerhardt, Schmied (1996), Paashuis (1998)

¹¹³ Vgl. Boutellier, Gassman und von Zedtwitz (1999), S. 93-114

¹¹⁴ In ihrer Betrachtung bezieht sich die Virtualität auf den Ort. Je größer der Anteil Projektarbeit ist, der örtlich verteilt durchgeführt wird, um so höher ist der Grad der Virtualität.

¹¹⁵ Fischer spricht hier von der Innovationsintensität. Je nach Intensität einer Innovation unterscheidet er zwischen einer kontinuierlichen Verbesserung, einer zyklischen bzw. periodischen Verbesserung und einer singulären Erfindung, vgl. Fischer (1999), S. 43. Chesbrough und Teece unterscheiden bei der Wahl der Organisationsform für Entwicklungstätigkeiten zwischen autonomen und systemischen Innovationen, vgl. Chesbrough, Teece (1996), S. 64-65.

örtlich verteilten Teams zu sorgen. Das Kernteam setzt sich zusammen aus Vertretern der örtlich verteilten Projektteams, die sich an einem gemeinsamen Ort treffen. Der Systemintegrator dagegen bewegt sich zwischen den örtlich verteilten Projektteams. Beim Einsatz eines Kernteams ist der Abstimmungsaufwand größer als beim Systemintegrator. Dafür ist die Kommunikation und die Integration der verteilten Projektaufgaben größer, da der Anteil der an dem Abstimmungsprozess beteiligten Gruppenmitglieder größer ist.

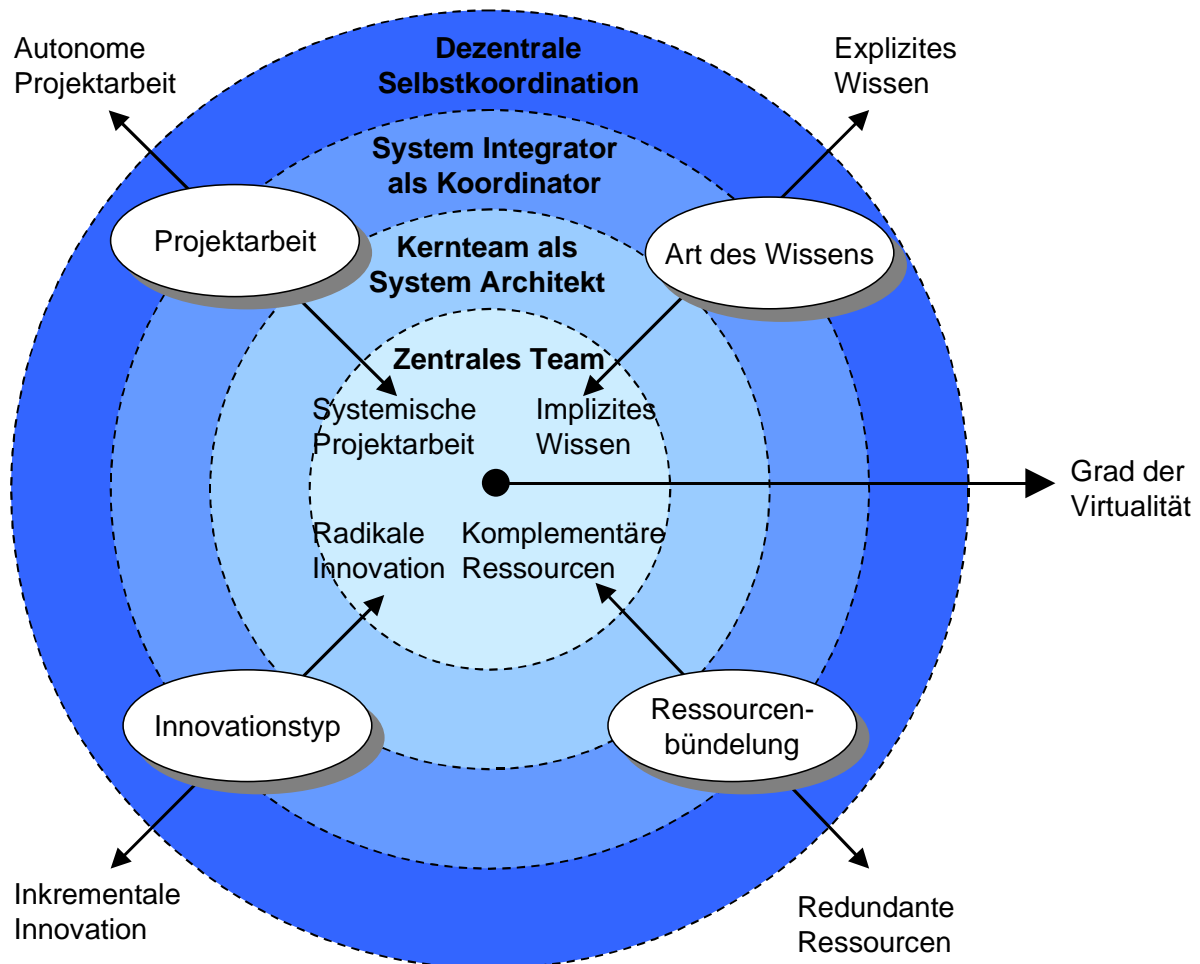


Abbildung 28: Einflussfaktoren für die Gestaltung von virtuellen Projektgruppen (nach Boutellier, Gassmann und von Zedtwitz¹¹⁶)

4.3.1.3 Analyse des Innovationsprozesses in den Unternehmen der Textilindustrie

Die Art des Wissens und die Ressourcenbündelung sind in dem Netzwerk vorgegebene Größen. Die variable Größe mit der Einfluss auf die Innovationsintensität genommen werden kann, stellt die Projektorganisation zwischen den Organisationseinheiten dar.

Um den Ansatz der virtuellen Integration der Produktentwicklung für das betrachtete Unternehmensnetzwerk umzusetzen, werden die Entwicklungsabläufe in der Textilindustrie als Zulieferer der Bekleidungsindustrie analysiert. Dazu werden zunächst die innerbetrieblichen Entwicklungsabläufe und die Schnittstellen zu unternehmensexternen Akteuren beschrieben.

¹¹⁶ Vgl. Boutellier, Gassmann und von Zedtwitz (1999), S. 111

Im Anschluss daran wird analysiert, wie die Entwicklungsabläufe zwischen den Organisationseinheiten der Produktionskette koordiniert werden.

Entwicklungsprozesse innerhalb der Textilunternehmen

In den Unternehmen der Textilindustrie können die *Entwicklung der Produkte* und die *Entwicklung der Anlagentechnik* in der Regel als zwei separate Teilprozesse betrachtet werden, die in der Aufbauorganisation durch verschiedene Funktionen, wie z.B. Produktentwicklung und Betriebstechnik, verantwortlich geführt werden. Beide Entwicklungsprozesse stehen in enger Wechselbeziehung zueinander. Durch eine Produktentwicklung kann eine Anlagenentwicklung angestoßen werden und umgekehrt können durch Innovationen in der Anlagentechnik, welche neue Prozesse ermöglicht, Produktentwicklungen angestoßen werden. Es ist aber auch möglich, dass durch eine Innovation in der Anlagentechnik bestehende Produkte effizienter hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs und der Emissionen hergestellt werden können.

In der Produktentwicklung werden die Prozessschritte für jedes neue Produkt neu erarbeitet und in Arbeitsplänen und Rezepten fixiert. Dabei kann der Entwicklungsprozess in die Phasen Entwicklungsplanung, Musterproduktion, Verifizierung und Validierung der Entwicklungsergebnisse unterteilt werden.

Entwicklungsplanung

Die Produktentwicklung wird in der Regel auftragsbezogen vom Kunden oder intern, meist zyklisch, im Rahmen einer Kollektionsentwicklung angestoßen. Die Entwicklungseingaben werden dabei über den Vertrieb vom Kunden ermittelt oder bei intern angestoßenen Entwicklungen von Messebesuchen und Kundenbesuchen abgeleitet. Die Entwicklungseingaben werden in Entwicklungsvorgaben in Form von Produktspezifikationen umgesetzt. Unterstützende Methoden wie z.B. Quality Function Deployment (QFD), welche die Umsetzung der Entwicklungseingaben in Entwicklungsvorgaben unterstützen, werden kaum eingesetzt.

Musterproduktion

In der Phase der Musterproduktion werden die Prozessabfolge und die Prozesseinstellungen über Muster, die in der Regel direkt auf den Produktionsanlagen produziert werden, ermittelt. Eine Ausnahme bildet die Textilveredlung. Hier werden bei der Entwicklung von Färbeverfahren als Zwischenschritt häufig Muster auf Laborfärbeapparaten gefärbt.

Der Anlagenbestand, auf den die Produktentwicklung dabei zugreift, kann zumeist als konstant betrachtet werden. Die Produktentwicklung hat somit wesentlichen Einfluss auf die Gefahren für Mensch und Umwelt, die von den textilen Rohstoffen und den Hilfsstoffen in Verbindung mit den Prozesseinstellungen ausgehen.

Die für die Musterproduktion benötigten Roh- und Hilfsstoffe werden über einen Beschaffungsablauf von Lieferanten bezogen. Für die Hilfsstoffe (textile Hilfsmittel, Farbstoffe) werden dem Textilunternehmen von seinen Hilfsstofflieferanten umwelt- und arbeitsschutzrelevante Informationen über Sicherheitsdatenblätter übermittelt. Bei Gefahrstoffen wird dem Textilunternehmen das Sicherheitsdatenblatt mit der ersten Bestellung mitgeliefert, ansonsten auf Anfrage des Textilunternehmens. Vom Textilunternehmen werden diese stoffbezogenen Informationen für den Umgang in der Phase der Produktion in arbeitsplatzbezogene Betriebsanweisungen umgesetzt, in denen auf die mit dem Umgang mit Gefahrstoffen verbundenen

Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen wird sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln am Arbeitsplatz festgelegt werden¹¹⁷.

Für den textilen Rohstoff werden in der textilen Produktionskette in der Regel keine Sicherheitsdatenblätter erstellt und ausgetauscht. Über Umweltzeichen werden derzeit teilweise Informationen über die Einhaltung von humantoxikologischen Grenzwerten ausgetauscht. Diese Informationen dienen jedoch nicht zur Produkt- bzw. Prozessentwicklung, sondern der Information des Endverbrauchers¹¹⁸.

Verifizierung¹¹⁹ und Validierung¹²⁰ der Entwicklungsergebnisse

Die Muster werden im Anschluss textilen Prüfungen unterzogen, um zu verifizieren, ob die Entwicklungsergebnisse in Form der Muster den Entwicklungsvorgaben entsprechen. In der anschließenden Produktvalidierung wird zumeist zusammen mit den Kunden überprüft, ob das Produkt für die beabsichtigte Anwendung geeignet ist. Nach einer positiven Produktvalidierung, erhält das Muster und der zugehörige Prozessablauf eine Artikelnummer und werden in die Artikel-Stammdaten, die papierbasiert oder EDV-gestützt verwaltet werden, aufgenommen. Parallel werden in der Prüfplanung die Prüfschritte und die zugehörigen Qualitätsmerkmale ermittelt.

Anlagenentwicklung

Der Produktlebensweg einer Anlage lässt sich aus Sicht eines Textilunternehmens einteilen in die Phasen Auswahl und Inbetriebnahme, Betrieb sowie Stilllegung und Entsorgung. Sowohl die Anlagen für die Produktionsprozesse als auch die Anlagen für die unterstützenden Prozesse haben oft eine lange Nutzungsdauer, die häufig über 10 Jahre beträgt. Die Inbetriebnahme einer neuen Anlage hat damit aus der Sicht des einzelnen Textilunternehmens im Vergleich zu der mehrmals im Jahr durchgeführten Produktentwicklung den Charakter einer singulären Innovation, die sich auf die Produkteigenschaften als auch auf die Produktionseffizienz auswirken kann. Die Innovation wird dabei oft zum Großteil vom Anlagenbauer getragen. Die Einflussmöglichkeit des Textilunternehmens liegt bei der Formulierung des Lastenheftes. Bei der Inbetriebnahme werden zur Abnahme der Anlage Musterprodukte, entsprechend dem zuvor beschriebenen Ablauf für die Produktentwicklung, produziert. Die Inbetriebnahme einer Anlage kann insbesondere bei Anlagen für Textilveredlungsprozesse als auch für die Prozesse der Energieversorgung und der Abwasserbehandlung und der Lagerung mit behördlichen Genehmigungsverfahren bzw. Bauartzulassungen verbunden sein. Aus den Rechtsbescheiden (z.B. Genehmigungsbescheide) ergeben sich oft Auflagen für den Betrieb der Anlagen und ihre Überwachung. Diese sind von den Unternehmen in anlagenbezogene Betriebsanweisungen umzusetzen. In der Phase des Betriebs werden häufig Optimierungen

¹¹⁷ Für Einzelheiten bzgl. Sicherheitsdatenblättern und ihre Umsetzung Betriebsanweisungen durch das die Stoffe anwendende Unternehmen vgl. GefStoffV (1993).

¹¹⁸ Vgl. Ausführungen zu Umweltzeichen in Abschnitt 4.2.2.1 "Methoden und Instrumente zur ökologischen Bewertung von Produktsystemen", S. 64ff

¹¹⁹ Die ISO 9001:2000 bezeichnet mit Verifizierung die Prüfung, ob die Entwicklungsergebnisse die Entwicklungsvorgaben erfüllen, vgl. DIN EN ISO 9001 (2000).

¹²⁰ Die ISO 9001:2000 bezeichnet mit Validierung die Prüfung, ob die Entwicklungsergebnisse die gewünschte Anwendung erfüllen, vgl. DIN EN ISO 9001 (2000).

oder Erweiterungen der Anlage vorgenommen, die als kontinuierliche Innovation betrachtet werden können. Die Optimierungen können intern oder aufgrund veränderter rechtlicher Vorgaben angestoßen werden.

Koordination der Entwicklungsabläufe zwischen den Unternehmen der Produktionskette

Die Analyse der Zusammenarbeit der Unternehmen in dem betrachteten Unternehmensnetzwerk bei der Produktentwicklung ergab, dass die Entwicklungsabteilungen weitgehend dezentral und autonom arbeiten: Im Allgemeinen wird ein Entwicklungsprojekt von *einem Partner* in der textilen Kette angestoßen und koordiniert. So möchte z.B. die Spinnerei die Eigenschaften eines neuen Garns beim Weben und Ausrüsten testen und benötigt hierzu die Zusammenarbeit mit dem Weber und dem Veredler; oder der Veredler möchte ein neues Veredlungsverfahren für Gewebe aus Lyocell erproben und wünscht sich hierzu entsprechende Garne und Gewebe.

Der jeweilige Initiator definiert zunächst eigenständig die Zielsetzung und plant die Versuche für die Musterproduktion. Danach geht er auf die anderen Unternehmen zu und beauftragt diese mit der Durchführung der von ihm geplanten Aufgaben. Die Unternehmen führen die in Auftrag gegebenen Aufgaben durch und geben die Ergebnisse an den Auftraggeber in Form von Mustern oder Prüfergebnissen an den Initiator zurück. Dieser überprüft die Ergebnisse und beginnt mit der Kommerzialisierung des Produktes falls die Ergebnisse den Entwicklungsvorgaben entsprechen. Ansonsten beginnt der Prozess von vorne.

Bezogen auf die Differenzierung von Chesbrough und Teece¹²¹ ermöglicht diese Organisationsform lediglich *autonome* Innovationen: Jede einzelne Organisationseinheit kann bezogen auf ihre Produktionsstufen Innovationen durchführen. Ob sich diese autonomen Innovationen auch komplementär zu einer *systemischen* Produktinnovation bezogen auf das Endprodukt, d.h. über alle Produktionsstufen hinweg, ergänzen, bleibt offen. Systemische Innovationen sind mit dieser Organisationsform zwar prinzipiell möglich, werden jedoch nicht systematisch durch sie unterstützt. Diese Organisationsform kann in Hinblick auf das Endprodukt also nicht im Sinne eines Managementprozesses *zielgerichtet und effizient* zu einer systemischen Innovation führen.

Die beauftragten Unternehmen wissen dafür zu wenig von der Zielsetzung und über das Anwendungsfeld des Auftraggebers. Der Auftraggeber hat wiederum oft zu wenig Wissen über die Produktionsprozesse im beauftragten Unternehmen. Das vorhandene Wissen in dem beauftragten Unternehmen kann so nicht genutzt werden. Zudem erhält das initiiierende Unternehmen oft nur unvollständige Produktinformationen. Informationen über die Herstellung, die Verarbeitbarkeit des Produktes bleiben ihm zum größten Teil verborgen. Der Initiator kann somit nicht oder nur schwer bewerten, ob es sich um eine systemische Innovation handelt oder nicht.

¹²¹ Zur Differenzierung von Innovationen vgl. S. 87 dieser Arbeit.

4.3.1.4 Struktur des Organisationsmodells für die kooperative Produktentwicklung

Abbildung 29 zeigt das Organisationsmodell für die kooperative Produktentwicklung, das mit den Partnern entwickelt wurde. Es wurde mit Grundelementen¹²² modelliert.

Um die Koordination des Entwicklungsprozesses über die Produktionskette zu verbessern, wurde ein zentrales Kernteam, das sich aus Vertretern aller Kooperationspartner zusammensetzt, gebildet. Das Kernteam trifft sich in regelmäßigen Abständen an einem zentralen Ort. Aufgabe des zentralen Kernteams ist es, die Zielvereinbarung und die Versuchplanung für ein Entwicklungsprojekt gemeinsam durchzuführen. Dabei soll insbesondere das implizite Wissen der Entwicklungspartner, das im wesentlichen auf Erfahrungen beruht, komplementär ergänzt werden. Ergebnis der Planung sind Vorgaben an das Produkt und die Zwischenprodukte sowie konkrete Aufgabenpakete, die von den einzelnen Kooperationspartnern autonom in den einzelnen Unternehmen durchgeführt werden können. Die Aufgabenabgrenzung ergibt sich durch die Produktionsstufen der Unternehmen. Dies sind für die Unternehmen der textilen Fertigungsstufen die Durchführung von Musterproduktionen (Garn-, Kett-, Rohgewebemuster und Muster von veredeltem Gewebe) und die Entwicklung der zugehörigen Prozesseinstellungen. Aufgabe des Forschungslabors ist es, Prozessparameter und Produkteigenschaften zu bestimmen, für die in den Unternehmen der textilen Kette keine Versuchseinrichtungen vorhanden sind.

Die Bewertung der Entwicklungsergebnisse erfolgt wiederum gemeinsam im zentralen Kernteam an Hand der produzierten Muster und den Testergebnissen sowie den zugehörigen Vorgaben. Gleichzeitig werden auch die jeweiligen Verarbeitungseigenschaften der Muster in die Bewertung mit einbezogen. Bei der Bewertung der Ergebnisse liegt explizites Wissen in Form von Produkt- und Prozessdaten vor, das zur Planung der weiteren Entwicklungsschritte bzw. der Produktvermarktung verwendet wird.

Das Kernteam bildet somit einen übergeordneten Regler, der die innerbetrieblichen Regelkreise koordiniert. In Abbildung 29 ist für die Produktionsunternehmen jeweils nur der bedeutendste Regelkreis zwischen der Entwicklung und der Produktion dargestellt. Weitere innerbetriebliche Regelkreise, etwa zwischen der Entwicklung und der Beschaffung, sind nicht dargestellt.

Die in der Abbildung 29 angewendete Modellierungstechnik mittels der Grundelemente kann nur die Struktur aber nicht das dynamische Verhalten der Regelkreise beschreiben. Das Organisationsmodell sieht einen rhythmischen Wechsel zwischen synchroner Abstimmung im zentralen Kernteam und einer asynchronen Bearbeitung der Aufgaben bei den örtlich verteilten Netzwerkpartnern vor. Die asynchrone Bearbeitung wird letztlich durch den Materialfluss bei der Musterproduktion erzwungen.

¹²² Vgl. S. 34-34 dieser Arbeit

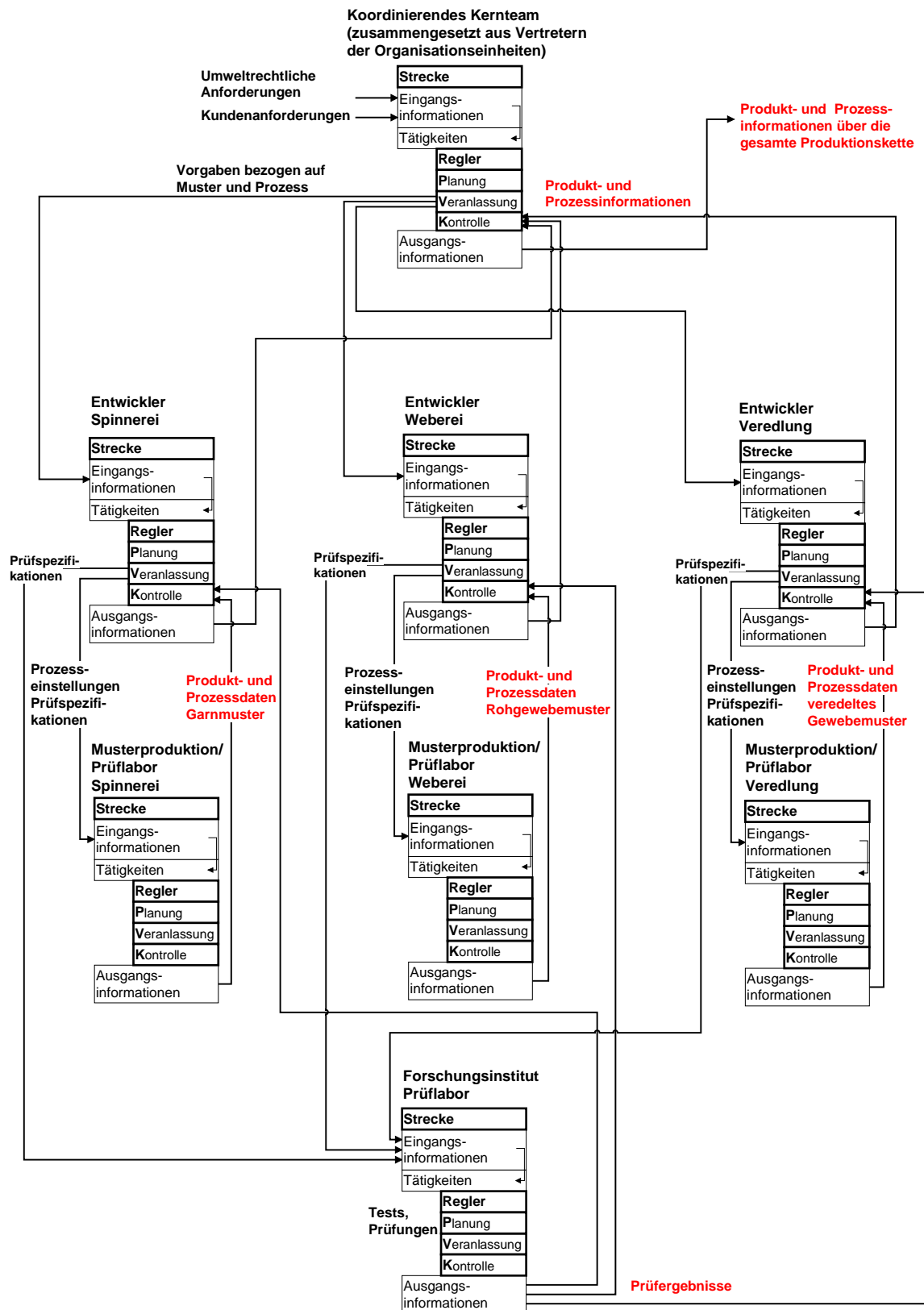


Abbildung 29: Organisationsmodell für die gemeinsame, kooperative Produktentwicklung

In dem Netzwerk sind alle Partner gleichberechtigt. Obwohl die Partner sich entlang der textilen Produktionskette reihen, übt keiner der Partner Druck auf den anderen Partner über ein Handelsverhältnis aus. Voraussetzung für diese Form der Kooperation, die mit einem verstärkten Austausch von Daten und Wissen verbunden ist, ist daher, dass jeder Partner für sich

alleine aus der Kooperation einen Nutzen für seine unternehmerische Tätigkeit, unabhängig von den anderen Kooperationspartnern, ziehen kann. Die Partner sehen jeweils für sich betrachtet folgenden Nutzen in der Kooperation: Die Spinnerei kann Garne anbieten, verbunden mit Wissen über das Prozessverhalten in den weiteren Verarbeitungsschritten der Garne. Dieses Wissen kann sie als zusätzliche Dienstleistung anbieten. Die Produkte erhalten somit einen Mehrwert. Die Weberei kann neue Produkte in ihre Stoffproduktion aufnehmen. Die Veredlung kann durch die Kooperation ihre Färbe- und Ausrüstungsverfahren optimieren und somit eine bessere Dienstleistung als Lohnveredler anbieten. Das Forschungsinstitut gewinnt Wissen über die Verfahrensschritte in der Kette, das es für Forschungs- und Beratungszwecke nutzen kann. Allen Partnern gemeinsam ist, dass sie durch die Kooperation schneller und kostengünstiger zu den gewünschten Entwicklungsergebnissen kommen.

4.3.2 Aufbau eines Informationssystems für die kooperative Produktentwicklung

Zur Unterstützung des zuvor entwickelten Organisationsmodells wurde ein Informationssystem entwickelt.

Dazu werden zunächst die *Anforderungen*, die an das Informationssystem gestellt werden, dargestellt.

Im Bereich des "Computer-Supported-Cooperative-Work" haben sich verschiedene *Klassen von Informationssystemen* herauskristallisiert. Entsprechend wird analysiert, welche dieser Klassen für das Organisationsmodell geeignet ist. Die *Entwicklungsumgebung*, die für diese Klasse ausgewählt wurde, wird beschrieben.

Schließlich wird das *Informationssystem* beschrieben, das mit Hilfe der Entwicklungsumgebung als Prototyp realisiert wurde.

4.3.2.1 Anforderungen an das Informationssystem

Zur Unterstützung des Organisationsmodells für die kooperative Produktentwicklung vereinbarten die Partner, ein Informationssystem zu entwickeln.

Dieses Informationssystem soll folgende Aufgaben im kooperativen Entwicklungsprozess unterstützen:

Festlegung und Dokumentation der Projektziele und der Entwicklungsvorgaben bezüglich des Produktes und des Herstellungsprozesses

Um das Entwicklungsergebnis auch hinsichtlich seiner Umweltfreundlichkeit und Gesundheitsverträglichkeit bewerten zu können, müssen Anforderungen diesbezüglich festgelegt werden. Die Anforderungen müssen zudem Prüfanweisungen beinhalten, die darlegen wie die Vorgaben nachzuweisen sind.

Koordination der Musterproduktion und der Prüfungen zwischen den Netzwerkpartnern

Aufgrund des Materialflusses zwischen den Unternehmen bei der Musterproduktion, besteht ein Koordinationsbedarf zwischen den Netzwerkpartnern, der mit vertretbarem Aufwand nicht vollständig vom zentralen Kernteam in den synchronen Arbeitsphasen im vorhinein gedeckt

werden kann. Das Informationssystem soll eine dezentrale Feinabstimmung in der Phase der asynchronen Zusammenarbeit zwischen den Netzwerkpartnern ermöglichen.

Dokumentation und Verifizierung der Entwicklungsergebnisse

Durch das Kernteam wird insbesondere die Verteilung des impliziten Wissens zwischen den Netzwerkpartnern unterstützt. Das Informationssystem soll vor allem das explizite Wissen, das bei den autonom arbeitenden Organisationseinheiten in den asynchronen Phasen gewonnen wird, dokumentieren und verteilen. Hier wurde im Rahmen der Geschäftsprozessanalyse ein wesentliches Verbesserungspotenzial identifiziert: Die Kommunikation zwischen den Unternehmen erfolgte bis dahin im wesentlichen mündlich per Telefon sowie papierbasiert mit Briefen und Faxen. Jeder Netzwerkpartner verfügt intern über eigenständige Kennzeichnungs- und Aktualisierungsverfahren zur Verwaltung seiner Produktdaten. Dies erfolgt zum größten Teil papierbasiert, teilweise aber auch softwareunterstützt. Daraus resultiert eine redundante Datenablage, bei der leicht Inkonsistenzen aufgrund mangelnder Aktualisierung auftreten. Die Suche nach Daten, die verteilt sind oder sich nur schwer wiederfinden und zuordnen lassen, führt zu Zeitverzögerungen. Diese Nachteile sollten durch das Informationssystem beseitigt werden.

Zusammengefasst soll das Informationssystem ergänzend zu der realen Integration der Entwicklungsabläufe durch die Bildung des zentralen Kernteams eine zusätzliche, virtuelle Integration der örtlich verteilten Entwicklungsabläufe in den asynchronen Phasen unterstützen. Das Informationssystem sollte als Prototyp realisiert werden.

4.3.2.2 Lösungsansatz: Informationssysteme des Computer-Supported-Cooperative-Work

Informations- und Kommunikationstechnik stellen „Enabler“ von virtuellen Organisationsstrukturen dar. Im Forschungsbereich des Computer-Supported-Cooperative-Work (CSCW)¹²³ haben sich verschiedenen Systemfamilien herauskristallisiert, die sich nach der Form der Zusammenarbeit, für die sie unterstützende Funktionen bereitstellen, differenzieren lassen¹²⁴.

Die Zusammenarbeit einer Arbeitsgruppe lässt sich zunächst danach differenzieren, ob die Gruppenmitglieder *synchron*, z.B. in Form von Besprechungen, oder *asynchron*, z.B. durch das Versenden von Nachrichten, zusammenarbeiten.

Relevant im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung ist der Bereich der asynchronen Zusammenarbeit. Die zwei bedeutenden Systemfamilien in diesem Bereich sind die Groupware-Systeme und die Workflowmanagement-Systeme. Beide Systemfamilien unterstützen die Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen unabhängig von zeitlichen und örtlichen Einschränkungen.

Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal zwischen diesen beiden Systemfamilien ist, inwieweit die Abläufe der Zusammenarbeit in dem System als Modell hinterlegt sind, mit dessen Hilfe die Ausführung der Abläufe computergestützt gesteuert und kontrolliert wird.

¹²³ Das Forschungsgebiet Computer-Supported-Cooperative-Work (CSCW) beschäftigt sich mit allen technischen, sozialen und organisatorischen Aspekten, die auftreten, wenn man die Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen unabhängig von zeitlichen und örtlichen Einschränkungen durch Informationstechnik unterstützen möchte.

¹²⁴ Vgl. Wolf (2001), S. 66-75

Groupware-Systeme unterstützen vorrangig die Aufgabenverwaltung. Hierfür können Benutzer- und Organisationsstrukturen abgebildet und verwaltet werden. Arbeitsaufgaben können definiert und den einzelnen Benutzern zugewiesen werden. Die Abarbeitung der zugewiesenen Aufgaben kann verfolgt und dargestellt werden. Häufig unterstützen Groupware-Systeme das gemeinsame Arbeiten an Dokumenten. Daher bestehen oft auch Berührungspunkte zu den unterstützten Funktionen von Dokumentenmanagementsystemen wie das Verwalten von Dokumentenstatus, Zugriffsrechten und Versionen.

Workflowmanagement-Systeme haben zusätzlich ein *Modell der Abläufe* hinterlegt. Auf Basis dieses Modells werden automatisch Aufgaben zwischen den verantwortlichen Bearbeitern weitergeleitet, notwendige Informationen und ggf. Werkzeuge automatisch bereitgestellt und durchgeführte Tätigkeiten protokolliert. Das Workflowmanagement-System übernimmt dabei auch die Steuerung der Anwendungsprogramme, die für die Ausführung der Aufgabenschritte benötigt werden. Die Workflow Management Coalition hat in einem Referenzmodell Standards zur Systemarchitektur eines Workflowmanagement-Systems entwickelt¹²⁵.

Unstrukturierte Abläufe		Semi-strukturierte Abläufe		Strukturierte Abläufe	
Ad-Hoc-Workflow	Koordinierte Teamarbeit	Team-Workflow		Workflow mit Ausnahmebehandlung	Starrer Workflow
Spontanes Routing von Informationen	Mehrere Teams Arbeitsteilung Gemeinsames Ziel	Stärker sequentielle Arbeitsschritte Zwischenergebnisse		Routineabläufe Ausnahmesituationen sind eingeplant	100% vordefiniert
Groupware-Systeme			Workflowmanagement-Systeme		

Abbildung 30: Zusammenhang zwischen Strukturiertheit der Prozesse und ihrer Unterstützung durch CSCW-Systeme (nach Fochler, Perc und Ungermann¹²⁶)

Wie in Abbildung 30 dargestellt eignen sich Workflowmanagement-Systeme daher zur Unterstützung von hoch strukturierten Abläufen, die sich zudem häufig wiederholen und somit durch einen ablauffähigen Workflow¹²⁷ ersetzt werden können. Groupware-Systeme sind dagegen geeignet für eine Zusammenarbeit von Teams im Rahmen von Projekten, die hinsichtlich der Aufgabeninhalte, der geforderten Ergebnisse, der Lösungswege, der benötigten Informationsbedarfe und der einzusetzenden Instrumente wenig strukturiert sind. Der Unterstützungsbedarf liegt hier weniger in einer effizienten Ablaufgestaltung als vielmehr in einem effizienten Information Sharing. Wie Abbildung 30 auch zeigt, ist in der Praxis der Übergang zwischen diesen beiden extremen Formen der Zusammenarbeit fließend. Es wird jedoch deutlich, dass eine geeignete informationstechnische Unterstützung des Organisationsmodells für die kooperative Produktentwicklung im Bereich der Groupware-Systeme liegt.

¹²⁵ Vgl. Hollingsworth (1995)

¹²⁶ Vgl. Fochler, Perc und Ungermann (1997), S. 179

¹²⁷ Der automatisierte Teil des Ablaufes wird auch als Workflow bezeichnet. Dieser stellt in der Regel einen Teil des gesamten Ablaufes dar.

Lotus Domino / Notes stellt ein kommerzielles Softwareprodukt dar, das es ermöglicht diese Spanne zwischen Groupware- und Workflowmanagement- Anwendungen auf einer Softwareplattform zu entwickeln¹²⁸.

Lotus Domino / Notes ist eine Entwicklungsumgebung für dokumentenbasierte verteilte Datenbanken. Im Unterschied zu herkömmlichen relationalen Datenbanksystemen, welche ihre Datenbanken entsprechend ihrer Client-/Server-Architektur ausschließlich zentral auf einem Server vorhalten, erlaubt es der Lotus Domino / Notes sogenannte Repliken einer Datenbank auf verschiedenen Servern und Clients zu verteilen. Zur Synchronisation werden Änderungen an den Repliken der Datenbank mittels eines Replikationsmechanismus abgeglichen.

Mit Lotus Domino / Notes können auf diese Weise Systeme von verteilten Datenbanken gebildet werden, auf die mehrere Anwender oder Anwendergruppen, die auch zwischen verschiedenen Organisationen verteilt sein können, gleichzeitig zugreifen können. Der Zugriff auf Lotus Notes Datenbanken kann durch den Lotus Notes Client als auch über einen Internet Browser erfolgen. Lotus Notes ermöglicht ferner eine Benutzerverwaltung mit Zugriffsrechten. So können vertrauliche Daten für bestimmte Benutzer verborgen gehalten werden.

Im Gegensatz zu relationalen Datenbanksystemen werden in einer Notes Datenbank Datenstrukturen nicht in Tabellen, sondern in Form von Dokumenten abgebildet. Masken dienen zur Erstellung, Änderung und Darstellung eines Notes Dokumentes. Ein Dokument kann sowohl unstrukturiert als auch strukturiert gestaltet sein: ein formatierter Text mit eingebundenen Objekten ist ebenso möglich wie Felder zur Eingabe spezieller Informationen, die vergleichbar mit relationalen Datenbankanwendungen miteinander in Beziehung gesetzt werden können. Ferner können Dokumente Verweise enthalten. Verweise stellen über Hyperlinks Beziehungen zu anderen Dokumenten dar. Mit Hilfe von Ansichten können Dokumente hinsichtlich bestimmter Fragestellungen und Kriterien sortiert und kategorisiert werden.

Lotus Domino / Notes wurde als Entwicklungsumgebung für den Prototyp des Informationssystems ausgewählt aufgrund der Funktionen, die es für die Verteilung, Aktualisierung von Daten in verteilten Organisationen zur Verfügung stellt.

4.3.2.3 Realisierung des Informationssystems

Datenbankstruktur

Das Informationssystem wurde als verteilte Datenbank realisiert und wird im Weiteren als Musterdatenbank ECO+ bezeichnet.

Abbildung 31 zeigt das Strukturmodell der Musterdatenbank ECO+¹²⁹. Die Struktur wurde anhand von Szenarios und Interviews mit den Partnern sowie dem Stoffstrommodell aus der Teilaufgabe 1 entwickelt.

¹²⁸ Vgl. Lotus Notes (2001)

¹²⁹ Die Darstellungen in Abbildung 31 bis Abbildung 35 orientieren sich an der Notation der Unified Modeling Language (UML) für die objektorientierte Modellierung. Für eine Einführung in die Notation vgl. Oestereich (1998).

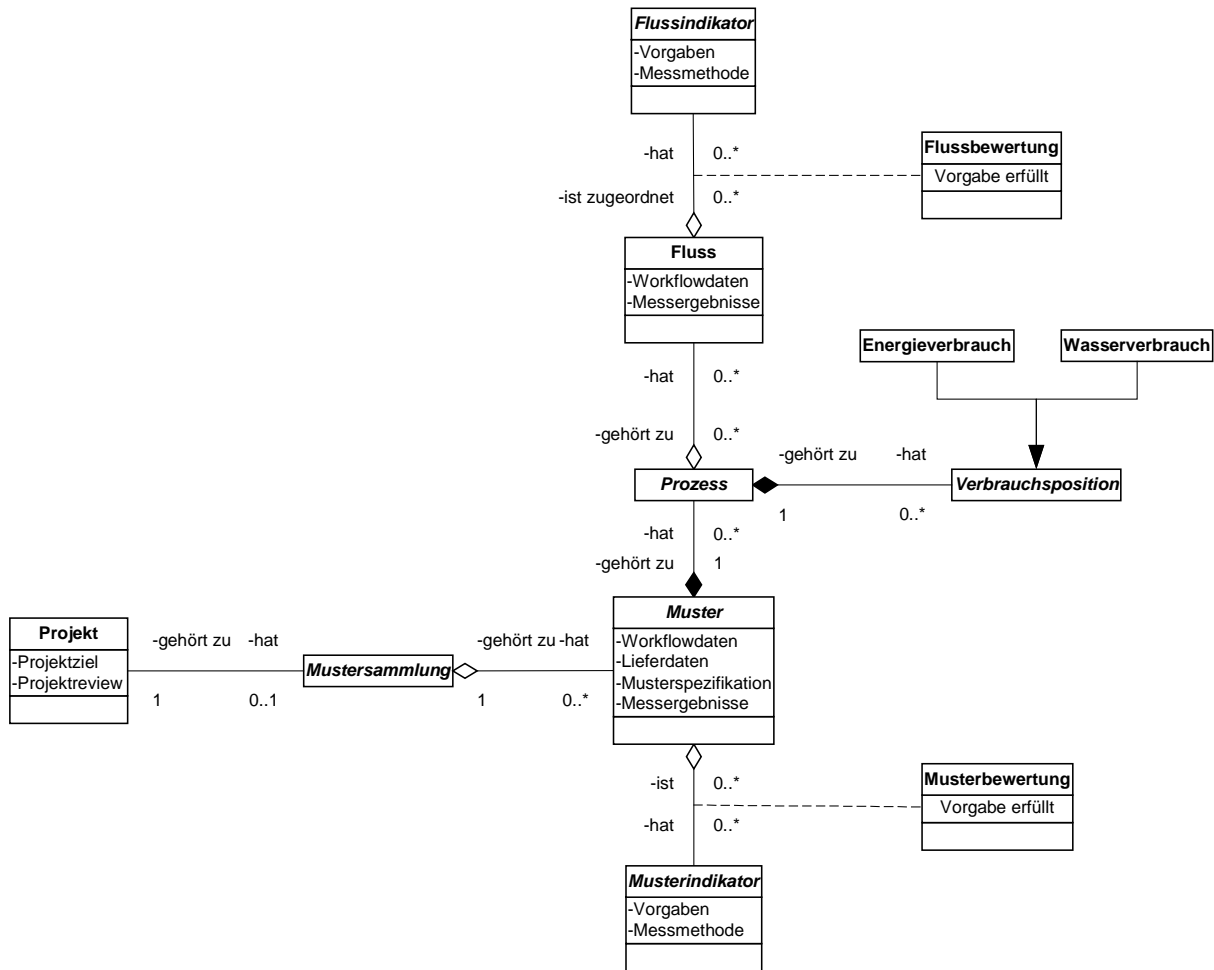


Abbildung 31: Strukturmodell der Musterdatenbank ECO+

Die Musterproduktion ist in Form von Projekten organisiert. Zur Erstellung von Instanzen der Klasse "Projekt" wurde eine Dokumentvorlage erstellt. Eine Instanz der Klasse "Projekt" wird vom Projektinitiator angelegt. Als Attribute enthält die Klasse eine Beschreibung der Entwicklungsziele sowie eine abschließende Bewertung des Projektes, die vom Projektinitiator zu Beginn bzw. nach Abschluss des Projektes vorgenommen werden kann.

Im Rahmen eines Projektes werden verschiedene (Produkt-)Muster entwickelt, die zu einer Mustersammlung zusammengefasst, einem Projekt zugeordnet werden. Die verschiedenen Unterklassen von Mustern, für die in der Musterdatenbank ECO+ jeweils eine Dokumentvorlage erstellt wurde, sind in Abbildung 32 dargestellt. Abstrakte Klassen, d.h. Klassen, die lediglich zur Strukturierung dienen, für die jedoch keine Dokumentvorlagen realisiert wurden, sind kursiv gedruckt. Die in der Musterdatenbank ECO+ realisierten Musterklassen leiten sich aus den Produktionsstufen des betrachteten Unternehmensnetzwerkes ab. Weitere Musterklassen z.B. für Gestricke oder Vliesstoffe können bei Bedarf ergänzt werden.

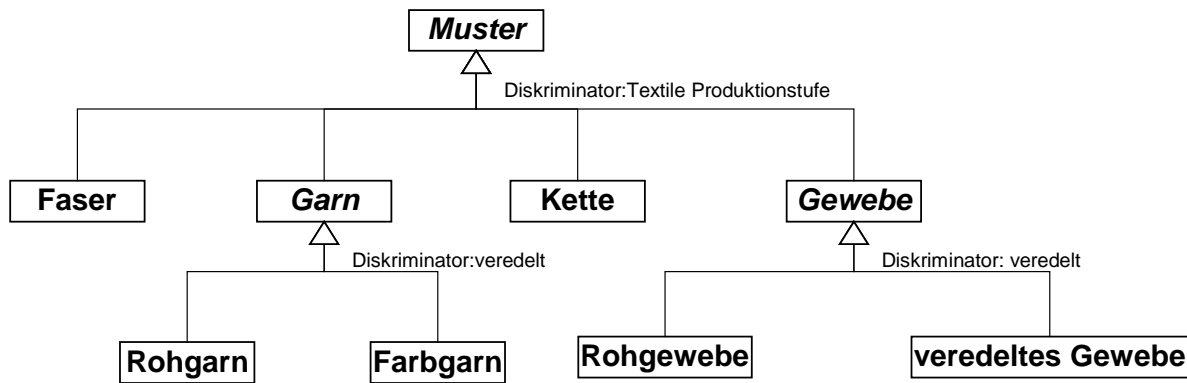


Abbildung 32: Klassenhierarchie für Muster

In jedem Musterdokument sind zum einen Attribute implementiert, mit denen die Partner die durchzuführenden Arbeitsschritte und die Lieferdaten miteinander abstimmen können. Zum anderen enthält ein Muster Attribute, mit denen die technischen Spezifikationen und die auf das Muster bezogenen Messergebnisse dokumentiert werden können.

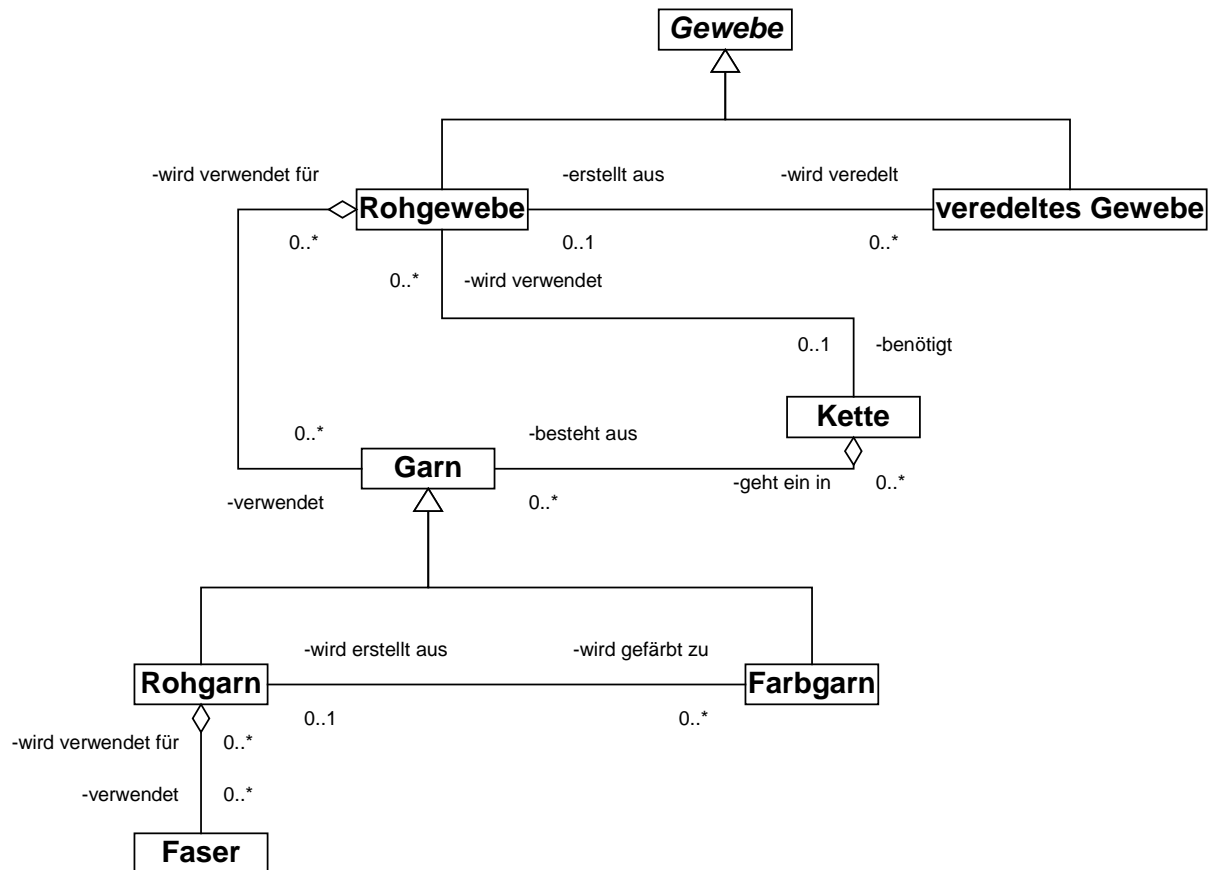


Abbildung 33: Beziehungen zwischen Musterklassen

Die einzelnen Musterdokumente können, wie in Abbildung 33 dargestellt, miteinander in Beziehung gesetzt werden. Die Verbindungen werden beim Erstellen eines Musterdokumentes angelegt. Die Abbildung macht deutlich, dass die Instanz eines Modells in verschiedene Instanzen eines Modells der nachfolgenden Produktionsstufe eingehen kann. Z.B. kann ein bestimmtes Garnmuster in verschiedene Rohgewebemuster eingehen. Durch die Verbindungen

wird es möglich, das Endprodukt, hier also das veredelte Gewebe, über sämtliche Produktionsstufen bis hin zur Faser zurückzuverfolgen.

Wie in Abbildung 31 dargestellt, können jedem Objekt aus der Klasse "Muster" die relevanten Produktionsprozesse, die für seine Herstellung benötigt werden, zugeordnet werden. Ausgewählt werden können die Prozesse, die in den ABC-Analysen auf Basis des Stoffstrommodells in Teilaufgabe 1 als A und B Prozesse klassifiziert wurden. Eine Prozessinstanz kann dabei jeweils nur genau einem Muster existenzabhängig zugeordnet werden. Die Klasse "Prozess" hat als Attribute die Verbrauchspositionen Energie- und Wasserverbrauch.

Ein Objekt der Klasse "Prozess" setzt sich zusammen aus Verbrauchspositionen und Flüssen. Verbrauchspositionen sind einem Prozess existenzabhängig zugeordnet. Als Verbrauchspositionen wurden der Energie- und der Wasserverbrauch aufgenommen. Die für das Stoffstrommodell entwickelten Formeln zur Abschätzung des Energie- und Wasserverbrauchs wurden in der Musterdatenbank ECO+ implementiert. Alternativ zu einer Berechnung einer Verbrauchsposition können auch Messwerte eingetragen werden.

Abbildung 34 zeigt die verschiedenen Flusstypen, die in der Musterdatenbank ECO+ für den Anwender vorstrukturiert implementiert wurden. Tiefere Hierarchieebenen können vom Anwender gewählt werden. Bei einer Instanz der Klasse "Fluss" wird nicht seine Quantität bezogen auf den Prozess erfasst, sondern bestimmte umweltrelevante Kenngrößen. Kenngrößen sind beispielweise die biologische Abbaubarkeit für Einsatzchemikalien oder der pH-Wert und die Temperatur des Abwassers.

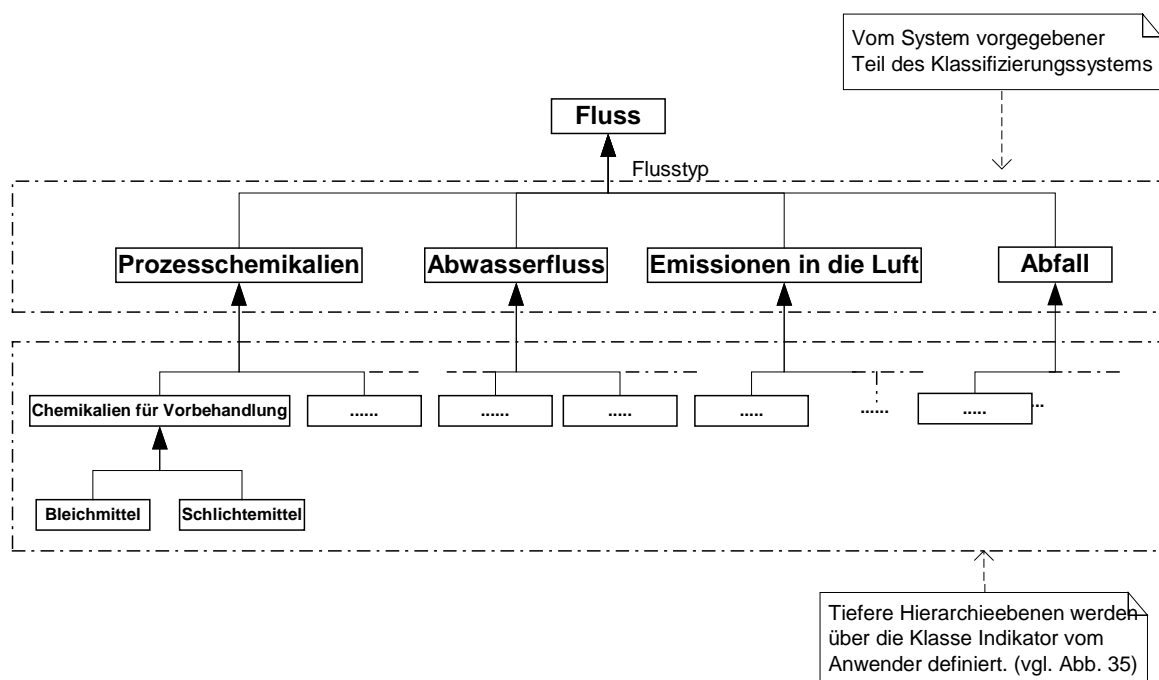


Abbildung 34: Klassifizierungssystem für die Klasse Fluss

Ein Fluss kann häufig mehreren Prozessen zugeordnet werden. Z.B. werden bestimmte Farbstoffe für verschiedene Färbeprozesse verwendet. Die Klasse "Fluss" wurde daher im Gegensatz zu den Verbrauchspositionen als eine eigenständige Klasse modelliert, deren Instanzen unabhängig von einer Prozessinstanz existieren können. Für sie wurde eine eigene Dokumentvorlage erstellt. Zusätzlich hat die Klasse "Fluss" wie die Klasse "Muster" als

Attribut den Workflow. Damit können die Aufgaben zur Datenerfassung bezogen auf eine Flussinstanz, wie z.B. die Probenentnahme für eine Abwasseranalyse, wie für eine Musterinstanz delegiert werden.

In der in Abbildung 35 dargestellten Klasse "Indikator" können Anforderungen und Messmethoden aus dem Umwelt- und Gesundheitsschutz sowie zur Gebrauchstauglichkeit definiert werden. Attribute der Klasse "Indikator" sind eine Beschreibung der Vorgabe sowie eine Beschreibung der Messmethode oder der abzugebenden Erklärung, mit der die Erfüllung des Kriteriums bewertet werden kann. Orientiert an dem Klassifizierungsschema für Bewertungskriterien von Umweltzeichen¹³⁰ wird in der Musterdatenbank ECO+ zwischen Musterindikatoren und Flussindikatoren differenziert.

Einer Muster- bzw. Flussinstanz können mehrere Indikatorinstanzen zugewiesen werden. Durch die Verbindung einer Indikatorinstanz mit einer Musterinstanz bzw. Flussinstanz, können die Kooperationspartner Vorgaben an die Musterproduktion definieren und im Anschluss an die Musterproduktion das Entwicklungsergebnis bewerten. Die Vorgaben können von den Projektpartnern selbst oder von externen Stellen, z.B. von Stellen zur Vergabe von Umweltzeichen definiert worden sein.

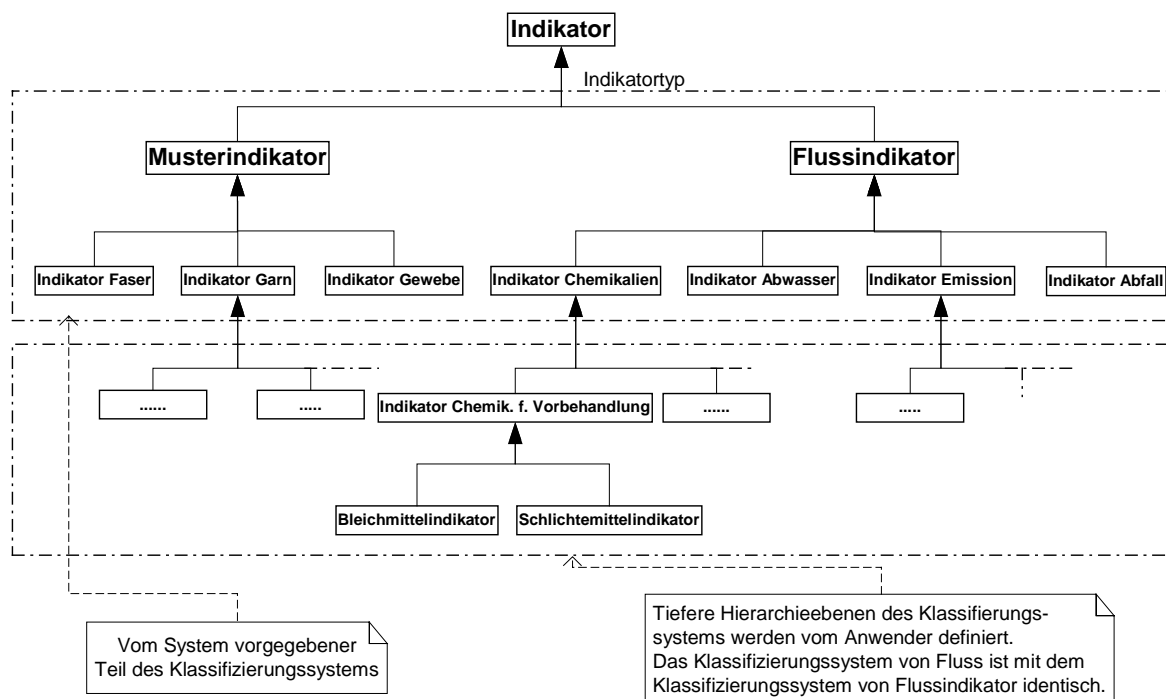


Abbildung 35: Klassifizierungssystem für die Klasse Indikator

Ablaufbeschreibung

Die Integration der Datenbank in das Organisationsmodell soll anhand des folgenden Szenarios beispielhaft erläutert werden. Abbildung 36 skizziert das Szenario.

Die Spinnerei untersucht im Rahmen eines gemeinsamen Entwicklungsprojektes, die Eigenschaften der von ihr entwickelten Garne bei der Gewebeerstellung und bei der Veredlung. Im

¹³⁰ Vgl. Ausführungen zu Umweltzeichen in Abschnitt 4.2.2.1 "Methoden und Instrumente zur ökologischen Bewertung von Produktsystemen", S. 64ff

Rahmen dieses Projektes will sie aus einem Garnmuster ein veredeltes Gewebemuster produzieren lassen.

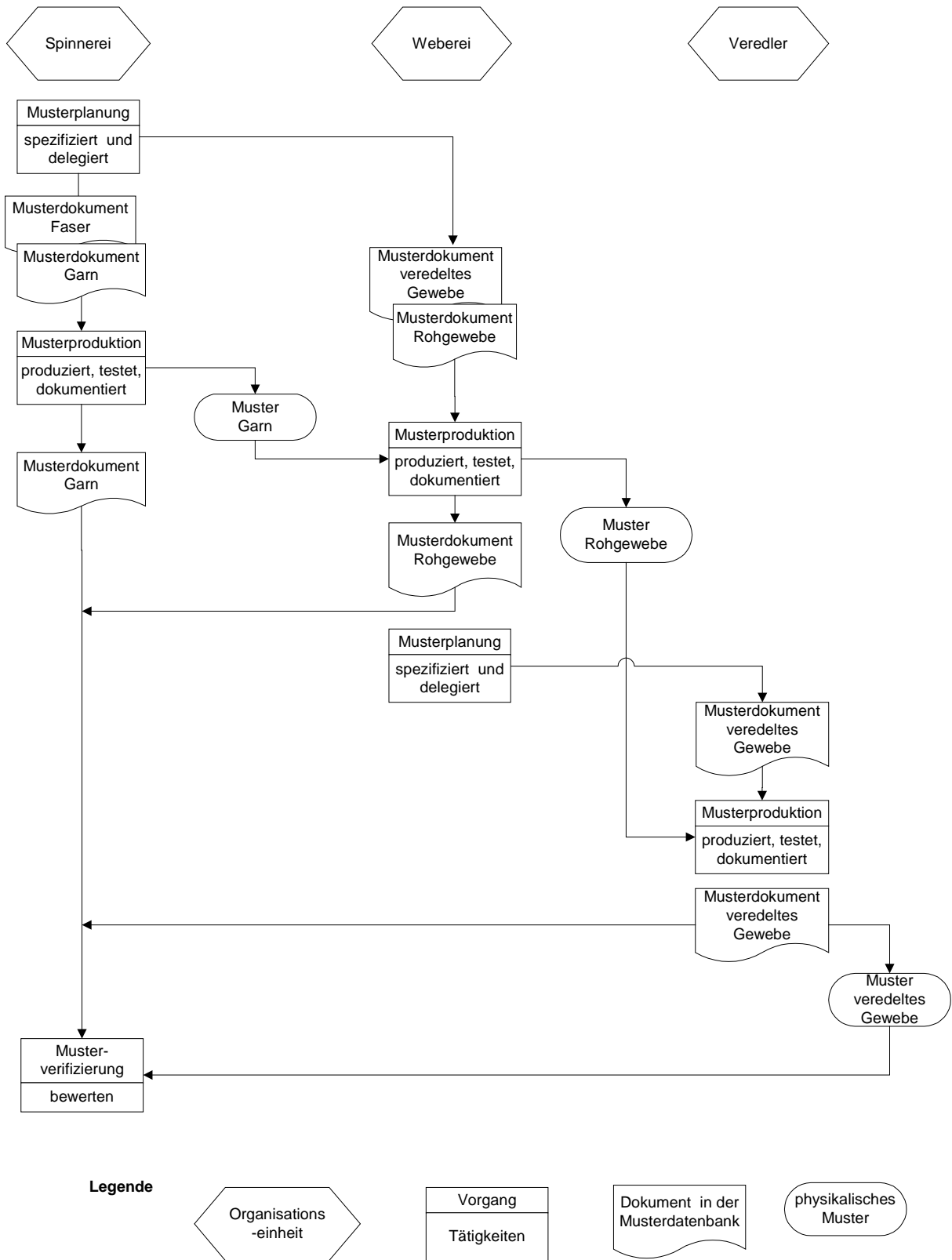


Abbildung 36: Integration der Musterdatenbank ECO+ in den Ablauf der kooperativen Produktentwicklung am Beispiel der Spinnerei als Projektinitiator

In der Musterdatenbank ECO+ hat sie das von ihr entwickelte Garn und die dafür verwendete Faser in den miteinander verknüpften Dokumenten Fasermuster und Garnmuster spezifiziert.

Um bei der Weberei die Produktion eines Rohgewebemusters in Auftrag zu geben, erstellt sie ein neues Dokument für ein Rohgewebemuster und spezifiziert dort die gewünschten Gewebeeigenschaften und die Mustergröße. Über das Attribut Workflow können Termine und die Aufgaben für die Weberei z.B. bezüglich der durchzuführenden Test und ökologischen Anforderungen spezifiziert werden. Parallel zu der Erstellung der Musterdokumente sendet sie das physikalische Gammuster der Weberei. Weiterhin spezifiziert sie die Anforderungen an die Veredlung in dem Musterdokument für ein veredeltes Gewebemuster und weist dies der Weberei zunächst zur Prüfung zu.

Die Weberei sieht über eine entsprechende Ansicht die ihr zugewiesenen Dokumente. Sie prüft die Daten im Dokument für das Rohgewebe, produziert ein entsprechendes Muster, ergänzt die von der Spinnerei gewünschten Daten in dem Dokument und sendet das physikalische Rohwebemuster weiter an die Veredlung.

Das Dokument für das veredelte Gewebe wird von der Weberei geprüft und an die Veredlung weitergeleitet. Diese färbt und veredelt das Rohgewebe entsprechend den Spezifikationen, ergänzt das Dokument um die gewünschten Daten und sendet das physikalische Gewebemuster an die Spinnerei zurück.

Der Spinnerei stehen nun zusammen mit dem physikalischen Muster sämtliche Daten von der eingesetzten Faser bis zum veredelten Gewebe zur Verfügung, mit denen sie ihr Entwicklungsergebnis in Hinblick auf die gesamte Produktionskette bewerten kann.

Auswertung und Darstellung

Lotus Notes ermöglicht es, über verschiedene Ansichten die Dokumente zu sortieren. Abbildung 37 zeigt ein Beispiel für eine Bildschirmansicht. Auf der linken Bildschirmhälfte sind die verfügbaren Ansichten dargestellt. Ausgewählt wurden die veredelten Garne. Die veredelten Garne können unter drei Sichten betrachtet werden. In der gewählten Ansicht sieht der Anwender auf der rechten Seite in der Spalte "Flow (Flowtype)" die Flüsse, die mit dem Muster "Hilo acabado ECO" über die Herstellungsprozesse in Verbindung stehen.

Für jeden Fluss wird in der Spalte "Flow: Compliance" eine zusammenfassende Bewertung angegeben, die sich aus den einzelnen Indikatoren ergibt. Eine Aufschlüsselung dieser einzelnen Indikatoren wird dem Anwender in der nächsten Spalte "Indikator: Compliance" angezeigt. Das Anklicken eines Flusses führt den Anwender zum Fluss Dokument, das weitere Details zu den Vorgaben und den Messergebnisse zu dem Fluss enthält.

Im Anhang D sind weitere Bildschirmansichten der Musterdatenbank ECO+ abgebildet.

Project / Yarn	Flow (Flowtype)	Flow Compliance	Indicator: Compliance
<ul style="list-style-type: none"> ▼ ECO prueba ▼ Hilo acabado ECO 	<ul style="list-style-type: none"> Blue Procion H-ERD (1.4 Dye Chemicals) Dye Blue (1.4 Dye Chemicals) Silicone XY (1.7 Finishing assistants) Soap XY (1.8.1 Detergents) Soda NaOH (1.8 Auxiliaries for multipurposes use) Sodium Chloride (1.8 Auxiliaries for multipurposes use) Softener ABC (1.8.2 Softeners) Waste Water LLaudet (3 Waste Water) Waste Water Pretreatment Eco Dyeing (3 Waste Water) 	<ul style="list-style-type: none"> No Compliance No Compliance Complicance Complicance No Compliance No Compliance Complicance Complicance Complicance Complicance 	<ul style="list-style-type: none"> No potentially sensitising dyes : No Compliance; : No Decision; Forbidden risk phrases : Complicance; Degradability of detergents : Complicance; Forbidden substances in detergents : Complicance; : No Decision; : No Decision; Degradability of softeners : Complicance; Forbidden substances in softeners : Complicance; COD, T° and pH from wet processing : Complicance; COD, T° and pH from wet processing : Complicance;
<ul style="list-style-type: none"> ► Lyocell ► TRAINING 			

Abbildung 37: Bildschirmansicht der Bewertung von Farbgarnen nach Flussindikatoren in der Musterdatenbank ECO+

4.3.3 Bewertung des Organisationsmodells und des Informationssystems für die kooperative Produktentwicklung

Die praktische Anwendung zeigte, dass das Organisationsmodell zusammen mit der als Prototyp realisierten Musterdatenbank ECO+ für die Integration von Umwelt- und Gesundheitsschutz in eine gemeinsame kooperative Produktentwicklung geeignet ist.

Durch das gemeinsame Entwicklungsteam werden von Beginn an die Entwicklungsvorgaben besser in der textilen Produktionskette verteilt. Die reale Integration der auf die unterschiedlichen Produktionsstufen spezialisierten Produktentwickler ermöglicht einen intensiveren, informalen Informationsaustausch. Dieser zusätzliche Informationsaustausch ermöglicht den Partnern wiederum eine erweiterte Planung und Bewertung ihrer Entwicklungstätigkeiten.

Die als Prototyp entwickelte Musterdatenbank ECO+ unterstützt den formalisierten Informationsaustausch und die Dokumentation der Entwicklungsergebnisse. Der Entwicklungsprozess kann von der ersten Definition des Projektes und seiner Entwicklungsziele bis zur abschließenden Bewertung der Projektergebnisse abgebildet werden. Über Indikatoren können Bewertungskriterien und Messmethoden festgelegt werden.

Bei der Dokumentation der Entwicklungsergebnisse können neben den funktionellen Eigenschaften der Muster auch Aspekte des Umwelt- und Gesundheitsschutzes, die sich auf das Muster oder auf den Produktionsprozess beziehen, berücksichtigt werden. Durch ein vereinfachtes Stoffstrommodell in Form von Kennzahlen können Informationen über den Energie- und Wasserverbrauch bereitgestellt werden.

Die Musterdatenbank ECO+ unterstützt den Prozess der Datenermittlung und des Aufbaus einer gemeinsamen Datenbasis. Welche Art von Daten zusammengetragen werden soll, kann vor Projektbeginn flexibel von den Projektpartnern bestimmt werden. Sämtliche Felder werden in der Datenbank optional zur Verfügung gestellt. So kann die Datenbank in einem gemeinsamen Entwicklungsprozess auch dafür genutzt werden, die Daten, die für ein Stoffstrommodell, wie es z.B. mit dem Softwaresystem GaBi erstellt wurde, benötigt werden, zusammenzutragen. Die Musterdatenbank ECO+ kann somit auch als ein Instrument angesehen werden, das die derzeitigen Softwaresysteme zur Ökobilanzierung ergänzt und die in Abbildung 27 dargestellte Lücke bei der informationstechnischen Unterstützung schließt.

Die durch die Musterdatenbank bereitgestellte Datenbasis ermöglicht es den Partnern, zum einen ihre Prozesse besser aufeinander abzustimmen. Z.B. können der Veredlung Daten über den Schlichtprozess innerhalb der Weberei zur Verfügung gestellt werden, die es ihr ermöglichen das Verfahren für den Prozessschritt Vorbehandeln auf das eingesetzte Schlichtemittel abzustimmen. Zum anderen ermöglicht die Datenbasis eine erweiterte Bewertungsmöglichkeit. Jeder Kooperationspartner kann die Auswirkungen seiner Entwicklungstätigkeit auf die gesamte Produktionskette sowie auf das Endprodukt der Produktionskette, das veredelte Gewebe, bewerten. Gleichzeitig ermöglicht sie es den Partnern auch dem Konsumenten, der Öffentlichkeit oder den Behörden leicht Informationen über die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit zur Verfügung zu stellen. Die Umsetzung von modernen Umweltzeichen, die neben produktbezogenen Kriterien auch Prozesskriterien beinhalten, wird hierdurch vereinfacht, was zu deren Verbreitung, die derzeit noch sehr gering ist, beitragen kann.

Neben der Bereitstellung einer erweiterten Datenbasis war eine weitere Forderung die lose Kopplung zwischen den Kooperationspartnern. Jeder Partner sollte in der Lage sein mit anderen Partnern aus einem Netzwerk heraus problembezogenen Kooperationen zu bilden. Die lose Kopplung wird durch das Organisationsmodell und das Konzept der verteilten Datenbanken prinzipiell unterstützt. Jeder Kooperationspartner besitzt für sich alleine prinzipiell die Möglichkeit und die informationstechnische Infrastruktur mit anderen Partnern eine Kooperation mit einer entsprechenden informationstechnischen Unterstützung aufzubauen. Vorteil der verteilten Datenbanken ist, dass keine weitere zentrale Stelle benötigt wird, welche die Daten zentral verwaltet. Nachteil der Lösung ist die Systemabhängigkeit. Voraussetzung für die dezentrale Funktionsweise des Netzwerkes ist, dass alle Partner in dem Netzwerk eine Lotus Domino / Notes Infrastruktur besitzen und pflegen. Dies stellte sich in dem Forschungsprojekt als recht aufwendig heraus. Als Alternative können die Daten zentral verwaltet werden. Das Forschungsinstitut könnte z.B. eine solche Rolle übernehmen. Die Kooperationspartner könnten dann über einen Internet Browser auf die zentrale Datenbank zugreifen.

4.4 Zusammenfassende Bewertung der Infrastruktur für ein produktintegriertes Umweltmanagement

Tabelle 11 fasst die wichtigsten Elemente des untersuchten Ansatzes zur Umsetzung eines produktintegrierten Umweltschutzes zusammen. Dabei erfolgt wiederum eine Orientierung an der von Fischer entwickelten Aufteilung der Infrastruktur einer Managementaufgabe in die kohärenten Elemente organisatorisches Konzept, Methoden und Technologien¹³¹.

Managementaufgabe		Produktintegrierter Umwelt- und Gesundheitsschutz
Infrastruktur	Organisatorisches Konzept	Unternehmensnetzwerk; gemeinsame, kooperative Produktentwicklung
	Methoden	Virtuelle Integration der Produktentwicklung, Projektmanagement, Ökobilanzierung
	(Informations-) Technologien	Groupware: Musterdatenbank ECO+, BUIS: GaBi, Excel

Tabelle 11: Infrastruktur für die Integration von produktintegriertem Umwelt- und Gesundheitsschutz in das betriebliche Umweltmanagement

Für die zusammenfassende Bewertung werden im Folgenden verschiedene Aspekte betrachtet:

Bewertung hinsichtlich der Einsatzmöglichkeit im Produktlebensweg

Die Organisationseinheiten in dem Anwendungsbeispiel sind im Produktlebensweg in der Phase der Produktion angesiedelt. Der Ansatz ist jedoch vom System her übertragbar auf andere Organisationseinheiten entlang des Produktlebensweges. Denkbar im Bereich der Bekleidungstextilien ist z.B. die Einbeziehung eines Textildienstleisters in die gemeinsame Produktentwicklung. Textildienstleister sind in der Phase der Nutzung angesiedelt und bieten dort das Waschen und die Reparatur von Textilien, besonders von Berufsbekleidung, als Dienstleistung an. Bei ihnen fallen also die Umwelteinwirkungen in der Phase Nutzung an.

¹³¹ Vgl. Fischer (1999), S. 44 sowie S. 15 und S. 53 dieser Arbeit

Bewertung hinsichtlich des Nutzens für das betriebliche Umweltmanagement

Die Phase der Produktentwicklung stellt einen wichtigen Ansatzpunkt für die Umsetzung eines produktintegrierten Umweltschutzes dar¹³². Voraussetzung für einen produktintegrierten Umweltschutz ist die Kenntnis der Umwelt- und Gesundheitseinwirkungen eines Produktes entlang seines Produktlebensweges. Das Anwendungsbeispiel zeigt, wie durch Kooperationen in der Phase Produktentwicklung das einzelne Unternehmen sein verfügbares Wissen über die Auswirkungen der eigenen Entwicklungstätigkeit auf den Produktlebensweg vergrößern kann. Die Kooperation ist im Vergleich zur konventionellen Zusammenarbeit in der textilen Kette mit einem zusätzlichen Aufwand verbunden, der sich nur rechtfertigen lässt, wenn ein entsprechender Nutzen gegenübergestellt werden kann. Daher wird nun untersucht, wie dieses Wissen für das betriebliche Umweltmanagement genutzt werden kann. Abbildung 38 zeigt die Einbindung des Ansatzes in die Ebenen der Aufgabenkomplexität des hierarchischen Regelungssystems¹³³. Die Abbildung verdeutlicht, dass die kooperative Produktentwicklung in den Wertschöpfungsprozess der Unternehmen integriert wurde. Wichtige Informationsbeziehungen bestehen zum einen zu den folgenden Phasen des Wertschöpfungsprozesses und zum anderen zum betrieblichen Umweltregelungssystem.

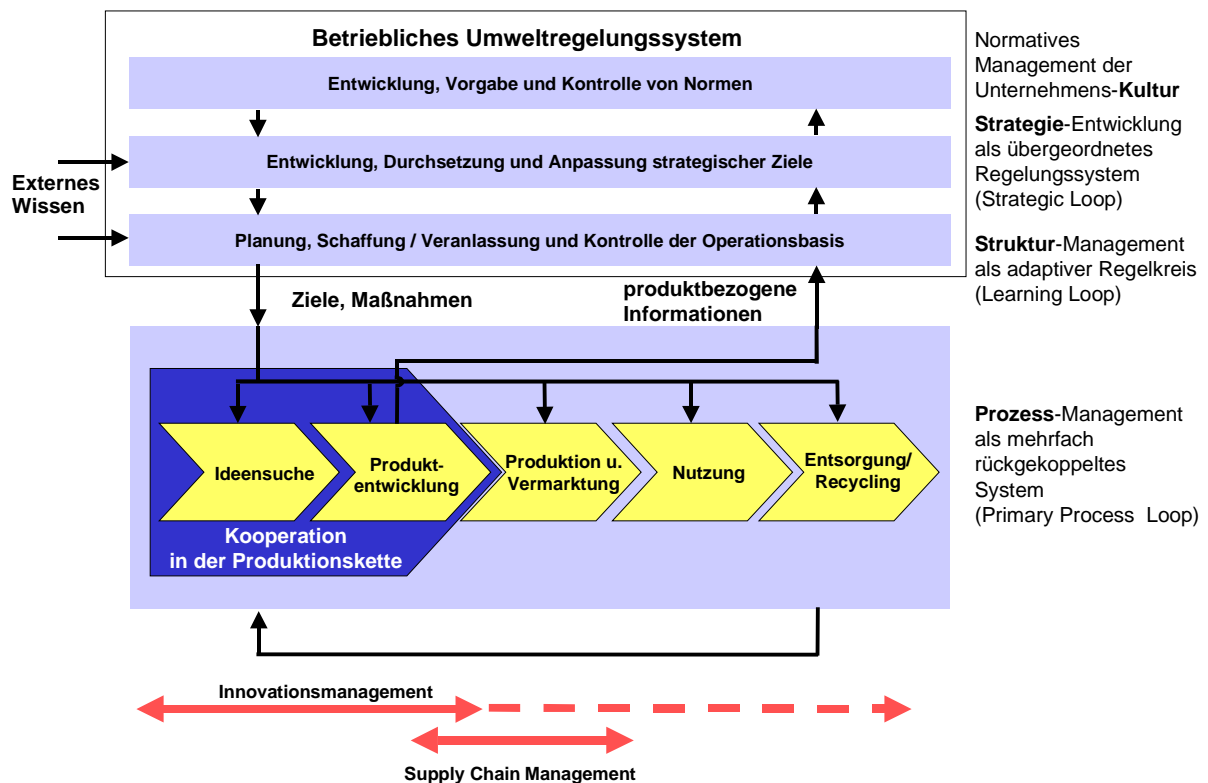


Abbildung 38: Einbindung der kooperativen Produktentwicklung in die Ebenen des mehrstufigen, hierarchischen Regelungssystems

Für die folgenden Phasen im Wertschöpfungsprozess werden wie zuvor Produkt- und Prozessvorgaben bereitgestellt, die jedoch auf einer Betrachtung eines größeren Ausschnittes des

¹³² Vgl. Erläuterungen zu Abbildung 7 in Abschnitt 3.2.2 "Modellierung betrieblicher Regelungssysteme", S. 31ff

¹³³ Vgl. S. 32 dieser Arbeit

Produktlebensweges beruhen. Die Prozesse der Produktionskette sind in der Phase der Produktion besser aufeinander abgestimmt. Die einzelnen Partner können das erweiterte Wissen als zusätzliche Dienstleistung in Verbindung mit ihren Produkten vermarkten. An die Konsumenten können produkt- und prozessbezogene Informationen in Form von Umweltzeichen weitergegeben werden.

Für das Umweltregelungssystem stellt die kooperative Produktionsentwicklung ein zusätzliches Messsystem dar, das die strategische Zielfindung und das Strukturmanagement unterstützt. Mit Hilfe der gemeinsamen Datenbasis können Informationen bereitgestellt werden, aus denen innerbetriebliche als auch überbetriebliche, auf das Produkt bezogene, Ziele und Maßnahmen abgeleitet werden können. Die Ziele können der Initiator für den Aufbau weiterer Kooperationen in späteren Phasen des Produktlebenszyklus sein. Z.B. können die Ergebnisse der beschriebenen Kooperation Eingangsgrößen für den Aufbau einer weiteren Kooperation für ein Supply Chain Management in der Phase der Produktion sein.

Bewertung hinsichtlich des Lebenszyklus einer Kooperation

In dem Anwendungsbeispiel wurde ausschließlich die Durchführung der Kooperation betrachtet. Der Lebenszyklus einer Kooperation kann grob in die Phasen

- Initiierung
- Partnersuche und Aufbau
- Durchführung (operative Phase) und
- Auflösung und Erfolgskontrolle

eingeteilt werden.

Die Phasen Initiierung, Partnersuche und Aufbau sowie Auflösung und Erfolgskontrolle sind dabei Managementaufgaben im Bereich der "Planung Schaffung / Veranlassung und Kontrolle der Operationsbasis". Das betriebliche Umweltregelungssystem bietet hierfür die notwendige Infrastruktur.

Teil B: Makropolitische Sicht nachhaltiger Unternehmensführung

5 Branchenbezogenes strategisches Umweltmanagement

Zielsetzung des in diesem Kapitel beschriebenen Forschungsansatzes ist es, einen Baustein für die Management-Infrastruktur zu entwickeln, der das *strategische Umweltmanagement* in Textilunternehmen unterstützt.

Abschnitt 5.1 beschreibt die *Problemstellung* und den *Forschungsansatz*, der im überbetrieblichen Umweltmanagement eingeordnet ist.

Im Anschluss daran wird die Realisierung der Infrastruktur beschrieben. In Abschnitt 5.2 wird zunächst das *Organisationsmodell* und in Abschnitt 5.3 wird dann das unterstützende *Informations- und Kommunikationssystem* beschrieben.

In Abschnitt 5.4 werden abschließend die *praktischen Erfahrungen* mit dieser Infrastruktur und ihre Eingliederung in das betriebliche Umweltregelungssystem bewertet.

5.1 Einführung

Zunächst geht es darum, die Notwendigkeit einer Strategie für den betrieblichen Umweltschutz darzustellen und die Gründe für den derzeitigen Mangel einer Strategieentwicklung zu analysieren. Für die *Problemanalyse* wird eine makropolitische Sicht auf die Textilbranche gewählt, in der neben den Unternehmen auch staatliche Akteure sowie ihr Zusammenwirken im Umweltschutz berücksichtigt werden.

Sodann wird die *Aufgabenstellung* beschrieben, die aus der Analyse abgeleitet wurde. Die Bezugspunkte dieser Aufgabe zum Wissensmanagement werden aufgezeigt.

Aus dem Bereich des Wissensmanagements stammt dann auch der *Lösungsansatz*, der für die Realisierung der Infrastruktur gewählt wurde.

5.1.1 Problemstellung

Unternehmen stellen offene Systeme dar, die in vielfältigen Austausch mit der sie umgebenden Gesellschaft stehen. Verschiedene Akteure wie Staat, Kunden, Anwohner oder Umweltschutzorganisationen haben Erwartungen oder stellen Forderungen an ein Unternehmen. Umgekehrt versuchen Unternehmen ihrerseits durch Marketing, politische Lobbyarbeit und

Öffentlichkeitsarbeit, die übergeordneten oder sie umgebenden Lenkungssysteme und die durch sie vorgegebenen Rahmenbedingungen zu beeinflussen bzw. zu verändern¹³⁴.

Um in dieser Umwelt zu überleben, müssen Unternehmen sich ihr ständig anpassen. Ein bloßes Reagieren auf Forderungen, die sich z.B. aus dem Umweltrecht ableiten, hat zur Folge, dass Unternehmen sich einem permanenten Handlungsdruck ausgesetzt sehen. Oft führt der Zwang zu kurzen Reaktionszeiten zum Einsatz von kostenintensiven additiven Umweltschutzmaßnahmen.

Produktions- und produktintegrierte Umweltschutzmaßnahmen können dagegen auch Kosten- und Wettbewerbsvorteile bringen. Sie erfordern jedoch einen Innovationsprozess, der, wie im vorigen Kapitel exemplarisch gezeigt, oft mit einem erheblichen Forschungs- und Entwicklungsaufwand, neuen organisatorischen Strukturen sowie kapitalintensiven Investitionen in die Anlagentechnik verbunden ist. Die Verpflichtung zu einer nachhaltigen Unternehmensführung in der Umweltpolitik stellt für die Unternehmen somit auch ein hohes unternehmerisches Risiko dar. Sie erfordert die systematische Erfassung langfristiger Risiken und Chancen, die ein Engagement im Umweltschutz bietet.

Die Integration des Umweltschutzes in die Strategieentwicklung ist daher für eine nachhaltige Unternehmensführung, die auf produkt- und prozessorientierte Innovationen zielt, besonders wichtig. Die strategische Planung soll dem Unternehmen helfen seine Existenz und Rentabilität langfristig zu sichern. Strategische Ziele legen die grundsätzlichen Entwicklungslinien und Orientierungen für das Unternehmen fest und stellen eine Führungsgröße für die Ziele und Maßnahmen des Strukturmanagements dar.

Aufgabe der Strategieentwicklung ist weniger die Formulierung quantitativer Ziele, als vielmehr die Bestimmung der Wettbewerbsposition, von der aus auf der Ebene des Strukturmanagements Umweltziele abgeleitet werden können.

Obwohl im Umweltregelungssystem bereits die Aufbauorganisation für eine strategische Planung vorhanden ist, findet eine strategische Planung derzeit kaum statt¹³⁵.

Die Ursachen hierfür werden aus Abbildung 39 deutlich. Sie zeigt die prinzipiellen Prozessschritte jeglicher strategischen Planung¹³⁶.

Die Strategieentwicklung baut auf zwei Analysen auf. Einerseits auf der Analyse der Situation der Unternehmensumwelt hinsichtlich Chancen und Risiken und andererseits auf der Analyse der Unternehmenssituation. Die Gegenüberstellung und Verdichtung der Ergebnisse dieser beiden Analysen bilden die Grundlage für die Strategieentwicklung.

¹³⁴ Erklärungsansätze hierfür bietet das Anspruchsgruppenkonzept (engl. Stakeholder theory), vgl. z.B. Jürgens, Beucker (1999), S. 514ff und die Theorie externer Lenkungssysteme, vgl. z.B. Fichter (1998), S. 5-13.

¹³⁵ Vgl. Kapitel 3 "Organisationsbezogenes Umweltmanagement", S. 25ff, insbesondere Abschnitt 3.5 "Zusammenfassende Bewertung der Infrastruktur für ein betriebliches Umweltregelungssystem", S.53ff. Diese Feststellung gilt nicht nur speziell für die Textilindustrie, sondern für die Industrie insgesamt, vgl. z.B. Plötz, Speerli (1995), S. 34, Fahrbach, Heinrich und Pfitzner (2000), S. 86, Dyllick, Hamschmidt (2000), S. 108-110, Freimann (2001), S. 11-13.

¹³⁶ Vgl. Kreikebaum (1997), S. 37-39

Für die einzelnen Prozessschritte der Strategieentwicklung werden in der Literatur verschiedene Methoden und unterstützende Instrumente beschrieben¹³⁷. Für die Integration des Umweltschutzes in den Prozessschritt der inner- und zwischenbetrieblichen Unternehmensanalyse wurden in den beiden vorigen Kapiteln dieser Arbeit bereits Messsysteme beschrieben.

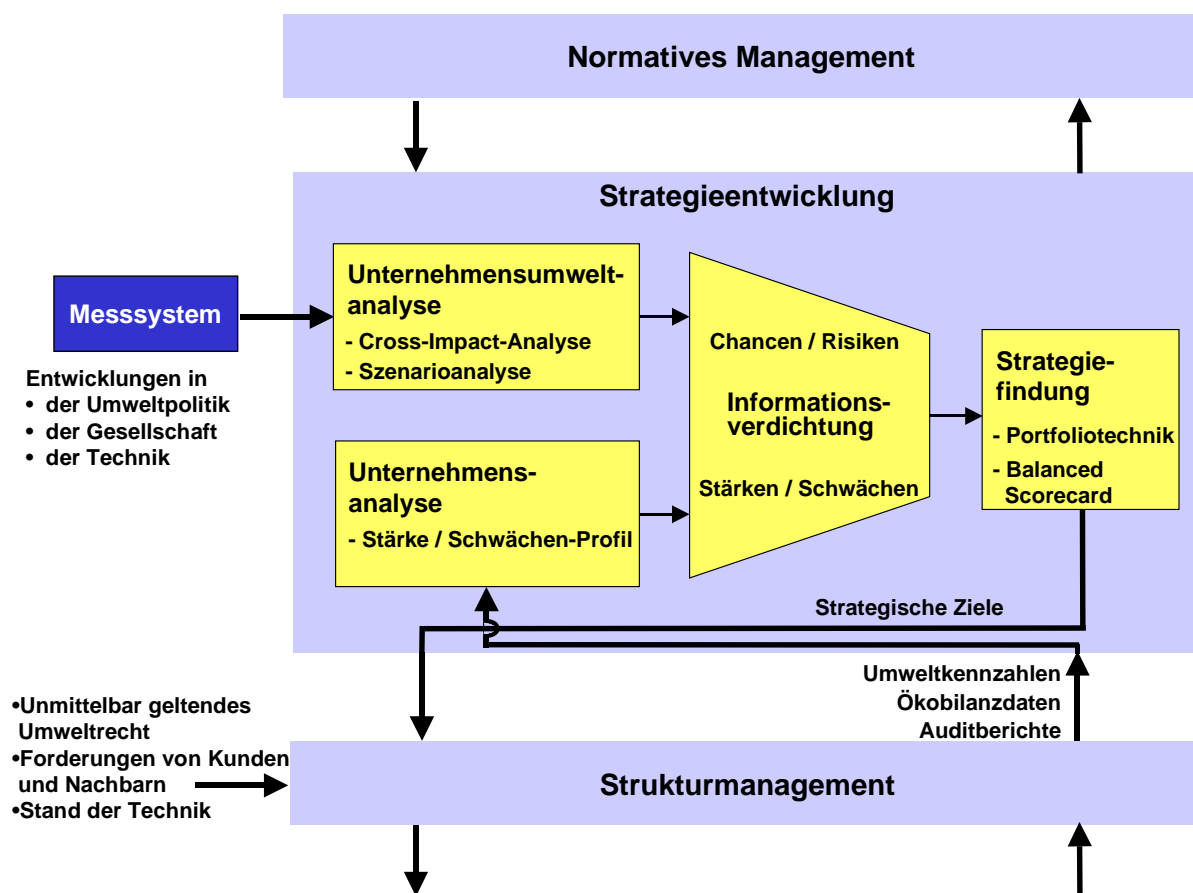


Abbildung 39: Prozessschritte auf der Ebene der Strategieentwicklung und Beispiele für unterstützende Methoden

Was den Unternehmen derzeit jedoch fehlt, ist ein *Messsystem*, das die für eine Analyse der Unternehmensumwelt nötigen Informationen mit vertretbarem Zeitaufwand liefert. Das Messsystem muss dabei Informationen liefern, die eine *zukunftsorientierte* Analyse der verschiedenen Einflussgrößen unterstützen. Um eine Strategie für ihre Produkte und Prozesse zu entwickeln benötigen Unternehmen nämlich im einzelnen

- Vergleichsdaten, die es ihnen ermöglichen, die operativen Leistungskennzahlen ihrer Prozesse zu bewerten (Benchmarking),
- Wissen über das Verbesserungspotenzial spezifischer Technologien sowie
- Wissen über die künftigen umweltpolitischen und rechtlichen Rahmenbedingungen.

So genügt es etwa nicht, die Entscheidung für eine innovative Anlagentechnik oder ein innovatives Produkt allein auf Basis der aktuell gültigen Gesetzeslage und des Standes der Technik zu treffen. Um die mit der Investition verbunden Chancen und Risiken abschätzen zu können, muss vielmehr die zukünftige Entwicklung dieser Einflussgrößen berücksichtigt wer-

¹³⁷ Vgl. z.B. Janzen, Matten (1995) und die dort zitierte Literatur sowie Fahrbach, Heinrich und Pfitzner (2000)

den. Dabei gilt es insbesondere auch, die Wechselbeziehungen zwischen den Einflussgrößen zu erkennen und zu berücksichtigen.

Aufgabe des Staates ist es, politische und rechtliche Rahmenbedingungen zu schaffen, die den Unternehmen eine eigenverantwortliche und langfristige Planung ermöglichen. Aufgrund der zunehmenden Globalisierung der Märkte und des globalen Charakters der Umweltprobleme können Umweltgesetze nicht mehr alleine aus nationaler Sicht geschaffen werden. Gerade in den 80er Jahren hat sich gezeigt, dass nationale Alleingänge zu Wettbewerbsverzerrungen führen können, was ein Abwandern von Unternehmen aus traditionellen Produktionsstandorten in Regionen mit weniger "strengen" Umweltauflagen zur Folge hat. Umweltbelastungen werden so nur regional verschoben aber nicht global minimiert¹³⁸. Die EU bestimmt bereits den Großteil der nationalen Umweltgesetzgebung in den Mitgliedsländern und ihre einheitliche Anwendung. Auf internationalen Konferenzen wird versucht, gemeinsame Zielsetzungen für den Umweltschutz zu finden¹³⁹.

Neben dem Versuch, die Umweltpolitik international zu harmonisieren, findet auch ein Wandel in den Instrumenten zur Erreichung der Umweltpolitik statt¹⁴⁰. Der *zentrale* Lenkungsansatz von ordnungsrechtlichen Regelungen, der auf ein Setzen und Kontrollieren von Grenzwerten auf den Gebieten Abfallentsorgung, Wasser- und Luftverschmutzung basiert, hat in den 70er und 80er Jahren zu einem Abbau der Umweltbelastungen geführt¹⁴¹. Gleichzeitig hat dieser zentrale Lenkungsansatz zu einer Regelungsdichte geführt, deren einzelne Regeln und ihr Zusammenwirken selbst von Experten nur schwer zu überschauen ist. Für die Aufsichtsbehörden wird es immer schwieriger, die Umsetzung der Regelungen in den Unternehmen effektiv zu überwachen. Zudem fördern diese zentralen Lenkungsansätze nicht die Innovationsfähigkeit der Unternehmen, da die zu treffenden Maßnahmen zumeist vorgeschrieben werden.

In der staatlichen Umweltpolitik werden daher neue umweltpolitische Instrumente diskutiert und teilweise schon umgesetzt, die ein eigenverantwortliches, vorausschauendes Handeln der Unternehmen fördern sollen. Ansatzpunkt hierbei ist es, das Ordnungsrecht durch *dezentrale* Lenkungsansätze zu ergänzen. Das Grundprinzip dieser dezentralen Lenkungsansätze besteht darin, dass der Staat möglichst quantifizierte, messbare und zeitlich gestaffelte Umwelthandlungsziele für die wichtigen Umweltproblembereiche, wie Treibhauseffekt, Ozonabbau, Gewässerbelastung vorgibt¹⁴². Diese Umwelthandlungsziele werden gemäß dem Kooperationsprinzip¹⁴³ auf der Basis langfristig anzustrebender Umweltzustände, sogenannter Um-

¹³⁸ Vgl. Schmölling, Spilok und Pohle (1997), S. 12-13, Schneidewind (1998), S. 119-121

¹³⁹ Vgl. Spilok (1998), S. 164-166

¹⁴⁰ Vgl. Enquete Kommission (1994), S. 662-695

¹⁴¹ Vgl. Schmölling, Spilok und Pohle (1997), S. 3-5

¹⁴² Vgl. Henseling (1998), Rehbinder (1998), S. 154-156 sowie Bunke, Eberle und Griebhammer (1995)

¹⁴³ Das Kooperationsprinzip ist neben dem Vorsorgeprinzip und dem Verursacherprinzip eins der drei Verfahrensgrundsätze im deutschen Umweltrecht. Nach ihm sollen Staat und Gesellschaft, also auch die Akteure der Wirtschaft, zur Erweiterung der Kenntnisse und zur Förderung der Entscheidungsprozesse zusammenarbeiten. Hierdurch soll insbesondere die "endogenen Potenziale der Gesellschaft" also der Sachverstand aller Beteiligten mobilisiert werden.

weltqualitätsziele, durch politische Konsensfindung zwischen dem Staat und der Industrie unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und sozialen Zielen vereinbart. Die Maßnahmen, um diese Umwelthandlungsziele zu erreichen, werden weitgehend den Märkten und den Unternehmen überlassen. Die dezentrale Lenkung der Umweltschutzmaßnahmen durch die Märkte soll insbesondere durch *ökonomische* und *informatrische Instrumente* erzielt werden.

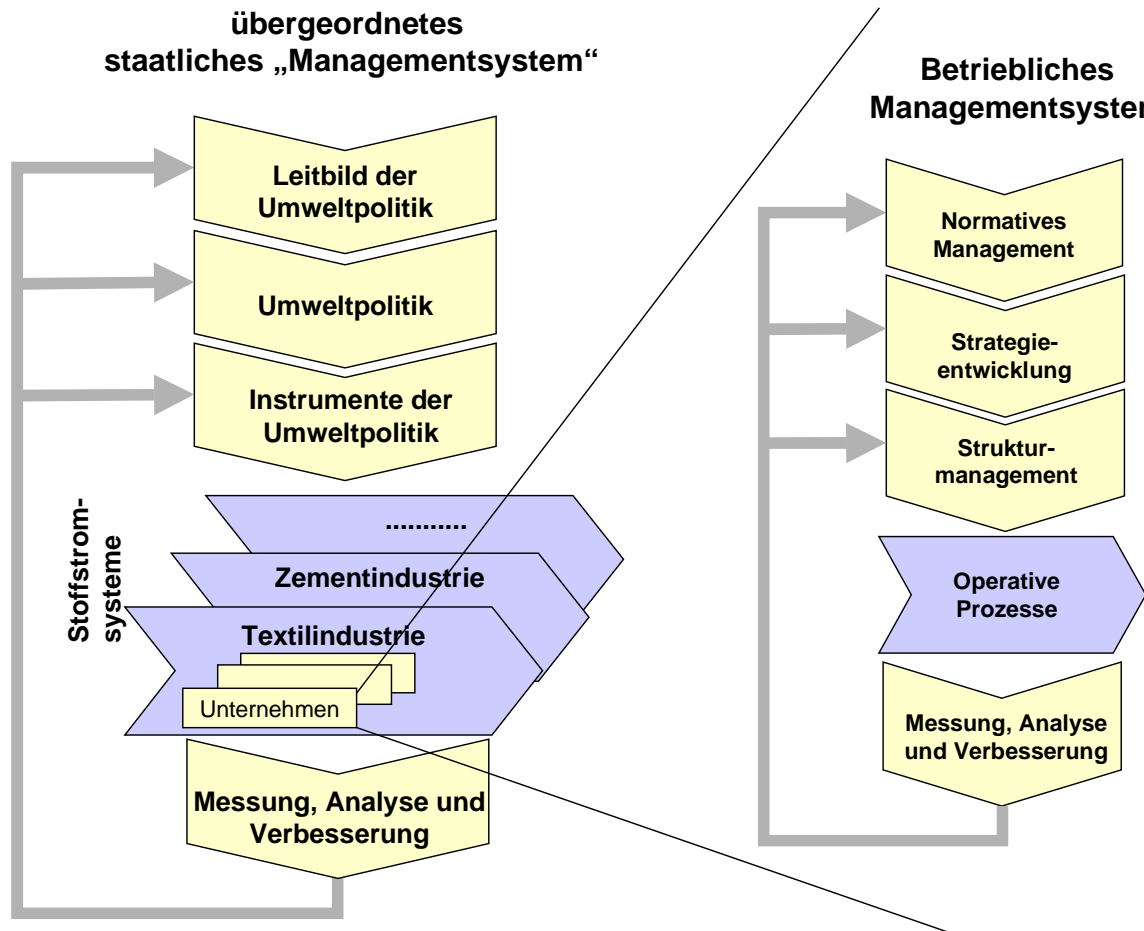


Abbildung 40: Modell für das überbetriebliche Umweltmanagement mit dezentralem Lenkungsansatz

Ansatzpunkt *ökonomischer Instrumente* ist es, die Nutzung von Umweltmedien mit einem Preis zu versehen, um die dabei entstehenden Kosten, die zur Zeit noch von der Allgemeinheit bzw. von zukünftigen Generationen zu bezahlen sind, soweit wie möglich, verursachungsgerecht bei den Nutzern zu internalisieren¹⁴⁴. Da für Umweltmedien die Voraussetzungen (private Güter, vollständige Konkurrenz, keine externen Effekte) für freie Märkte, die über den Preismechanismus gesteuert werden, fehlen, ist es die Aufgabe der ökonomischen Instrumente, die Funktion der Preisbildung zu übernehmen.

Informatrische Instrumente sollen den Marktteilnehmern und der Öffentlichkeit neben dem Preis weitere umweltrelevante Informationen über das Produkt oder die Produktionsstandorte zur Verfügung stellen, die es ihnen ermöglichen durch ihre Kaufentscheidungen oder durch öffentlichen Druck lenkend auf alle Unternehmen rückzuwirken. Zu den informatrischen Instrumenten zählen Produktkennzeichnungen und Umwelterklärungen. Von der Europäischen

¹⁴⁴ Vgl. Meyerhoff, Petschow (1998), S. 128ff

Union wurde dieses Instrument im Rahmen des 5. Aktionsprogramms für den Umweltschutz mit EMAS¹⁴⁵ und der Produktlabel-Verordnung¹⁴⁶ zunächst auf freiwilliger Basis eingeführt.

Um Umweltzielvereinbarungen mit den Industriebranchen zu treffen und zielgruppengerecht geeignete umweltpolitische Instrumente zu bestimmen, benötigen die staatlichen Akteure ebenfalls ein Messsystem, das spezifische Informationen über die Akteure der Textilindustrie und ihr Stoffstromsystem liefert. Wichtige Voraussetzung für die Wirksamkeit von Umweltzielvereinbarungen ist unter anderem, dass dem Staat und der Öffentlichkeit ausreichende und transparente Informationen zur Erfolgskontrolle („Monitoring“) der Zielerreichung zur Verfügung stehen.

Das Konzept der Umweltzielvereinbarungen zwischen Staat und Wirtschaft kann somit als ein übergeordnetes staatliches "Managementsystem", wie in Abbildung 40 dargestellt, modelliert werden, in das die betrieblichen Managementsysteme der Unternehmen eingebettet sind.

5.1.2 Aufgabenstellung

Die zuvor angesprochene Dezentralisierung der Lenkungsansätze erfordert insgesamt einen stärkeren Dialog zwischen den Akteuren in Politik, Industrie und Forschung. Dieser Dialog muss auf einer wissenschaftlichen Grundlage basieren. Das Wissen hierfür ist auf verschiedene Quellen verteilt. Unternehmen der Textilindustrie und die Gesetzgeber verfügen oft nur über Ausschnitte des gesamten benötigten Wissens.

Die Aufgabenstellung besteht darin, ein Konzept für ein *Messsystem* zu entwickeln, das die Informationen aus den verschiedenen Quellen sammelt, strukturiert, miteinander in Verbindung setzt und den Akteuren der Textilindustrie zugänglich macht.

Das Messsystem muss zum einen die Unternehmen der Textilindustrie dabei unterstützen, die für eine nachhaltige Unternehmensführung relevanten Entwicklungen in der Unternehmensumwelt rechtzeitig zu erkennen, um für ihr betriebliches Umweltmanagement eine geeignete Strategie entwickeln zu können. Zum anderen muss es staatliche Institutionen und Interessenvertretungen der Textilindustrie, bei der Festlegung von umweltpolitischen Zielen und Instrumenten unterstützen.

Die Aufgabenstellung hat Bezugspunkte zum Wissensmanagement¹⁴⁷ und kann dementsprechend weiter strukturiert werden. Wissensmanagement umfasst das systematische Identifizieren, Sammeln, Aufbereiten, Verteilen, Erweitern und Bewerten von Wissen. Mit Wissen wird die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Probleme-

¹⁴⁵ Kurzbezeichnung für Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung, siehe auch Abschnitt 3.2.1 "Standards für betriebliche Umweltmanagementsysteme", S. 28ff dieser Arbeit.

¹⁴⁶ Kurzbezeichnung für die Verordnung des Rates betreffend eines gemeinschaftlichen Systems zur Vergabe eines Umweltzeichens vom 23.3.1992, vgl. auch Ausführungen zu Umweltzeichen im Abschnitt 4.2.2.1 "Methoden und Instrumente zur ökologischen Bewertung von Produktsystemen", S. 64ff dieser Arbeit.

¹⁴⁷ Vgl. z.B. Probst, Raub und Romhardt (1999), North (1998), Pawlowsky (1998), Nonaka, Takeuchi (1997) und Schüppel (1996)

men einsetzen, bezeichnet. Wissen stützt sich auf Daten und Informationen, ist im Gegensatz zu diesen jedoch immer an Personen gebunden¹⁴⁸.

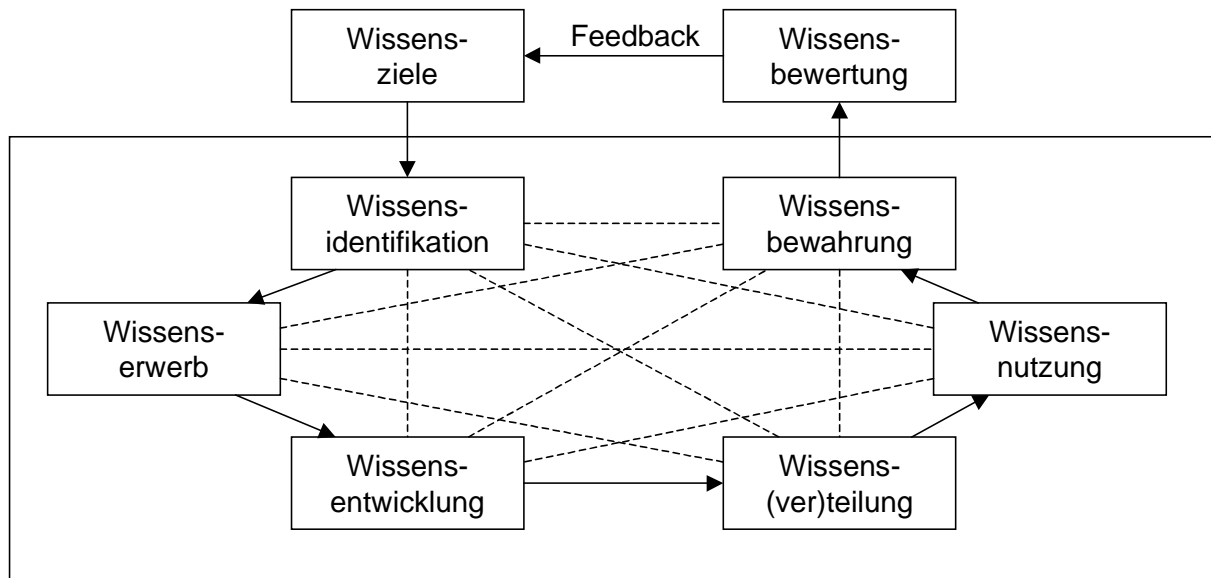


Abbildung 41: Bausteine des Wissensmanagements (nach Probst, Raub und Romhardt¹⁴⁹)

Für das Wissensmanagement existieren verschiedene Modelle, mit denen eine Systematisierung vorgenommen werden soll. Abbildung 41 zeigt das Modell *Bausteine des Wissensmanagements*. Es strukturiert die Problembereiche im Umgang mit der Ressource Wissen aus der Perspektive einer Organisation. Auf der Basis dieser Systematisierung ist die Aufgabenstellung den Bausteinen Wissensidentifikation und Wissenserwerb zugeordnet. Aufgabe des Messsystems ist es also weniger, Informationen bereitzustellen. Vielmehr soll es Transparenz über die externen Wissensbestände schaffen und Organisationen der Textilindustrie dabei unterstützen, externe Wissensquellen bzw. -träger zu identifizieren und deren Wissen, sofern es frei zugänglich ist, auch zu erwerben. Das Modell macht deutlich, dass die beiden Bausteine jedoch aus der Sicht des jeweiligen Unternehmens nur einen Teilaspekt darstellen, der nicht isoliert betrachtet werden darf, sondern in ein Gesamtkonzept des Wissensmanagements einzubetten ist.

5.1.3 Lösungsansatz: Wissensvermittler und Informationsplattformen

Wissen ist für Unternehmen nicht nur im Umweltbereich ein Erfolgsfaktor. Ein Konzept zur Identifikation von Wissensträgern und Wissensquellen sind externe Wissensvermittler bzw. Wissensbroker. Sie kennen und behalten spezielle Wissensträger im Auge, die gerade kleine und mittelgroße Unternehmen nicht verfolgen können und bieten entsprechende Dienstleistungen an¹⁵⁰.

¹⁴⁸ Vgl. Probst, Raub und Romhardt (1999), S. 44

¹⁴⁹ Vgl. Probst, Raub und Romhardt (1999), S. 56

¹⁵⁰ Vgl. z.B. Probst, Raub und Romhardt (1999), S. 127-133

Im Bereich des Stoffstrommanagements schlagen de Man u.a. den Aufbau einer "Informations-/ und Internetplattform" vor¹⁵¹. Die Initiierung einer solchen Plattform sehen sie als vorrangige Aufgabe des Staates. Die Plattform selbst muss jedoch nicht zwangsläufig bei einer staatlichen Institution angesiedelt sein. Sie kann auch von einem Forschungs- oder Beratungsinstitut oder der Industrie selbst angeboten werden. Die Plattform sollte für sich auf bestimmte Branchen oder Produktionsketten beziehen, um das Aufgabengebiet überschaubar zu halten.

5.2 Aufbau eines Organisationsmodells für ein Messsystem im strategischen Umweltmanagement

Eine Umsetzung dieses Lösungsansatzes ist das Forschungsnetzwerk TEX CHANGE NET¹⁵². Das Netzwerk wird gebildet aus Textil- und Umweltfachleuten von vier führenden Europäischen Textilinstituten¹⁵³. Das Netzwerk konzentriert sich auf die europäische Textilindustrie, ihren Beitrag zu den globalen Umweltproblemen und die Entwicklung von geeigneten Strategien zur Minimierung. Zielsetzung des Netzwerkes ist es zum Einen, den Austausch von Forschungsergebnissen zwischen den Netzwerkpartnern zu fördern und zum Anderen, den Zugriff auf dieses Wissen für Unternehmen der Textilindustrie und die für ihre Rahmenbedingungen bestimmenden gesetzgebenden Institutionen zu erleichtern. Abbildung 42 zeigt die Wissensquellen, die Nutzer und die verschiedenen Kommunikationswege zu den Nutzern auf. Auf diese Weise soll es insgesamt zu einer engeren und versachlichten Zusammenarbeit zwischen der Textilindustrie und ihren gesetzgebenden Institutionen beitragen. Das Netzwerk nimmt die Rolle eines Wissensvermittlers ein.

Intern ist das Netzwerk nach dem Modell *Kernteam als Systemarchitekt* organisiert¹⁵⁴. Jedes der beteiligten Forschungsinstitute stellt eine Arbeitsgruppe für das Netzwerk bereit. Ein Kernteam aus Vertretern der vier Arbeitsgruppen koordiniert das Netzwerk. Das Kernteam trifft sich in regelmäßigen Abständen an einem zentralen Ort. Zwischen den Meetings arbeiten die Gruppen örtlich verteilt. Die gemeinsame Wissensbasis wird im Rahmen von themenbezogenen Projekten aufgebaut und gepflegt.

¹⁵¹ Vgl. de Man u.a. (1997), S. 206-211

¹⁵² Das Netzwerk wurde im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Projektes "TEX CHANGE NET - Expert Network for the Effects of the European Textile Industry on Global Change" (ENV4-CT98-0773) errichtet. Der Autor war Antragsteller und Koordinator dieses Projektes, das eine Laufzeit von 2,5 Jahren hatte.

¹⁵³ Netzwerkpartner sind das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) in Deutschland, das Centrocot in Italien, das Danish Technological Institute in Dänemark und das Swedish Institute for Fibre and Polymer Research in Schweden.

¹⁵⁴ Vgl. Abschnitt 4.3.1.2 "Lösungsansatz: Virtuelle Integration der Produktentwicklung", S. 86ff dieser Arbeit

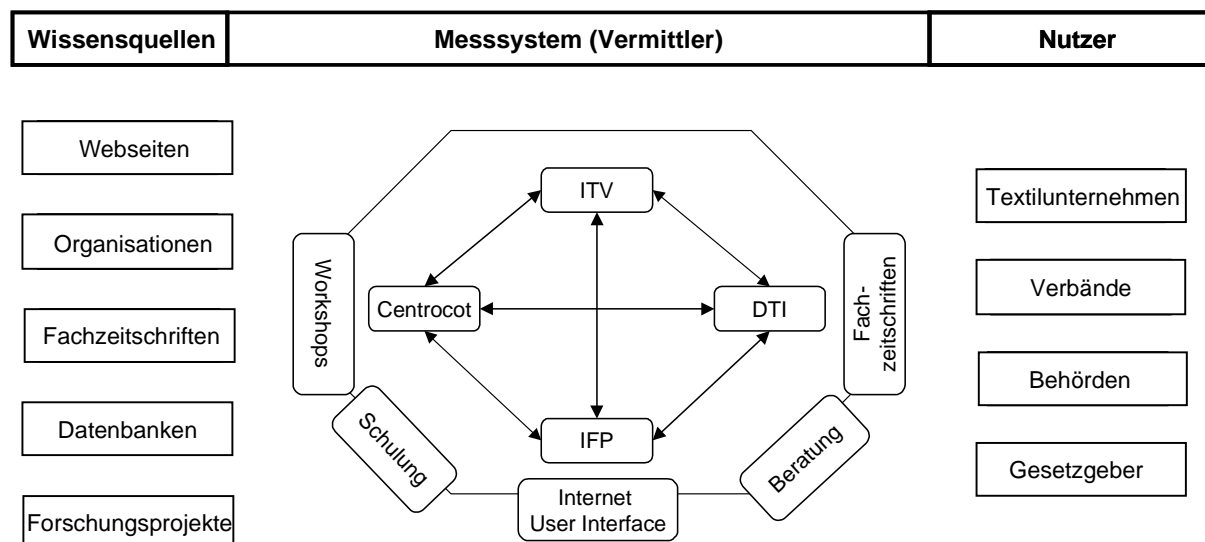


Abbildung 42: Kommunikationswege in TEX CHANGE NET

In einem ersten gemeinsamen Projekt sammelten die Partner Informationen und Wissensquellen, die in Forschung, Industrie und Politik verfügbar waren. Übergeordnetes Ziel war es, in einer Bestandsaufnahme zu erfassen, welche Informationen bereits verfügbar sind und welche Informationen noch fehlen, um vor dem Hintergrund des in Abbildung 40 dargestellten Regelkreismodells Aussagen zu machen über

- die *Umwelteinwirkungen*, die von der europäischen Textilindustrie derzeit verursacht werden,
- *Technologien*, die geeignet sind die Umwelteinwirkungen von textilen Produkten und Prozessen zu minimieren,
- die *Verbreitung* dieser Technologien in Europa,
- die *Auswirkungen* einer breiten Anwendung einer spezifischen Technologie in der Textilindustrie als Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung,
- die *politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen* für eine nachhaltige Entwicklung in der Textilindustrie.

Dazu wurden drei Arbeitsfelder, zu denen derzeit die verfügbaren Informationen zusammengetragen wurden, festgelegt. Es sollten insbesondere die Wechselbeziehungen zwischen diesen verschiedenen Feldern, wie in Abbildung 43 dargestellt, aufgezeigt werden.

Im Arbeitsfeld „Environmental Policy and Law“ wurden die umweltpolitischen Vorgaben und Instrumente, die auf internationaler und europäischer Ebene vereinbart wurden und relevant für die Mitgliedsländer der EU sind, zusammengetragen.

Im Arbeitsfeld „Cleaner Textile Technologies“ wurden Informationen über Technologien zusammengetragen, die dazu geeignet sind, die von den textilen Produktionsprozessen ausgehenden Umwelteinwirkungen zu verringern. Das Potenzial der Technologien und ihre Verbreitung in Europa sollten so weit wie möglich quantifiziert werden.

Im Arbeitsfeld „Data, Scenarios“ wurden Informationen zusammengetragen und Methoden untersucht, mit denen sich der Beitrag der europäischen Textilindustrie an den globalen Umweltproblemen so weit wie möglich quantifizieren lässt. Zum einen soll der Beitrag der Tex-

tilindustrie als ganzes im Vergleich zu anderen Industriesektoren betrachtet werden und zum anderen soll der Beitrag der einzelnen Prozesse innerhalb der Textilindustrie untersucht werden.

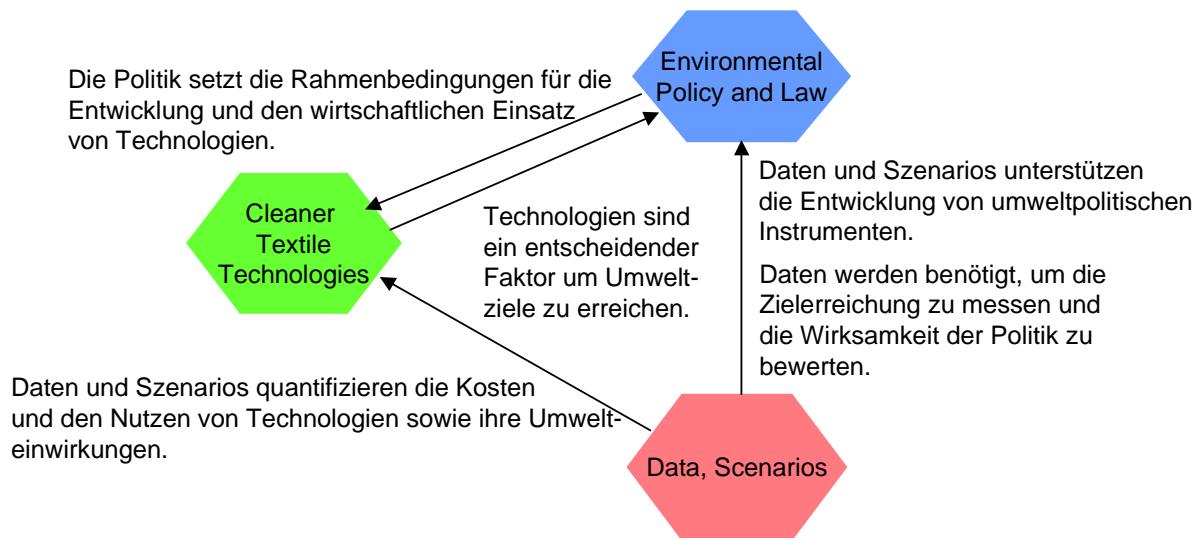


Abbildung 43: Arbeitsfelder und ihre Beziehungen in TEX CHANGE NET

Abbildung 44 zeigt die Systemgrenzen für die drei Arbeitsfelder. Die geografische Systemgrenze bilden die Mitgliedsländer der EU. Die Europäische Textilindustrie wird durch die Standorte der textilen Produktionskette gebildet, die in der EU ansässig sind. Betrachtet werden die Umwelteinwirkungen, die im direkten Zusammenhang mit der Produktion stehen. Die übrigen Phasen des Lebensweges wurden ausgeschlossen, da aufgrund der globalen Verflechtungen bei der Herstellung und Vermarktung von Textilien sich die Umwelteinwirkungen in diesen Phasen derzeit nicht mehr verursachergerecht auf die europäische Textilindustrie zurückführen lassen.

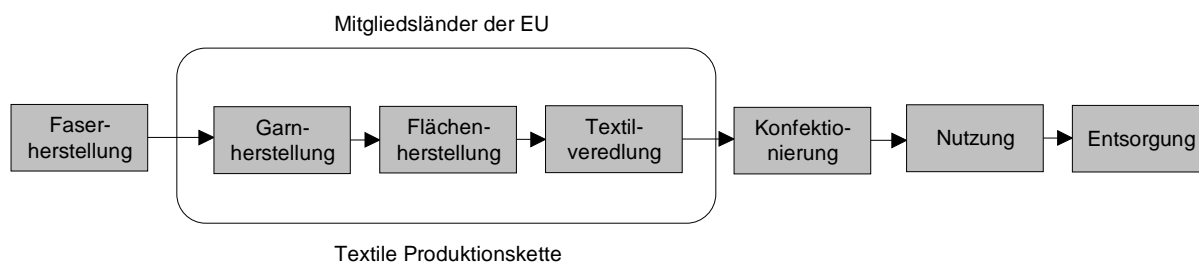


Abbildung 44: Systemgrenzen der Arbeitsfelder von TEX CHANGE NET

Zu den Arbeitsfeldern wurden jeweils Aktivitäten definiert, die von den Arbeitsgruppen getrennt bearbeitet wurden. In regelmäßigen Integrationsphasen wurden die Ergebnisse der Arbeitsgruppen zusammengetragen, strukturiert und aufbereitet sowie neue Aktivitäten für die Arbeitsfelder festgelegt.

Um einen möglichst hohen Grad an Virtualität für die Arbeit des Netzwerkes zu erzielen, d.h. die Anzahl der Meetings an einem gemeinsamen Ort möglichst gering zu halten, wurde für das Wissensmanagement das im Folgenden beschriebene Informations- und Kommunikationssystem entwickelt.

5.3 Aufbau eines Informations- und Kommunikationssystems für das Wissensmanagement

Das Informations- und Kommunikationssystem setzt sich aus mehreren verteilten Datenbanken zusammen.

Nachfolgend werden in einer Übersicht die *Funktionen der einzelnen Datenbanken* für das Wissensmanagement beschrieben.

Die *Realisierung* der Funktionen von einer der Datenbanken, der TEX CHANGE NET - Knowledge Base, wird dann ausführlich dargestellt.

5.3.1 Übersicht über die Datenbanken

Um die Koordination der gemeinsamen Arbeit und die transparente Dokumentation des internen und externen Wissens sowie seine Veröffentlichung zu unterstützen wurde ein Informations- und Kommunikationssystem auf der Basis von Lotus Domino / Notes entwickelt¹⁵⁵. Abbildung 45 zeigt die vier dokumentenbasierten Datenbanken des Informations- und Kommunikationssystems und ihre Funktion für das Wissensmanagement im Netzwerk. Die Datenbanken stellen verteilte Datenbanken dar, die zwischen den Netzwerkpartnern repliziert werden.

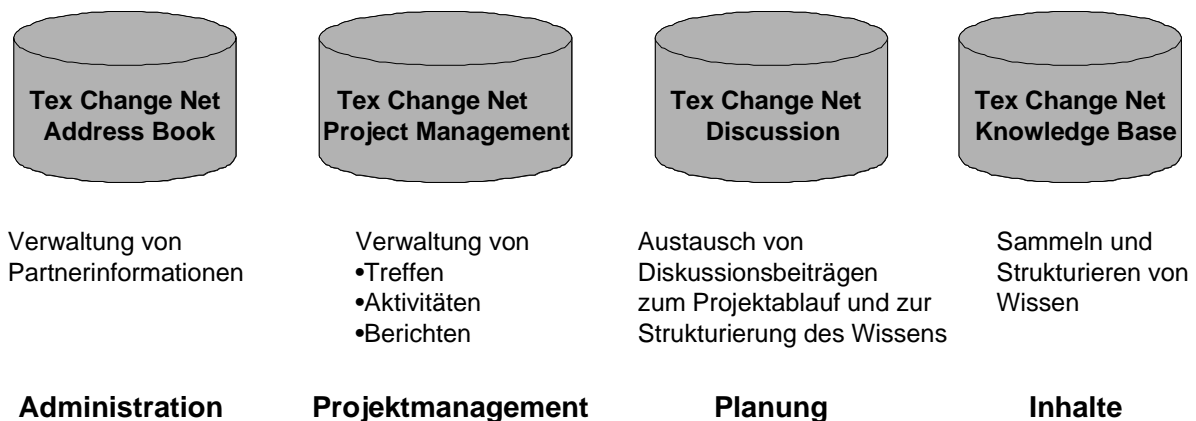


Abbildung 45: Datenbanken in TEX CHANGE NET

Durch die Aufteilung in vier Datenbanken wurde eine eindeutige Trennung des Projektmanagements, das nötig ist, um das Wissen zu sammeln und zu strukturieren, von den eigentlichen Wissensinhalten erzielt.

TEX CHANGE NET - Address Book

Diese Datenbank hat eine reine administrative Funktion. In ihr werden die Daten über die Netzwerkpartner verwaltet, die für die Arbeit in den anderen Datenbanken benötigt werden.

¹⁵⁵ Vgl. Abschnitt 4.3.2.2 "Lösungsansatz: Informationssysteme des Computer-Supported-Cooperative-Work", S. 95ff dieser Arbeit

TEX CHANGE NET – Project Management

Die Datenbank unterstützt das Projektmanagement. Vor Projektbeginn werden die Arbeitspakete des Projektplans angelegt. Jedes Arbeitspaket stellt ein einzelnes Dokument dar, in dem Ziele sowie die bereitgestellten Mittel und Ressourcen für das Arbeitspaket beschrieben werden können. Arbeitspakete können hierarchisch geschachtelt werden. Jedem Arbeitspaket können Meetings, Aktivitäten und Berichte zugewiesen werden. Für alle drei wurde jeweils eine Dokumentenvorlage erstellt. In einem Meeting-Dokument können die Agenda und das Protokoll abgelegt werden. In Aktivitäten-Dokumenten können die Arbeitsinhalte eines Arbeitspaketes weiter detailliert und verantwortlichen Personen mit einem Fälligkeitsdatum zugewiesen werden. Die Aktivitäten können über verschiedene Sichten nach Status, verantwortlicher Person oder Arbeitspaketen sortiert betrachtet werden.

TEX CHANGE NET – Discussion

Diese Datenbank ist eine Standard Datenbank von Lotus Notes. Sie wurde mit aufgenommen, um die Kommunikation über die Meetings hinaus fortsetzen zu können. In ihr können die Netzwerkpartner Gedanken und Ideen zum Projektablauf oder Strukturierung des Wissens austauschen.

TEX CHANGE NET – Knowledge Base

Die Datenbank hat die Aufgabe Wissensinhalte zu sammeln, zu verteilen und zu strukturieren. Sie unterstützt zudem die Veröffentlichung der Wissensinhalte über das Web-Interface von Lotus Domino / Notes. Auf den Aufbau der Datenbank wird im folgenden Abschnitt näher eingegangen.

5.3.2 Aufbau der TEX CHANGE NET Knowledge Base

Es werden zunächst die *Anforderungen* an die TEX CHANGE NET Knowledge Base spezifiziert, bevor die *Realisierung* der Datenbank beschrieben wird.

5.3.2.1 Anforderungen an die Datenbank

Dynamisch in der Struktur

Die Datenbank muss dynamisch in der Struktur sein. Zu Projektbeginn kann nur eine erste grobe Struktur für die Datenbank vorgegeben werden. Die Struktur muss synchron mit dem Wissenszuwachs entwickelt und aufgrund neuer Ergebnisse oder Erkenntnisse erweitert und angepasst werden können.

Einfach in der Handhabung

Die Anwender der Datenbank sind Umwelt- bzw. Textilfachleute und keine Datenbankspezialisten. Sowohl das Einbinden von neuem Wissen als auch das Wiederfinden muss daher möglichst einfach handhabbar sein.

Zugriff von außen über das Internet

Nachdem das Wissen strukturiert wurde, sollen Teile im Internet veröffentlicht werden können. Dabei soll unterschieden werden können zwischen Informationen, die nur den Netzwerkpartnern zugänglich sind, und Informationen, die öffentlich zugänglich sind.

Integration von verschiedenen Quellen, Typen von Wissen und Dokumenten

Die Arbeitsfelder von TEX CHANGE NET umfassen verschiedene Arten von Daten, in verschiedenen Formaten, die in die Datenbank integriert werden müssen. Z.B. umfasst das Arbeitsfeld "Environmental Policy and Law" u.a. Rechtstexte, das Arbeitsfeld "Data and Scenarios" Tabellen Grafiken und Datenbanken. Die Daten, die durch die Datenbank strukturiert werden sollen, stellen somit für sich einzeln betrachtet sowohl unstrukturierte als auch strukturierte Informationen dar.

5.3.2.2 Realisierung der TEX CHANGE NET Knowledge Base

Abbildung 46 zeigt die Struktur der TEX CHANGE NET Knowledge Base. In Dokumenten werden Informationen von Wissensquellen bzw. Wissensträgern oder Wissensinhalte abgelegt. Zwischen den Dokumenten können über Hyperlinks semantische Beziehungen hergestellt werden. Auf diese Weise bildet sich ein semantisches Netzwerk¹⁵⁶. Die Dokumente repräsentieren die Knoten und die Hyperlinks die Kanten des Netzwerks.

Um das Netzwerk zu strukturieren, ist jedes Dokument einem Thema ("Topic") und einem Herausgeber ("Publisher") zugeordnet. Die Themen können hierarchisch zu einen Themenbaum aufgebaut werden. Im Anhang E ist der Themenbaum von TEX CHANGE NET wiedergegeben.

Zu jedem Thema und Herausgeber kann eine Erläuterung erstellt werden, ein sogenannter "Guide to Topic" bzw. "Guide to Publisher". Ein "Guide to Topic" bzw. "Guide to Publisher" stellt einen speziellen Typ von Dokument dar. Es erläutert die unterlagerten Dokumente ihre Beziehungen zueinander sowie die Beziehung zu verwandten Themenbereichen bzw. Herausgebern. Über Hyperlinks kann direkt zu den Dokumenten verzweigt werden.

Abbildung 47 zeigt die Maske zur Erstellung eines Dokumentes. In der oberen Zeile befinden sich Felder mit denen das Dokument einem Thema zugeordnet werden kann und der Typ des Dokuments festgelegt wird. Hier kann zwischen den Typen "Guide to Topic", "Guide to Publisher" und "Content" unterschieden werden.

Der eigentliche Wissensinhalt wird in den Feldern "Web Content" und "Internal Content" abgelegt. Der Inhalt des Feldes "Internal Content" ist nur sichtbar für die Netzwerkpartner über den Lotus Notes Client. Der Inhalt des Feldes "Web Content" ist zudem im Internet öffentlich sichtbar. Ob ein Dokument veröffentlicht werden soll, wird über das Auswahlfeld "Published in Web?" festgelegt.

¹⁵⁶ Vgl. Seibold (1996), S. 38-46

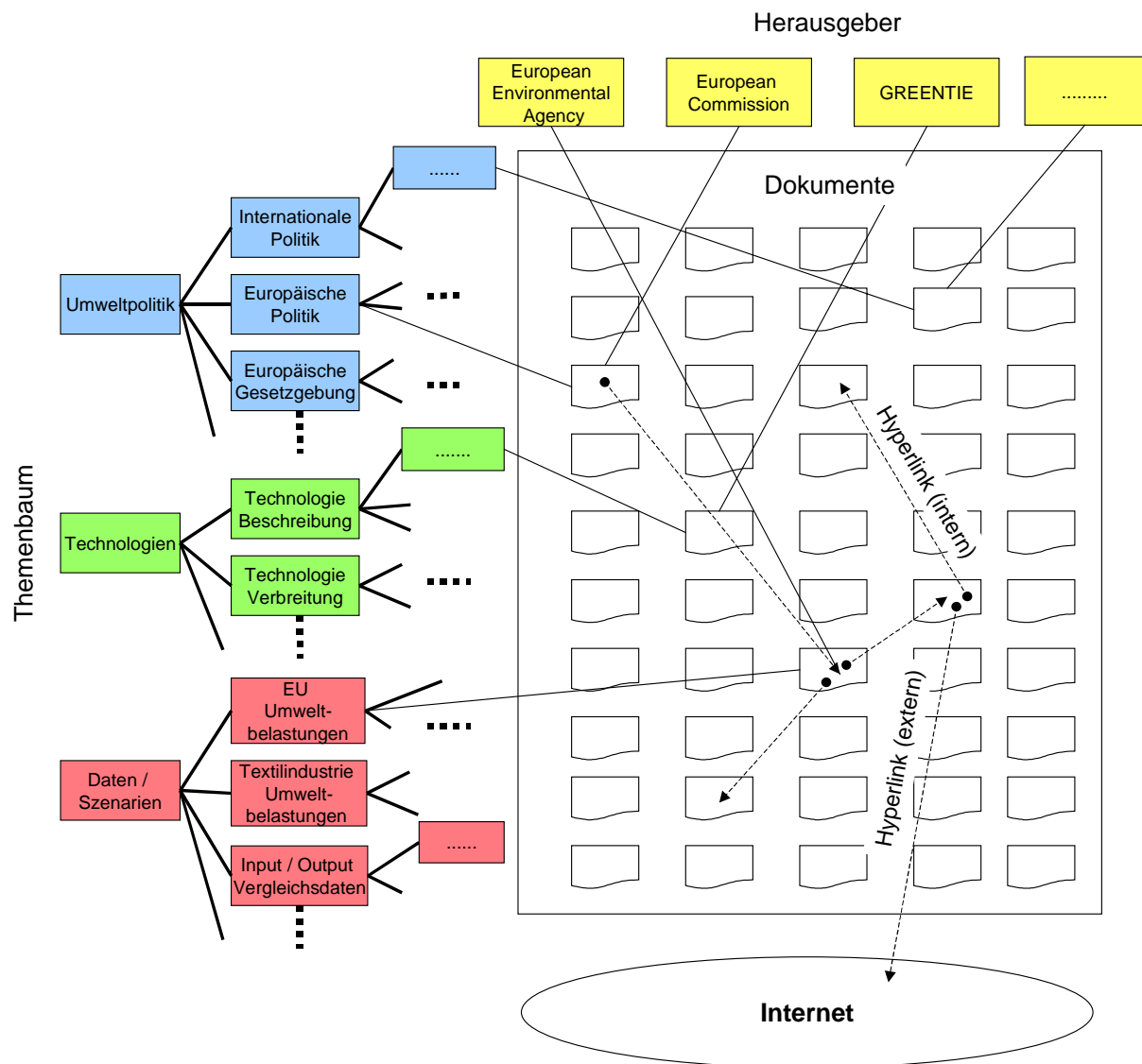


Abbildung 46: Struktur der TEX CHANGE NET Knowledge Base

Beide Felder, "Web Content" als auch "Internal Content" sind Freitextfelder, in denen unterschiedliche Arten von Daten (Text, Bilder usw.) und Formate (doc, xls, pdf, html usw.) abgespeichert werden können. In den beiden Feldern werden auch die semantischen Beziehungen zu anderen Dokumenten in Form von Hyperlinks formuliert. Es können aber auch Hyperlinks zu externen Informationsquellen im Internet, z.B. zu Datenbanken oder Veröffentlichungen, abgelegt werden.

Inhaltlich stellt das Feld "Web Content" eine Verdichtung in Form eines Abstracts vom Inhalt des Feldes "Internal Content" dar. Diese Unterteilung ermöglicht es die Phasen Sammeln, Strukturieren und Verdichten sowie Veröffentlichen von Dokumenten zeitlich zu trennen. Die Inhalte von "Internal Content" und "Web Content" eines Dokuments sowie der Inhalte des übergeordneten "Guide to Topic" bzw. "Guide to Publisher" Dokuments bilden somit die Schritte der Informationsverdichtung ab.

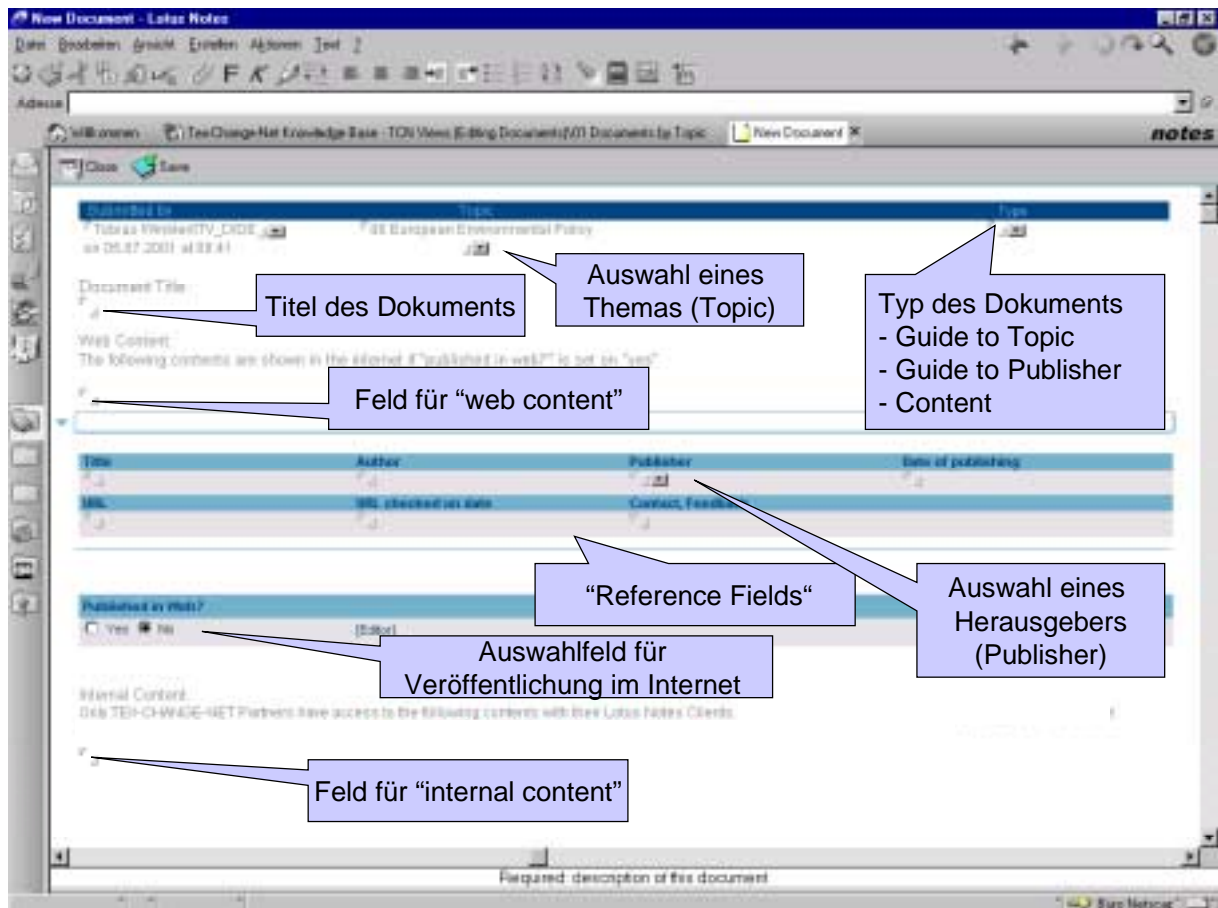


Abbildung 47: Felder in der Maske "Document"

In den "Reference Fields" werden der Titel und der Autor des Dokumentes sowie weitere Informationen zu der Wissensquelle oder dem Wissensträger (Publisher, Date publishing, URL, URL checked on date, Contact, Feedback) abgelegt. Die "Reference Fields" werden bei öffentlichen Dokumenten auch über das Web-Interface sichtbar.

Für das Web-Interface wurde als zusätzliche Strukturierungshilfe eine "Topic Map"¹⁵⁷ erstellt, die graphisch einen Überblick über die Themenfelder und ihre Wechselbeziehungen gibt. Abbildung 48 zeigt die Präsentation der Wissensfelder von der TEX CHANGE NET Knowledge Base in der "Topic Map". Die Felder der "Topic Map" führen den Anwender zu den entsprechenden "Guide to Topic" Dokumenten.

¹⁵⁷ Der Begriff "Topic Map" wird hier im Sinne einer graphischen Themenübersicht und Navigationshilfe verwendet und nicht im Sinne der Definition für Topic Maps, die vom Technischen Komitee JTC 1/SC 34 in der "ISO/IEC 13250:2000 - Information technology - SGML Applications - Topic Maps" veröffentlicht wurde. Vgl. ISO/IEC 13250 (2000)



Abbildung 48: "Topic Map" in der TEX CHANGE NET Knowledge Base

Dem Anwender werden durch diese Strukturierung drei verschiedene Einstiegsmöglichkeiten über das Web-Interface in das semantische Netzwerk angeboten, zwischen denen er in verschiedenen Richtungen navigieren kann.

Die erste Einstiegsmöglichkeit stellt die "Topic Map" dar. Die Wahl eines Themenfeldes führt den Anwender zum entsprechenden "Guide to Topic". Vom "Guide to Topic" kann er weiter zu einem Dokument navigieren. Von jedem Dokument kann der Anwender zu dem übergeordneten "Guide to Topic" oder "Guide to Publisher" navigieren.

Die nächste Einstiegsmöglichkeit ist die Sicht auf die Dokumente sortiert nach Themen oder sortiert nach Herausgeber. Abbildung 49 zeigt z.B. die Sicht auf die Dokumente sortiert nach Themen im Web-Interface. Die Ansicht zeigt zunächst die Themenüberschriften. Ein Mausklick auf eine Themenüberschrift macht den zugehörigen "Guide to Topic" gefolgt von den zugeordneten Dokumenten sichtbar.

Bei der dritten Einstiegsmöglichkeit können die Dokumente über eine Volltextsuche nach beliebigen Textteilen selektiert werden. Die Volltextsuche selektiert ein Dokument sowohl bei einem Treffer im "Web Content" als auch im "Internal Content".

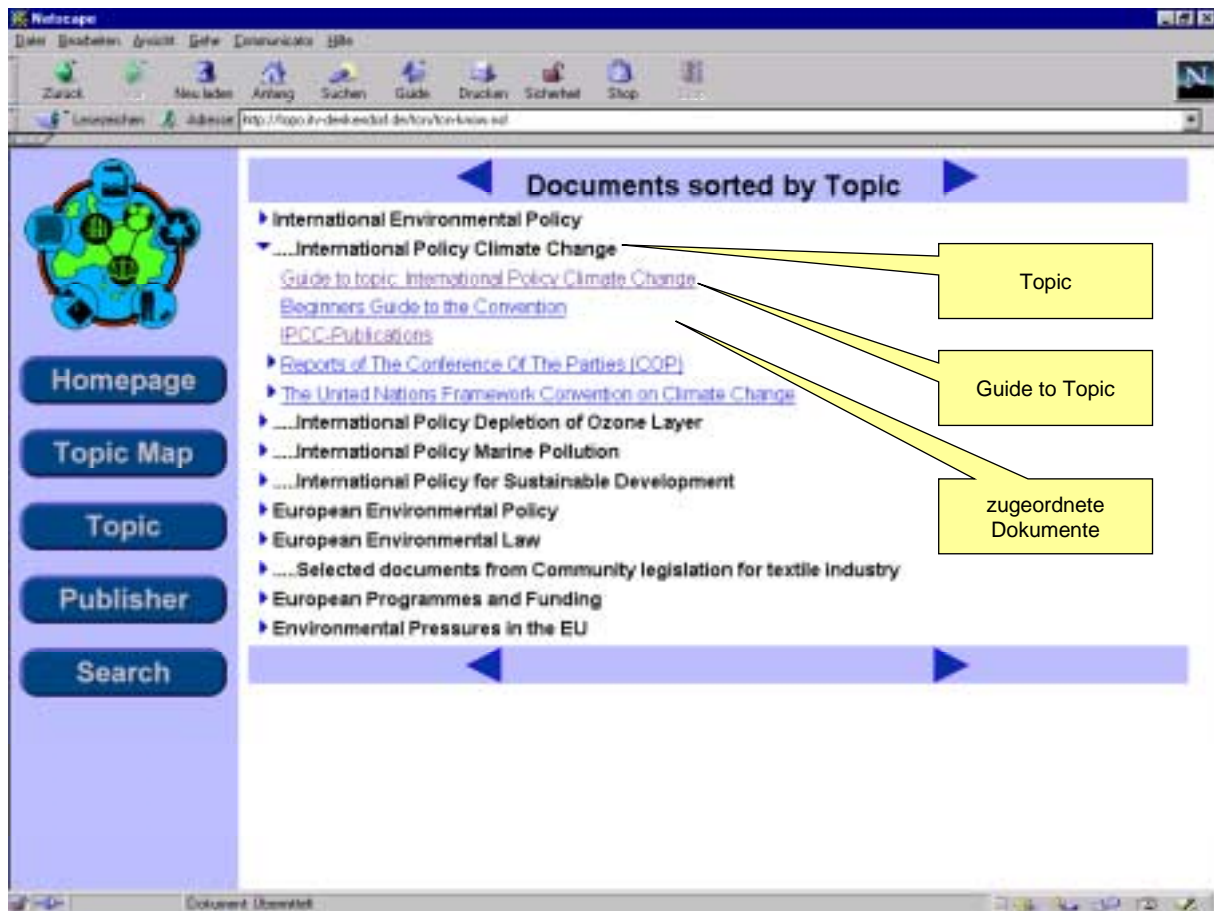


Abbildung 49: Bildschirmansicht von der Sicht auf die Dokumente in der TEX CHANGE NET Knowledge Base sortiert nach Themen

5.4 Zusammenfassende Bewertung der Infrastruktur für eine umweltorientierte Strategieentwicklung

Tabelle 12 zeigt die Infrastruktur, die durch TEX CHANGE NET für das strategische Management bereitgestellt wird, aufgeteilt in die Elemente organisatorisches Konzept, Methode und (Informations-) Technologien¹⁵⁸.

Bezogen auf das mehrstufige, hierarchische Regelungssystem¹⁵⁹ unterstützt TEX CHANGE NET europäische Textilunternehmen auf der Ebene der Strategieentwicklung für eine nachhaltige Entwicklung ihrer Produkte und Prozesse, indem es Informationen über Entwicklungen und Trends in der umweltpolitischen, wirtschaftlichen und technologischen Unternehmensumwelt bündelt, aufbereitet, und über die in Abbildung 42 dargestellten Informationskanäle bereitstellt. Diese gebündelten Informationen über die Unternehmensumwelt stellen

¹⁵⁸ Vgl. Fischer (1999), S. 44 sowie S. 15, S. 53 und S.106 dieser Arbeit

¹⁵⁹ Vgl. S. 32 dieser Arbeit

reglungstechnisch ausgedrückt die Führungsgrößen für die einzelnen Textilunternehmen dar. Diese Führungsgrößen werden ihrerseits durch staatliche und wirtschaftliche Lenkungssysteme gestaltet, wie es in Abbildung 40 verdeutlicht wird. TEX CHANGE NET unterstützt diesen übergeordneten Regler, der durch staatliche Institutionen und Interessenvertretungen der Textilindustrie gebildet wird, bei der Gestaltung dieser Führungsgrößen, indem es Informationen über europäische Textilindustrie, d.h. die Regelstrecke, bereitstellt.

Managementaufgabe		Strategieentwicklung für eine nachhaltige Entwicklung von Produkten und Prozessen.
Infrastruktur	Organisatorisches Konzept	Expertennetzwerk aus Forschungsinstituten unterstützt Analyse der Unternehmensumwelt.
	Methoden	Projektmanagement, Verdichtung, Strukturierung und Verteilung von Wissen und Wissensträgern
	(Informations-) Technologien	Groupware, Content Management System: TEX CHANGE NET Datenbanken

Tabelle 12: Infrastruktur für die Integration von Umwelt- und Gesundheitsschutz in die Strategieentwicklung

Für die Unternehmen der Textilindustrie als auch für die staatlichen und wirtschaftlichen Lenkungssysteme der Textilindustrie stellt TEX CHANGE NET somit reglungstechnisch ausgedrückt ein Messsystem dar. Insgesamt wird versucht, eine Verbindung zwischen der Sicht der Unternehmen und der Sicht der staatlichen Lenkungssysteme herzustellen und so den Dialog zwischen übergeordneten Reglern und der Regelstrecke zu fördern.

Viele der Ausgangsfragen des ersten Projektes von TEX CHANGE NET können derzeit nicht beantwortet werden. Für ein überbetriebliches staatliches "Managementsystem", wie es in Abbildung 40 dargestellt ist, liegen die Lücken insbesondere in der Quantifizierung der Beiträge einer Industriebranche zu den Umweltbelastungen, die von Europa insgesamt ausgehen. Es liegen z.B. Daten über die Emissionen von Treibhausgasen vor, aber es liegen keine europaweit harmonisierten Daten vor, wie sich die Emissionen auf einzelne Industriebranchen verteilen. Die Festlegungen von quantitativen Umweltzielen für einzelne Industriebranchen sowie ihr Monitoring ist derzeit daher nicht möglich. Zudem liegen bisher nur wenige Daten vor, mit denen die Verbreitung von bestimmten Technologien in der EU bestimmt und die möglichen Verbesserungen einer breiten Anwendung von Cleaner Technologies abgeschätzt werden können.

Neben diesen Datenmangel aus der Sicht der staatlichen Lenkungssysteme auf die Textilindustrie fehlen auch aus der Sicht des einzelnen Unternehmen Daten. Es fehlen insbesondere Daten, die ein ökologisches Benchmarking der Produkte und Prozesse ermöglichen. Der Mangel liegt dabei weniger im Vorhandensein von Daten als vielmehr in ihrer Vergleichbarkeit. Voraussetzung hierfür ist ein standardisiertes Klassifizierungsschema für textile Produkte und Prozesse in der betrieblichen Umweltberichterstattung sowie standardisierte Bewertungskriterien.

Es zeigte sich jedoch, dass an verschiedenen Stellen daran gearbeitet wird, geeignete Methoden zu entwickeln und umzusetzen, um diese Datenlücken zu schließen. Das Expertennetzwerk muss diese Entwicklungen der Rahmenbedingungen verfolgen.

Entscheidend für den internen und externen Nutzen des Netzwerkes ist, dass die TEX CHANGE NET Knowledge Base in regelmäßigen Abständen gepflegt und weiterentwickelt

wird. Eine Erweiterung bzw. Veränderung der Wissensbasis in der TEX CHANGE NET Knowledge Base kann ohne Programmierung – allein durch Ergänzung von Dokumenten in die bestehende Struktur erfolgen. Auch die Struktur kann einfach verändert werden. Es wurden Funktionen in die Datenbank integriert, die es ermöglichen den Themenbaum neu zu strukturieren und die Dokumente in den Themenbaum neu einzugliedern. Die Anpassung der Topic Map wird durch die Datenbank nicht unterstützt und ist mit einem erhöhten Aufwand verbunden.

Die Erhaltung der Wissenstransparenz ist mit Zeit und Kosten verbunden. Die Informationen in der TEX CHANGE NET Knowledge Base sind frei zugänglich. Die Datenbankpflege wird derzeit über Forschungs- und Industrieprojekte der Netzwerkpartner finanziert. Die Forschungsprojekte können sich u.a. durch den Dialog zwischen den Interessengruppen der Industrie und den staatlichen Lenkungssystemen, der durch das Netzwerk gefördert wird, angestoßen werden. In diesem Zusammenhang ist zu überlegen, ob die Diskussionsdatenbank, die derzeit nur zu internen Kommunikation der Netzwerkpartner dient, auch für Externe als weiteren Kommunikationskanal zugänglich gemacht wird.

Es zeigte sich, dass sich das Sammeln von Wissen aufteilen und in örtlich verteilt arbeitenden Arbeitsgruppen realisieren lässt, das Vernetzen der Ergebnisse der Arbeitsgruppen jedoch durch örtlich zentrierte Arbeitsgruppen unterstützt werden muss. Das Organisationsmodell des Kernteams als Systemintegrator, das für die kooperative Produktentwicklung eingesetzt wurde¹⁶⁰, hat sich auch als Organisationsmodell für das Expertennetzwerk bewährt. Die TEX CHANGE NET Projektdatenbank bietet eine Unterstützung bei der Koordination von Phasen des dezentralen Sammelns von Wissen und Phasen des zentralen Vernetzens und Strukturierens von verteilten Wissen.

¹⁶⁰ Vgl. Abschnitt 4.3.1 "Aufbau eines Organisationsmodells für die kooperative Produktentwicklung", S. 85ff dieser Arbeit

6 Schlussbetrachtung und Ausblick

Nachhaltige Unternehmensführung erfordert insbesondere die Fähigkeit zu produktions- und produktintegrierten Innovationen. Die übergeordnete Zielsetzung der Innovationen besteht darin, die Bedürfnisse der Kunden mit solchen Produkten und Dienstleistungen zu erfüllen, die über ihren Produktlebensweg möglichst geringe negative Umwelteinwirkungen verursachen. Dies ist hinsichtlich der Aufgabenkomplexität eine vielschichtige Managementaufgabe. Die Schichten bilden zusammen ein mehrstufiges, hierarchisches Regelungssystem. Im Rahmen dieser Dissertation wurde für die Schichten Strategieentwicklung, Strukturmanagement und Prozessmanagement jeweils eine *Management-Infrastruktur*, die sich an den spezifischen Anforderungen der Textilindustrie orientiert, entwickelt und praktisch erprobt.

Die Unternehmen bilden die Glieder der textilen Produktionskette. Voraussetzung für den Aufbau von überbetrieblichen Strukturen sind das Bekenntnis des einzelnen Unternehmen zum Umweltschutz und die Existenz innerbetrieblicher Strukturen, mit denen Verbesserungen nachweislich realisiert werden können. Um den gesamten Produktlebensweg zielgerichtet zu beeinflussen, müssen daher zunächst in den einzelnen Gliedern der Produktionskette Regler-, Stell- und Messsysteme etabliert werden, mit denen die operativen Prozesse des Wertschöpfungsprozesses unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit gestaltet werden können. Dies ist die Aufgabe des *Strukturmanagements*. Eine entsprechende Infrastruktur wurde im Rahmen der Dissertation entwickelt und in Form eines *Umweltregelungssystems* in mehreren Unternehmen der Textilindustrie implementiert. Dies wird in Kapitel 3 beschrieben.

Durch das Umweltregelungssystem selbst werden zwar keine Produkt- oder Prozessinnovationen geschaffen. Es stellt vielmehr eine Strukturinnovation dar, die es ihrerseits ermöglicht, Infrastrukturen für den Wertschöpfungsprozess zu schaffen, die Innovation im produktions- und produktintegrierten Umweltschutz fördern. Das Umweltregelungssystem trägt somit indirekt zu Innovationen bei, indem es Unternehmen befähigt, kontinuierlich Verbesserungspotentiale zu erkennen und durch Verbesserungsmaßnahmen auch umzusetzen und aufrecht zu halten. Die Innovationsintensität der Verbesserungsmaßnahmen wird durch das Umweltregelungssystem selbst nicht bestimmt. Es stößt vielmehr Projekte an, die inkrementelle Verbesserungen, zyklische Veränderungen oder auch singuläre bzw. radikale Erneuerungen darstellen.

Das betriebliche Umweltregelungssystem bildet somit auch die Keimzelle und die Infrastruktur für den Aufbau von überbetrieblichen Strukturen, mit denen sich die einzelnen Regelsysteme in den Gliedern der Produktionskette aufeinander abstimmen lassen. Diese Abstimmung innerhalb der Produktionskette ist die Voraussetzung für produktintegrierte Innovationen. Innovationen entstehen im Wertschöpfungsprozess in der Phase der Produktentwicklung. Die überbetrieblichen Strukturen zur Abstimmung sollten daher bereits hier ansetzen. Entsprechend wurde im Rahmen der Dissertation eine Infrastruktur für das *Prozessmanagement* in einer kooperativen Produktentwicklung entwickelt und erprobt. Dies wird in Kapitel 4 beschrieben.

Dabei wurde das organisatorische Konzept der virtuellen Integration als Lösungssatz verwendet. Es zeigte sich, dass bei einer virtuellen Integration insbesondere der formale Informa-

tionsaustausch zwischen verteilten Organisationen unterstützt werden kann. Der Austausch informaler Informationen, der insbesondere in der Produktentwicklung zur Verteilung von impliziten Wissen von Bedeutung ist, kann jedoch nur wenig unterstützt werden. Als geeignet für die kooperative Produktentwicklung erwies sich daher ein rhythmischer Wechsel zwischen einer synchronen Abstimmung in einem örtlich zentral arbeitenden Kernteam und einer asynchronen Aufgabenbearbeitung in den örtlich verteilten Unternehmen. Zur Unterstützung des Informationsaustauschs in den asynchronen Arbeitsphasen wurde das Groupware-System Musterdatenbank ECO+ als Prototyp entwickelt. Das System unterstützt die Feinabstimmung der Entwicklungstätigkeiten sowie die Dokumentation und Verteilung der Entwicklungsergebnisse.

Bei der Anwendung des Groupware-Systems zeigte sich, dass die Pflege der Lotus Domino / Notes Plattform mit einem Aufwand verbunden ist, der sich nur rechtfertigen lässt, wenn die Infrastruktur auch für innerbetriebliche Anwendungen genutzt wird. Dieser Pflegeaufwand sowie die Systemabhängigkeit bei einer dezentralen Datenverwaltung erschwert es, aus einem losen Netzwerk heraus problembezogen schnell Entwicklungskooperationen zu bilden. Eine Vereinfachung der informationstechnischen Plattform, die sich schnell und einfach in die unterschiedliche informationstechnische Infrastruktur der Unternehmen integrieren lässt, stellt eine zukünftige Entwicklungsaufgabe dar.

Die Methode der Ökobilanzierung wurde als Messsystem in den Prozess der kooperativen Produktentwicklung integriert, um die Produkte bereits in dieser Phase hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit zu bewerten. Als unterstützendes Werkzeug wurde das Softwaresystem GaBi 3 verwendet. Es zeigte sich, dass die Methode selbst sowie ihre softwaretechnische Unterstützung gut geeignet sind, um die Prozessketten zu modellieren und ihre Material- und Energieflüsse hinsichtlich ökologischer und auch wirtschaftlicher Kriterien zu analysieren. Die vorangehende Phase der Datenermittlung in verteilten Organisationen wird sowohl von der methodischen als auch von der informationstechnischen Seite bisher jedoch nur wenig unterstützt. Allerdings konnte der Umfang der Daten, die ermittelt werden müssen, zum einen durch eine Vereinfachung der Stoffstrommodelle und zum anderen durch die Einbindung von Prozessmodellen, die eine Berechnung von Outputströmen ermöglichen, verringert werden. Der Prozess der Datenermittlung konnte indessen durch den Einsatz des Groupware-Systems unterstützt werden. Entwicklungsmöglichkeiten bei den Softwarewerkzeugen zur Bilanzierung sind eine stärkere Integration der aufgezeigten Ansätze zur Modellierung einzelner Prozesse in der Prozesskette, um die Berechnung von Material- und Energieflüssen zu unterstützen, sowie der Ansätze zur Datenermittlung durch Groupware-Systeme.

Das in der Arbeit untersuchte Beispiel zeigte, wie der Ausschnitt des Produktlebensweges, der zielgerichtet beeinflusst wird, durch Kooperationen vergrößert werden kann. Die textile Produktionskette ist jedoch nur ein kleiner Ausschnitt des gesamten Stoffstromsystems. Die Produkte der Produktionskette gehen ein in weitere Produktionsstufen, wie z.B. die Bekleidungsindustrie oder die Automobilindustrie im Bereich der technischen Textilien. Die textile Produktionskette hat somit keinen direkten Bezug zu den Verbrauchern bzw. zu der Entwicklung der Konsumprodukte. Um nachhaltige Produkte zu entwickeln, müssen insbesondere auch Kooperationen in Richtung der Hersteller der Konsumprodukte erzeugt werden, welche die Bedürfnisse der Endverbraucher erfassen. Ein weiteres Potenzial aus ökologischer

Sicht stellt eine stärkere Kooperation zwischen der Textilchemikalienkette und der Textilveredlung dar.

Der Aufbau von Strukturen, die Innovationen im produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutz fördern, muss sich an strategischen Zielen orientieren. Da in den Unternehmen für eine *Strategieentwicklung* besonders Informationen aus unternehmensexternen Bereichen fehlen, mit denen sie zum einen künftige Entwicklungen abschätzen können und zum anderen eigene Stärken und Schwächen bewerten können, wurden Elemente einer entsprechenden Wissensbasis bzw. des zugehörigen Wissensmanagements entwickelt. In Kapitel 5 wird diese Infrastruktur in Form eines Netzwerkes aus Forschungsinstituten beschrieben, mit der geeignete Informationen für Unternehmen bereitgestellt werden können.

Die Strategie der Unternehmen wird insbesondere von umweltpolitischen Rahmenbedingungen bestimmt. Von der Gestaltung dieser Rahmenbedingungen hängt es ab, wie sehr sich die Unternehmen in Zukunft für eine nachhaltige Unternehmensführung engagieren werden. Hier besteht der größte Entwicklungsbedarf. Umweltpolitische Maßnahmen, die langfristig für die Umwelt und somit auch für die Unternehmen zwar Vorteile bringen, kurzfristig aber Wettbewerbsnachteile im internationalen Vergleich bringen, müssen vermieden werden. Aufgrund der globalen Verteilung der Produktionskette auf der einen Seite und den auf Staatsgrenzen beschränkten Einflussbereich der umweltpolitischen Maßnahmen auf der anderen Seite, ist dies besonders schwierig. Eine "Fortsetzung" des Managementsystems in die staatliche Umweltpolitik basierend auf Umweltzielvereinbarungen zwischen Wirtschaft und Staat stellt hier einen vielversprechenden Ansatz dar. Entwicklungsbedarf besteht insbesondere bei geeigneten Verfahren und Messsystemen zur Analyse und Erfolgskontrolle.

Anhang A: Kenngrößen und Verantwortlichkeiten für das Umweltcontrolling in einem Beispielunternehmen

Umweltauswirkungen / Kenngrößen	Aktualisierung
Rohstoffe	
Mengen (kg)	jährlich
Rohstoffnutzung (Rohstoffe (kg) / Fertigware (kg))	jährlich
Verpackungsmaterial	
Mengen (kg)	monatlich
Verpackungsanteil (Verpackung (kg) / Fertigware (kg))	jährlich
Betriebsstoffe	
Mengen (kg)	monatlich
Spezifischer Betriebsstoffverbrauch (Betriebsstoffe (kg) / Fertigware (kg))	jährlich
Wasser	
Verbrauch gesamt (cbm)	monatlich / laufend
Verbrauch pro Verbrauchsstelle (cbm)	laufend
Spezifischer Wasserverbrauch (Produktionswasser (l) / Fertigware (kg))	jährlich
Energie	
Verbrauch nach Energieträgerarten	monatlich
Energieträgerquoten (%) (Energieträger (kWh) / Fertigware (kg))	jährlich
Fertigware	
Mengen qm bzw. kg	monatlich
Abfall	
Mengen (kg)	monatlich
Abfallartenquote (Abfallart mit AS Nr. (kg) / Gesamtabfall (kg))	jährlich
Reinheitsquote (Sortenreiner Abfall mit AS Nr. (kg) / Gesamtabfall (kg))	jährlich
Abfallaufkommen (Abfälle (kg) / Produktionsmenge (kg))	monatlich
Abwasser	
Mengen (cbm)	monatlich / laufend
Schadstofffrachten (CSB; BSB5, AOX, Schwermetalle....)	3 Monate
Abluft	
Mengen (CO2) (kg)	jährlich
Kohlendioxidausstoß (g) / Fertigware (kg)	jährlich
Landschaftsverbrauch / Boden	
Gesamtfläche (qm)	jährlich
Versiegelte Fläche (qm)	jährlich
Überbaute Fläche (qm)	jährlich

Tabelle 13: Kennzahlensystem in einem Beispielunternehmen in Anlehnung an Freudenberg (1998)

Tabelle 14: Verantwortlichkeiten für das Umweltkennzahlensystem im Beispielunternehmen in Anlehnung an Freudenberg (1998)

Auswertung Bericht	Basis der Aufzeichnungen	Verantwortlich	Auswertung	Aktualisierung	Archivierung durch	Aufbewahrungsdauer
Rohstoffverbrauch	SAP	Produktion	Controlling	laufend	SAP	
Betriebsstoffverbrauch	SAP	Produktion	Controlling	laufend	SAP	
Wasserverbrauch	Zähler	Energieabteilung	Controlling	monatlich / laufend	SAP	
Energieverbrauch	Zähler	Energieabteilung	Controlling	monatlich	SAP	
Abwasserbelastung	Analysebericht	Labor	Betriebsleitung	3 Monate	Betriebstechnik	4 Jahre
Abluftbelastung	Analysebericht	Labor / Extern	Betriebsleitung	3 Jahre	Betriebstechnik	
Fertigwarenoutput	SAP	Versand	Controlling	laufend	SAP	
Abfall	Abfallstatistik	Produktion	Betriebsleitung	monatlich	Betriebstechnik	
Arbeitsplatzmessungen	Analysenbericht	Sicherheitsbeauftragter	Betriebsleitung	laufend	Sicherheitsbeauftragter	
Unfälle	Unfallberichte	Sicherheitsbeauftragter	Betriebsleitung	laufen	Sicherheitsbeauftragter	

Anhang B: Beispiel für ein Prozessmodell des Prozesses Färben

Prozess Färben (diskontinuierlich)

Process Parameters

Electrical Energy needed per kg of Input Fabric

	Variable Name	Unit	Formula
Weight of one lineal metre of fabric	fabric.lmw	kg/m	
Typical fabric length	fabric.length	M	
Typical bale processing time	fabric.pt	H	
Energy consumption of the process	Process.ec	KW	
Electrical energy needed for one kg of fabric	input.energy	MJ/kg	$\text{process.ec} * 3,6 / \text{fabric.length} * \text{fabric.pt} / \text{fabric.lmw}$

Steam needed per kg of Fabric

	Variable Name	Unit	Formula
Steam consumption of the process per hour	Process.sc	kg/h	
Process speed	Process.speed	m/h	$\text{fabric.length} / \text{fabric.pt}$
Steam needed for one kg of fabric	input.steam	kg/kg	$\text{process.sc} / \text{process.speed} / \text{fabric.lmw}$

Water needed per kg of Fabric

	Variable Name	Unit	Formula
Number of baths	bath.number	-	
Water in a bath per kg of fabric	bath.water	l/kg	
Total water need per kg of fabric	input.water	l/kg	$\text{bath.water} * \text{bath.number}$

Sewage Water per kg of Fabric

	Variable Name	Unit	Formula
Absorbed water per kg of fabric	Fabric.wabs	l/kg	
Sewage water output per kg of fabric	Output.sw	l/kg	$\text{input.water} - \text{fabric.wabs}$

The absorbed water is transported with the fabric to the following process.

Chemicals

The first cell entry corresponds to the relative value per kg of bath, the second one to the relative value per kg of fabric. The bath amount per kg of fabric is calculated with the water in a bath per kg of fabric [l/kg]. The chemicals may be inserted in one or more baths. The quantities asked relate to the full process, not to one bath.

	Variable Name	Unit
Salt (NaCl)	ch.salt	g/l g/kg
Antibacado	ch.ab	g/l g/kg
Antireductor	ch.ar	g/l g/kg
Detergent	ch.det	g/l g/kg
Moistener	ch.moi	g/l g/kg
Sodium Carbonate (NaCO ₃ , Soda)	ch.sc	g/l g/kg
Red Basilen EB	ch.red	g/l g/kg
Dark blue Procion HEXL	ch.blue	g/l g/kg
Yellow procion HE-XL	ch.yellow	g/l g/kg

Inputs

	Variable Name	Unit
Fabric		kg
Process Water	input.water	l
Steam (lp)	input.steam	MJ
Energy	input.energy	MJ
Antibacado	ch.ab	g
Antireductor	ch.ar	g
Detergent	ch.det	g
Moistening	ch.moi	g
Sodium carbonate (Soda)	ch.sc	g
Sodium Chloride (Salt)	ch.salt	g
Red Basilen EB	ch.red	g
Dark Blue Procion HEXL	ch.blue	g
Yellow Procion HE-XL	ch.yellow	g

Outputs

	Variable Name	Unit
Fabric		kg
Air		Nm ³
Humid Waste Fibre		g
Waste Water	output.sw	l

Anhang C: Ausgewählte Ergebnisse der Material- und Energieflussanalyse

Energieverbrauch für repräsentative Produkte über die Produktionskette

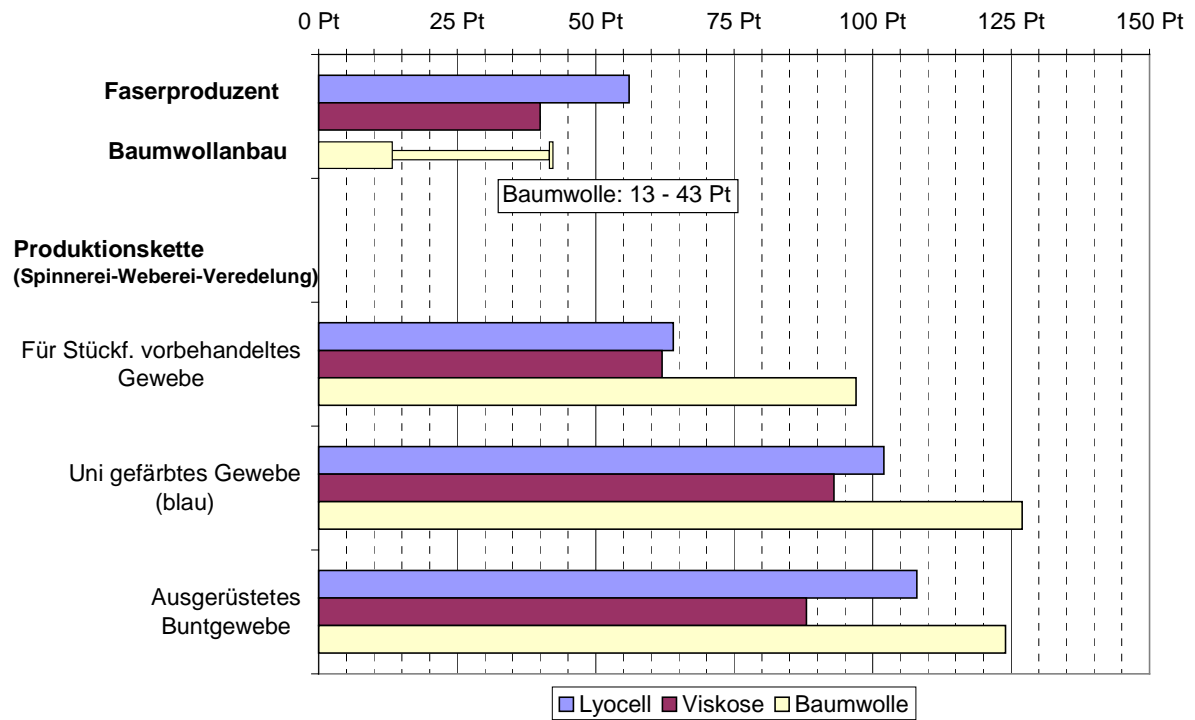


Abbildung 50: Energieverbrauch der Produktionskette für die repräsentativen Produkte

Energieverbrauch der Organisationseinheiten

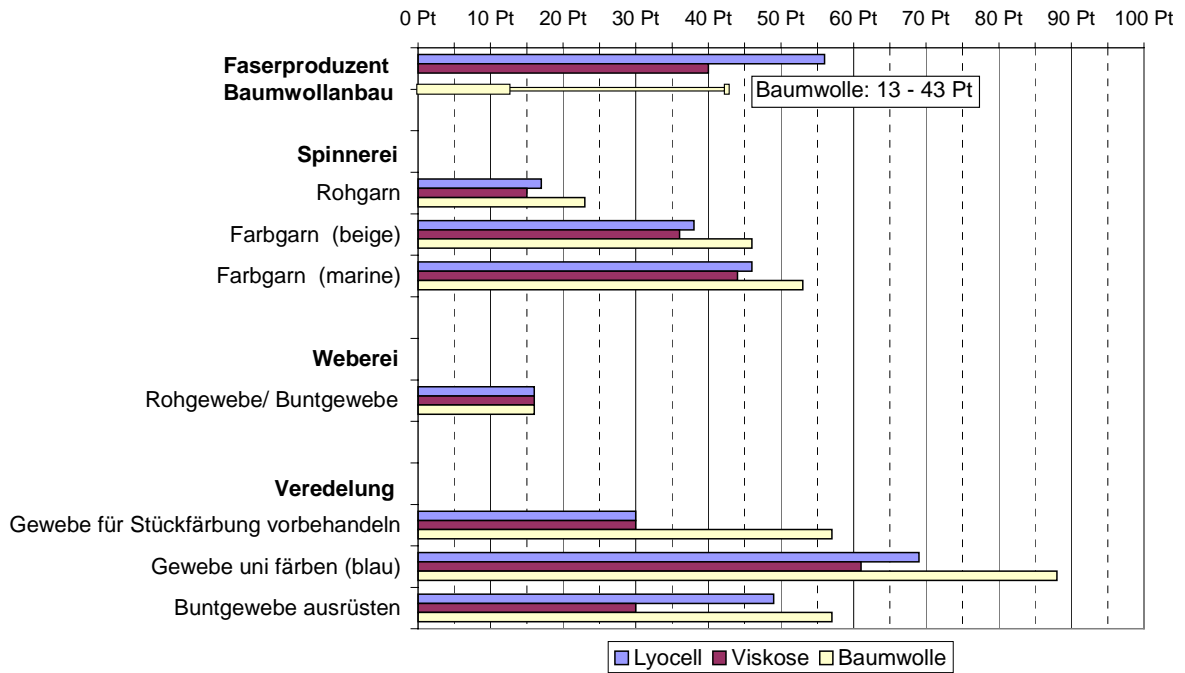


Abbildung 51: Energieverbrauch der Unternehmen für die Zwischenprodukte

Energieverbrauch der Prozesse in der Organisationseinheit Spinnerei

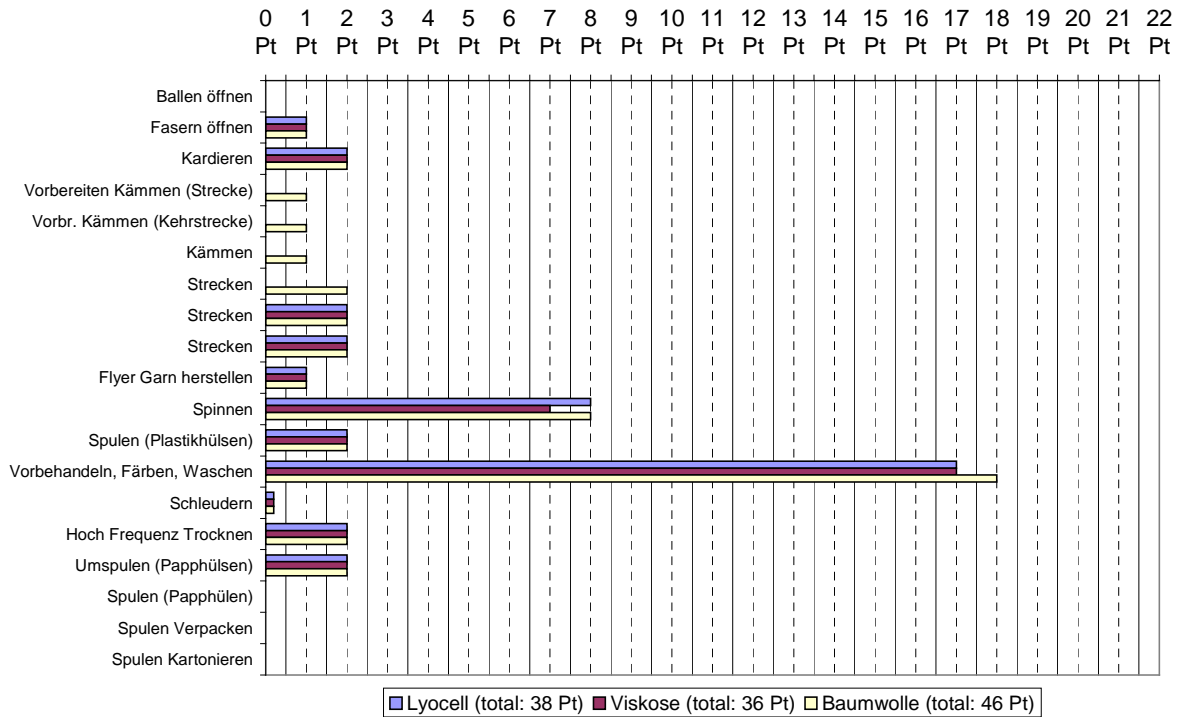


Abbildung 52: Vergleich des Energieverbrauchs der Prozesse in der Spinnerei für die Herstellung von 1 kg Farbgarn beige

Energieverbrauch der Prozesse in der Organisationseinheit Weberei

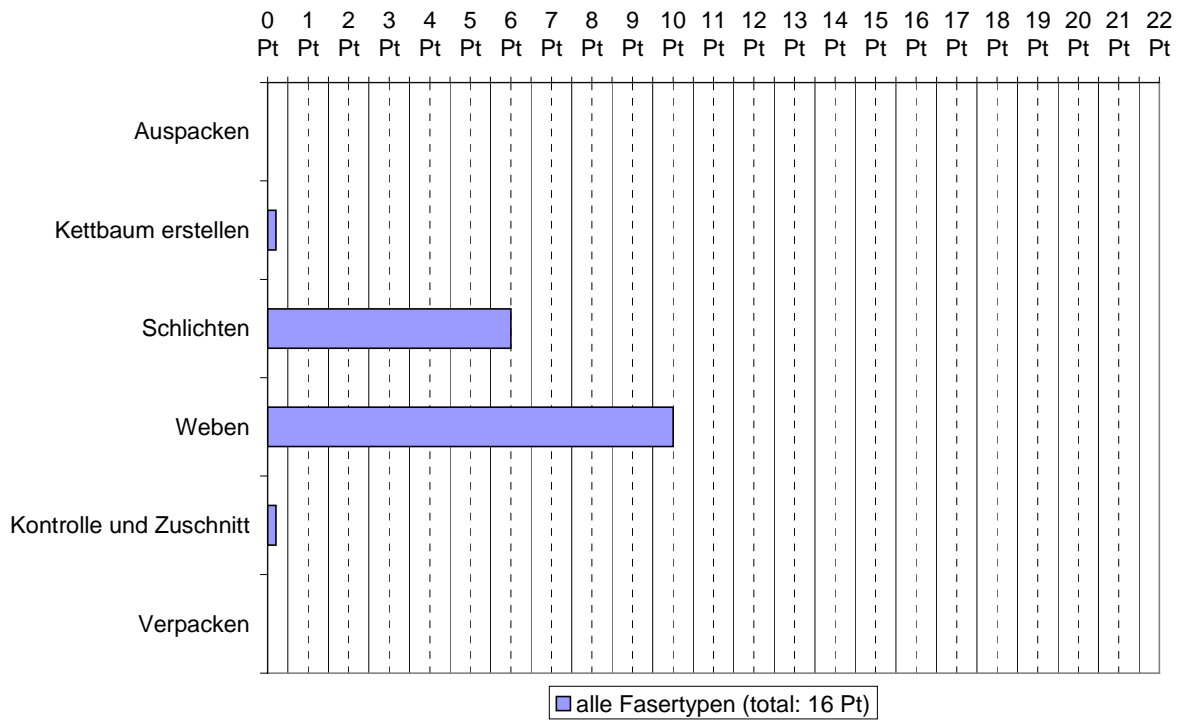


Abbildung 53: Vergleich des Energieverbrauchs der Prozesse in der Organisationseinheit Weberei für die Herstellung von 1kg Bunt- oder Rohgewebe

Energieverbrauch der Prozesse in der Organisationseinheit Veredler

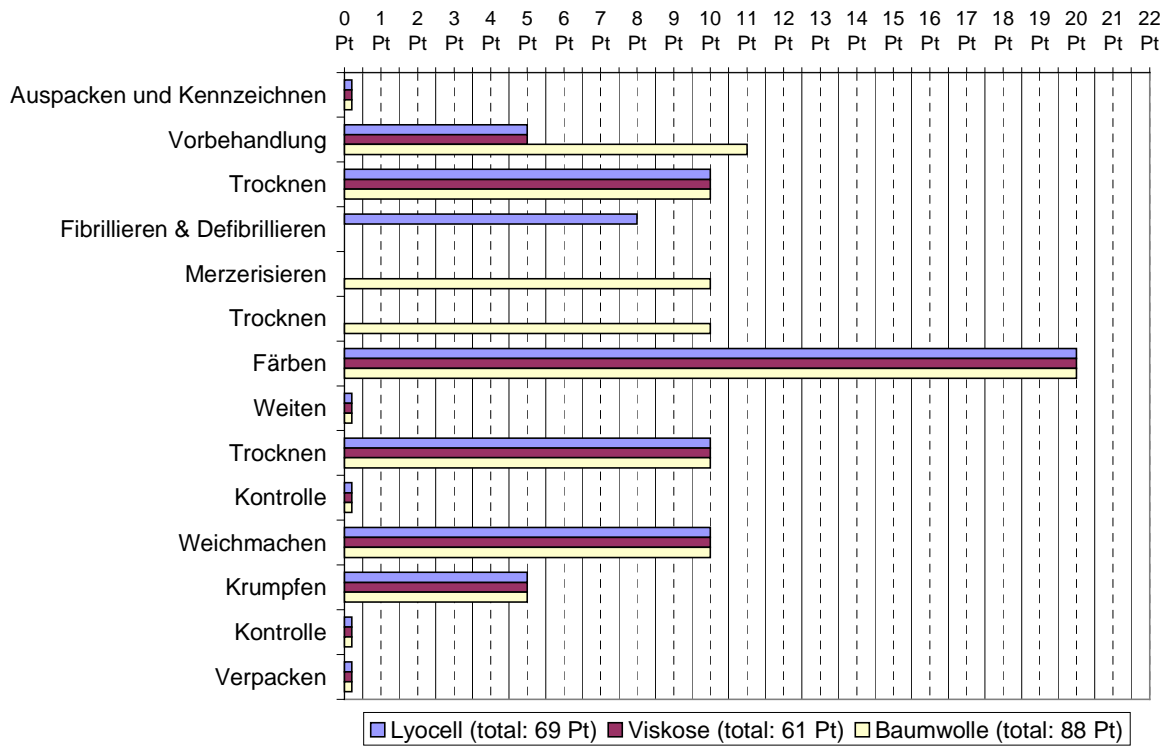


Abbildung 54: Vergleich des Energieverbrauchs der Prozesse in der Organisationseinheit Veredler für das Färben (blau) und Ausrüsten von 1 kg Rohgewebe

Anhang D: Ausgewählte Bildschirmansichten der Musterdatenbank ECO+

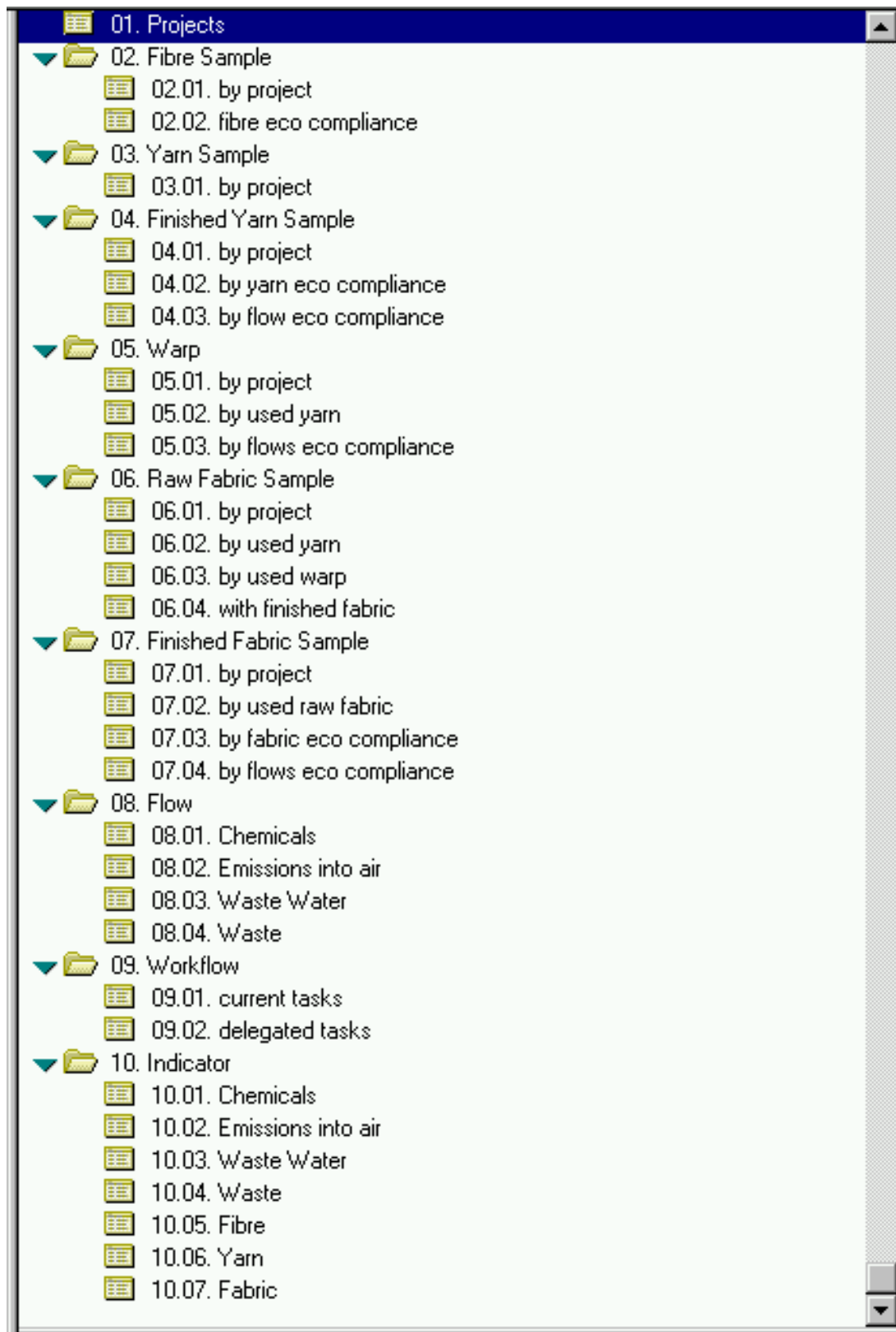


Abbildung 55: Bildschirmansicht der Übersicht der Ansichten in der "Musterdaten ECO+"

Project	Finished Yarn	Yarn Compliance	Indicator : Compliance
<ul style="list-style-type: none"> ▼ ECO prueba ▶ TRAINING 	Hilo acabado ECO	Compliance	Colour fastness to perspiration (acid, alkaline) : Compliance;

Sample Database ECO+
01. Projects
02. Fibre Sample
03. Yarn Sample
04. Finished Yarn Sample
04.01. by project
04.02. by yarn eco compliance
04.03. by flow eco compliance
05. Warp
06. Raw Fabric Sample
07. Finished Fabric Sample
08. Flow
09. Workflow
10. Indicator

Abbildung 56: Bildschirmansicht von Farbgarnen bewertet nach Musterindikatoren

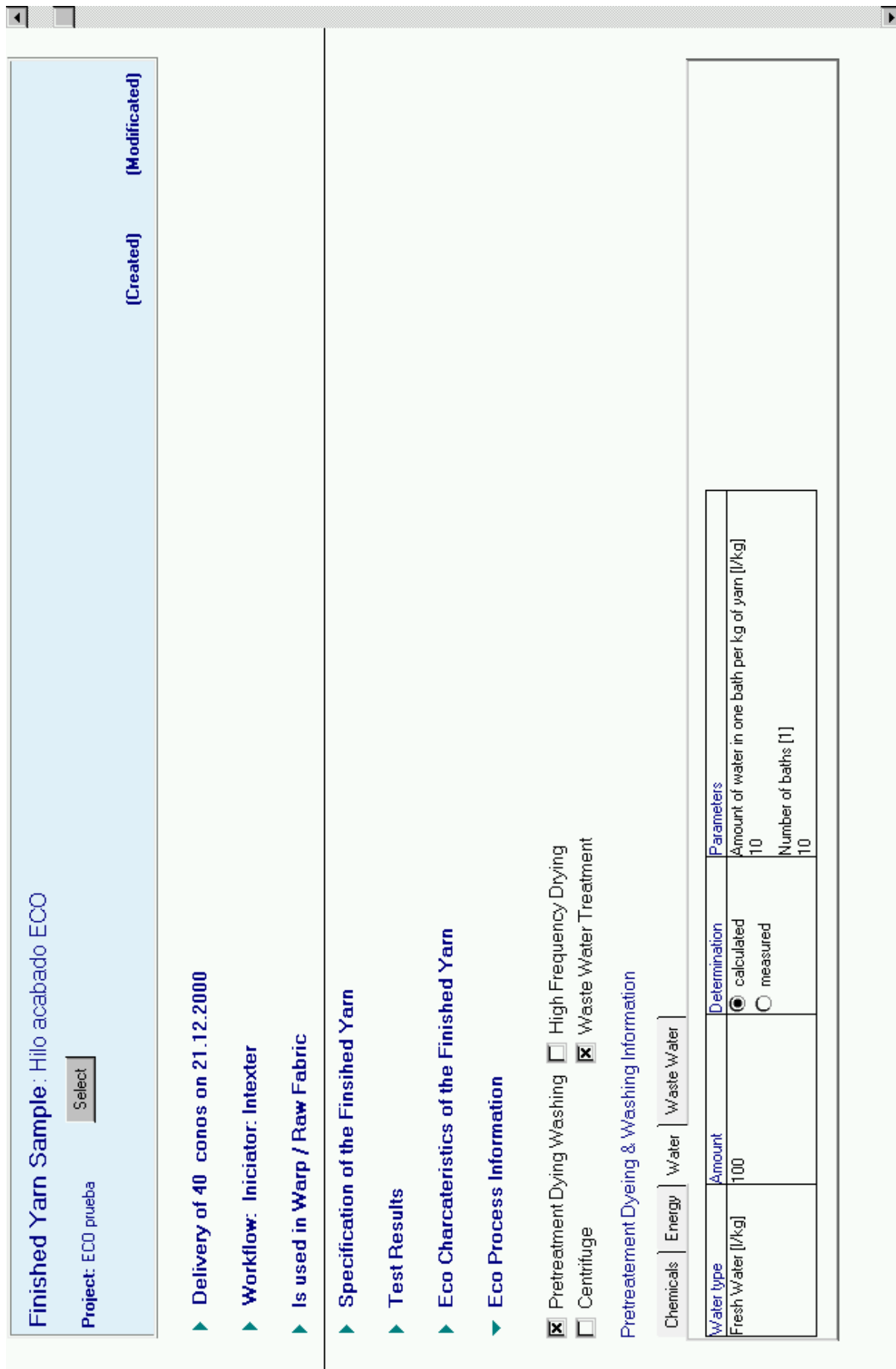



Abbildung 57: Bildschirmansicht der Prozessinformationen zum Wasserverbrauch für ein Farbgarn

<p>Flow: Waste Water Pretreatment Eco Dyeing</p> <p>Flowtype: 3 Waste Water</p> <p>ECO Standard: <input type="checkbox"/> Ökotex100 <input checked="" type="checkbox"/> European ECO-Label</p> <p style="text-align: right;">(Creado) (Modificado)</p>

- ▶ Workflow: Initiator: ITV_D
- ▶ **Enlace a Hilo acabado / Urdimbre / Tejido Acabado**
- ▶ **Eco Characteristics**

Eco Criteria: COD, T° and pH from wet processing
 Test-European ECO-Label

Compliance
 No Compliance
 No Decision
 Result / Remarks:  Measurement Report .doc

▶ **Criteria Text:**

Criteria:
 COD content of waste water from wet processing sites when discharged to surface waters after treatment inferior to 25 g/kg

For effluent treated on site and discharged directly to surface waters
 6 < pH < 9 and T° 40°C

Method:
 ISO 6060

Reference: 26

Abbildung 58: Bildschirmansicht einer Flussbeschreibung von einem Abwasserfluss

Indicator:	COD, T° and pH from wet processing	(Creado)	(Modificado)
Flow-/Sampletype:	3 Waste Water		
ECO Standard:	<input type="checkbox"/> Ökotex100 <input checked="" type="checkbox"/> European ECO-Label		
Indicator type:	<input type="radio"/> Declaration <input checked="" type="radio"/> Test Method <input type="radio"/> Headline		
Description of Indicator:	<p>Criteria: COD content of waste water from wet processing sites when discharged to surface waters after treatment inferior to 25 g/kg</p> <p>For effluent treated on site and discharged directly to surface waters $6 < \text{pH} < 9$ and $T^{\circ} < 40^{\circ}\text{C}$</p> <p>Method: ISO 6060</p> <p>Reference: 26</p>		

Abbildung 59: Bildschirmansicht von einem Indikatorndokument

Anhang E: Themenliste der TEX CHANGE NET Knowledge Base

01 International Policy

Intentions, principles, targets for emissions or the use of resources stated in international agreements, conventions or commitments; Recommendations, technical documents and background material from working groups, scientists, etc for the elaboration of the Environmental Policy.

02 European Environmental Policy

Intentions, principles, targets for emissions or the use of resources from the EU and industrial associations stated in agreements, conventions or commitments; Recommendations for the European Environmental Policy from working groups, scientists, etc.

03 European Environmental Law

Directives, Regulations and other acts of the European Community used as instruments to fulfil the intentions and principles stated in the European Environmental Policy, Guidelines how to look for European environmental law.

04 European Programmes and Funding

Programmes and funding opportunities from the European Union to promote the development of cleaner technologies and the utilisation of BAT.

05 Environmental Pressures in the EU

Information about the Environmental pressures caused inside the EU in total.

06 Contribution of textile industry to the environmental pressures in the EU.

Environmentally relevant statistics which group the economy into industry and household categories and show how each industrial sector or household contribute to environmental concerns like emissions of pollutants to air, waste water and waste.

07 Scenarios of cleaner textile technologies reduction potential in the EU

Scenarios which quantify the reduction potential of cleaner textile technologies in the EU.

08 Input and Output data from Sample Production Sites

Environmental performance indicators derived from EMAS Statements of Production Sites or questionnaires

09 Input and Output data from Processes and Cleaner textile Technologies

Information about the relative environmental impacts of specific textile processes. Technologies related to specific process to minimise the environmental aspects.

10 Production and Market Statistics

Statistics which quantify the volume of the industrial production of textiles in the EU and the Member States; Information about the classification systems and concepts used in the economical statistics.

11 Cleaner Textile Technologies

Information about Cleaner Technologies and BAT

12 Organisations

Descriptions of Organisations which provide TCN relevant information

13 Information Sources

Organisations or persons which could provide information or data for the work of TCN

14 Information Channels and Target Users

Organisations and persons in policy and industry which use directly the information or organisations which have the potentialities for a broad dissemination of the information in the textile industry.

15 Modelling

Information about methods and software-tools which can be used to model the interactions between environmental policy, cleaner technologies, and their contribution to global change in order to elaborate scenarios for measures in the textile sector.

(Stand: 30.06.2001)

Literatur

- Abresch, J.-P. (2001): Projektmanagement im betrieblichen Umweltschutz. In: Der TÜV-Umweltmanagement-Berater / Hrsg. von M. Myska. Köln : TÜV, 2001, Abschnitt 04600 (Loseblattausgabe)
- Albrecht, F. (1993): Strategisches Management der Unternehmensressource Wissen: Inhaltliche Ansatzpunkte und Überlegungen zu einem konzeptionellen Gestaltungsrahmen. Frankfurt/Main : Lang, 1993
- Beck-Texte (1995): Umweltrecht. 9. Auflage, Deutscher Taschenbuch Verlag, 1995
- BG Chemie (1990): PAAG-Verfahren - Risikobegrenzung in der Chemie. In: Fachdatenbank, Anlagensicherheit / Hrsg. von H. J. Uth. Markt Schwaben : UB Media, 1/1997
- Boutellier, R.; Gassmann, O. und von Zedtwitz, M. (1999): Managing Global Innovation - Uncovering the Secrets of Future Competitiveness. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1999
- Brauer, H. (1996): Produktions- und produktionsintegrierter Umweltschutz. Bd. 2. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1996 (Handbuch des Umweltschutzes und Umwelttechnik)
- Bullinger, H.-J. u.a. (1995): Integrierte Produktentwicklung - Zehn erfolgreiche Praxisbeispiele. Wiesbaden : Gabler, 1995
- Bunke, D. (1998): Stoffstrommanagement und Bewertung im Textilbereich / Hrsg. von Öko-Institut. Freiburg, 1998
- Bunke, D.; Eberle, U. und Gießhammer, R. (1995): Umweltziele statt Last Minute-Umweltschutz - Nationale und internationale stoffbezogene Zielvorgaben / Hrsg. von Öko-Institut. Freiburg, 1995
- Butterbrodt D.; Dannich-Kappelman, M. und Tammler, U. (1995): Umweltmanagement - moderne Methoden und Techniken zur Umsetzung / Hrsg. von G.F. Kamiske. München, Wien : Hanser, 1995
- Caduff, G. (2000): BUIS im Einsatz für Umweltmanagementsysteme komplexer Systeme. In: Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher Umweltinformationssysteme / Hrsg. von L. M. Hilty; D. Schulthess; T. F. Ruddy. Marburg : Metropolis, 2000, S. 59-74
- Chesbrough, H. W.; Teece, D. J. (1996): Innovation richtig organisieren - aber ist virtuell auch virtuos?. In: Harvard Business Manager, 18 (1996), Nr. 3, S. 63-70
- Commission (1999): Commission Decision of 17 February 1999 establishing the ecological criteria for the award of the Community eco-label to textile products. European Commission, 1999
- de Man, R. (1996): Ökologische und ökonomische Optimierung des Stoffstrommanagements für Textil- und Bekleidung. In: Die Stoffe, aus denen unsere Kleider sind - Umweltorientierte Unternehmenspolitik in der textilen Kette / Hrsg. von Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. Heft 135. München, 1996, S. 63-66

- de Man, R. u.a. (1997): Aufgaben des betrieblichen und betriebsübergreifenden Stoffstrommanagements / Hrsg. von Umweltbundesamt. Texte 11/97. Berlin, 1997
- DIN 55350-11 (1995): Begriffe zu Qualitätsmanagement und Statistik - Teil 11: Begriffe des Qualitätsmanagements. Berlin : Beuth, 1995
- DIN EN ISO 14001 (1996): Umweltmanagementsysteme - Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung Leitfaden. Berlin : Beuth, 1996
- DIN EN ISO 14010 (1996): Leitfäden für Umweltaudits - Allgemeine Grundsätze. Berlin. Beuth, 1996
- DIN EN ISO 14031 (1999): Umweltmanagement - Umweltleistungsbewertung - Leitlinien, Berlin : Beuth, 1999
- DIN EN ISO 14040 (1997): Umweltmanagement - Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen. Berlin : Beuth, 1997
- DIN EN ISO 14041 (1997): Umweltmanagement - Ökobilanz - Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz. Berlin : Beuth, 1997
- DIN EN ISO 14042 (2000): Umweltmanagement - Ökobilanz - Wirkungsabschätzung. Berlin : Beuth, 2000
- DIN EN ISO 14043 (2000): Umweltmanagement - Ökobilanz - Auswertung. Berlin : Beuth, 2000
- DIN EN ISO 9001 (2000): Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen. Berlin : Beuth, 2000
- DIN EN ISO 9004-1 (1994): Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätsmanagementsystems - Teil 1 - Leitfaden. Berlin : Beuth, 1994
- DIN ISO 14004 (1998): Umweltmanagementsysteme - Allgemeiner Leitfaden über Grundsätze, Systeme und Hilfsinstrumente. Berlin : Beuth, 1998
- Dyllick, T.; Hamschmidt J. (2000): Wirksamkeit und Leistung von Umweltmanagementsystemen - Eine Untersuchung von ISO 14001-zertifizierten Unternehmen in der Schweiz. Zürich : vdf, Hochschulverlag an der ETH, 2000
- Eibl, M.; Mangeng, B. und Alber, S. (1997): Ökobilanz von Lenzing Lyocell: Eine Stoff- und Energiebilanz. Lenzinger Berichte (1997) Nr. 76, S. 95-97
- Ellebæk, L. u.a. (1997): Environmental Assessment of Textiles - Life Cycle Screening of Textiles Containing Cotton, Wool, Viscose, Polyester, or Acrylic Fibres / Hrsg. von Danish Environmental Protection Agency. Working Report No. 369. Kopenhagen, 1997
- EMAS (1993): Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung. Europäische Kommission, 1993
- Enquete Kommission (1994): Die Industriegesellschaft gestalten, Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen / Hrsg. von Enquete Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages. Bonn : Economica, 1994

- Erbinger, F. (2001): Nachhaltige Unternehmensstrategie Teil 7 - Akteurskooperationen im ökologischen Produktlebenszyklus. In: Betriebliches Umweltmanagement - Grundlagen – Methoden – Praxisbeispiele / Hrsg. von U. Lutz u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 2001, Abschnitt 02.10 (Loseblattausgabe)
- Eversheim, W.; Bochtler, W. und Lauffenberg, L.(1995): Simultaneous Engineering - Erfahrungen aus der Industrie für die Industrie. Berlin : Springer, 1995
- Eyerer, P. u.a. (1996): Stoffbilanzen als Grundlage für die technische ökonomische und ökologische Beurteilung von Produktionsprozessen und Produkten. In: Produktions- und produktionsintegrierter Umweltschutz. Bd. 2. / Hrsg. von H. Bauer. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1996 (Handbuch des Umweltschutzes und Umwelttechnik), S. 1-78
- Fahrbach, M.; Heinrich, V. und Pfitzner, R. (2000): Strategisches Umweltcontrolling mit Hilfe der Balanced Scorecard. In: Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher Umweltinformationssysteme / Hrsg. von L. M. Hilty; D. Schulthess; T. F. Ruddy. Marburg : Metropolis, 2000, S. 85-96
- Faisst, W. (1998): Die Unterstützung Virtueller Unternehmen durch Information- und Kommunikationssysteme - eine lebenszyklusorientierte Analyse. Erlangen-Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität, Dissertation, 1998
- Fichter, K. (1998): Schritte zum nachhaltigen Unternehmen – Anforderungen und strategische Ansatzpunkte. In: Schritte zum nachhaltigen Unternehmen / Hrsg. von K. Fichter, J. Clausen. Springer : Berlin, 1998, S. 1-26
- Finkbeiner M. u.a. (2000): Life Cycle Engineering as a Tool for Design for Environment. Warrendale : SAE Publications Group, 2000 (SAE Paper 2000-01-1491)
- Firgo, H.; Eibl, M. und Eichinger, D. (1996): Lyocell eine ökologische Alternative. In: Lenzinger Berichte 1996, Nr. 75, S. 47-50
- Fischer, T. (1992): Qualitätsregelkreise in der Textilfertigung - Aufgaben, Struktur und Komponenten. In: textilpraxis international 47 (1992) Nr. 2, S. 150-153
- Fischer, T. (1993): Informationsmanagement für Produktinnovation und Qualitätssicherung. In: Die Zukunft der Textilindustrie - Innovative Produkte und beherrschte Prozesse / Hrsg. von P. Artzt. Ehningen bei Böblingen : Expert, 1993, S. 193-234
- Fischer, T. (1994): Koordination betriebswirtschaftlicher Regelungsaufgaben im Rahmen eines integrierten Informationssystems der Unternehmung. Ehningen bei Böblingen : Expert, 1994
- Fischer, T. (1999): The Management of Innovation : A Success Factor for any Textile Company. In: ITMF Annual Conference Report : Innovation and Creativity, 1999, S. 43-47
- Fischer, T.; Winkler, T. und Maschler, T. (2001): Kooperatives Umweltmanagement in der textilen Kette - Bilanzierung der ökologischen Aspekte von Lyocell, Viskose und Baumwolle. In: Lenzinger Berichte (2001) Nr. 80, S. 49-65
- Fochler, K.; Perc, P. und Ungermann J. (1997): Lotus Domino 4.5: Internet- und Intranetlösungen mit dem Lotus Domino Server. Bonn : Addison-Wesley-Longmann, 1997

- Freimann, J. (2001): Umwelt-Controlling Teil 10: Vom betrieblichen Umweltmanagement zur nachhaltigen Unternehmensführung. In: Betriebliches Umweltmanagement - Grundlagen – Methoden – Praxisbeispiele / Hrsg. von U. Lutz u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 2001, Abschnitt 04.03 (Loseblattausgabe)
- Freudenberg (1998): Managementhandbuch Freudenberg Vliesstoffe KG Werk Neuenburg. Neuenburg, 1998
- Friege, H. (1998): Stoffstrommanagement – Die Idee und ihre Entwicklung – Einführung. In: Das Management von Stoffströmen - geteilte Verantwortung – Nutzen für alle / Hrsg. von H. Friege u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1998, S. 1-4
- Fussler, C. (1999): Die Öko-Innovation - Wie Unternehmen profitabel und umweltfreundlich sein können. Stuttgart, Leipzig : Hirzel, 1999
- GefStoffV (1993), Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV) vom 26. Oktober 1993, (BGBl. I S. 1782, 2049)
- Gerhardt, A.; Schmied, H. (1996): Externes Simultanes Engineering - Der neue Dialog zwischen Kunde und Lieferant. Berlin : Springer, 1996
- Gruppe angepasste Technologie TU Wien (1998): Software-Recherche und Test von Programmen zum betrieblichen Einsatz, für die Bewertung und Umsetzung vorsorgender Umweltschutzmaßnahmen / Hrsg. von Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie. Wien, 1998
- Hallay, H.; Pfriem, R. (1992): Öko-Controlling : Umweltschutz in mittelständischen Unternehmen. Frankfurt/ Main, New York : Campus, 1992
- Hansen, J. (1997): Logbook for Cotton Raw Fabrics / Hrsg. von Danish Environmental Protection Agency. Working Report No. 105. Kopenhagen, 1997
- Hasselmann, S. (1996): Marktorientiertes Umweltmanagement in der deutschen Textil- und Bekleidungsindustrie - eine theoretische und empirische Analyse. Bergisch Gladbach, Köln, Eul, 1996.
- Henseling, K. O. (1998): Umweltwirkungen von Stoffströmen - Umweltziele. In: Das Management von Stoffströmen - geteilte Verantwortung – Nutzen für alle / Hrsg. von H. Friege u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1998, S. 27-33
- Hirschmann, P. (1998): Kooperative Gestaltung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Wiesbaden : Gabler, 1998
- Hollingsworth, D. (1995): The Workflow Reference Model / Hrsg. von Workflow Management Coalition. Winchester-Hampshire, 1995
- IAO (2001): Ikarus Internet Katalog betrieblicher Umweltinformationssysteme / Hrsg. von Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Stuttgart : <http://www.ikarus.iao.fhg.de/>, 2001
- IKP Universität Stuttgart; PE Europe (2001): Produktbeschreibung von GaBi 3. Stuttgart : <http://www.gabi-software.com/>, 2001
- ISO/IEC 13250 (2000): Information technology - SGML Applications - Topic Maps. Berlin : Beuth, 2000

- ITV (1998): Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf: Abschlussbericht zum Verbundforschungsvorhaben: Umweltmanagement für KMU der Textil- und Bekleidungsindustrie - Aktenzeichen 4-4332-62-I711.82. Bericht an das Wirtschaftsministerium Baden Württemberg, Denkendorf, 1998
- ITV (2000): Interner Bericht zu "Perspektiven des Innovationsmanagement in der Textil- und Bekleidungskette". Denkendorf, 2000
- Janzen, H.; Matten D. (1995): Umweltorientierte Planungsinstrumente. In: Betriebliches Umweltmanagement - Grundlagen – Methoden – Praxisbeispiele / Hrsg. von U. Lutz u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1995, Abschnitt 02.04 (Loseblattausgabe)
- Jürgens, G.; Beucker, S. (1999): Integriertes Stakeholdermanagement, Herausforderung für eine zukunftsfähige und nachhaltige Unternehmensführung. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (1999) Nr. 9, S. 514-516
- Kalt, W.; Zauner, B. (2001): Das "Lenzing Lyocell Projekt" - Start in eine neues Zeitalter der großtechnischen Zellulosefaserherstellung in Europa: Sieger des Europäischen Umweltpreises 2000 in der Kategorie "Technology Award for Sustainable Development". Lenzinger Berichte (2001) Nr. 80, S. 10-12
- Kramer, P. (1998): Die Virtualisierung der Unternehmen - Prozesse, Strukturen und Instrumente eines "grenzenlosen" strategischen Konzepts. Basel, Universität, Lizentiatsarbeit, 1998
- Kreikebaum, H. (1997): Strategische Unternehmensplanung / 6. überarb. und erw. Aufl.. Stuttgart, Berlin, Köln : Kohlhammer, 1997
- Laaff, T. (1999): TEAMTM als Werkzeug zur Bauteilkonzeptbewertung. In: Betriebliche Umweltinformationssysteme in der Praxis, Management-Symposium, 28. Juni 1999, Stuttgart / Hrsg. von H.-J. Bullinger; G. Jürgens, U. Rey. Stuttgart : Fraunhofer IRB, 1999, S. 103-114
- Linde, F. (1997): Virtuell kann nicht völlig „grenzenlos“ bedeuten. In Gablers Magazin, (1997) Nr. 3, S. 20-23
- Lotus Notes (2001): Lotus Produkte / Hrsg. von IBM : <http://www.lotus.de/>, 2001
- Mesarovic, M. D.; Macko, D. und Takahara, Y. (1970): Theory of Hierarchical Multilevel Systems. New York, London : Academic Press, 1970
- Meyerhoff, J.; Petschow, U. (1998): Einsatz ökonomischer Steuerungsinstrumente. In: Das Management von Stoffströmen - geteilte Verantwortung – Nutzen für alle / Hrsg. von H. Friege u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1998, S. 128-137
- Moser, F. (1996): Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Entwicklung In: Produktions- und produktionsintegrierter Umweltschutz. Bd. 2 / Hrsg. von H. Bauer. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1996 (Handbuch des Umweltschutzes und Umwelttechnik), S. 1059-1153
- Mühlendahl, C. (2001): Strukturmodelle und Informationssysteme für Qualitätsregelkreise in Industrieunternehmen. Ehningen bei Böblingen : Expert Verlag, 2001
- Myska, M. (2001): Begehungen bei Umweltprüfungen und internen Audits. In: Der TÜV-Umweltmanagement-Berater / Hrsg. von M. Myska. Köln : TÜV, 2001, Abschnitt 04400 (Loseblattausgabe)

- Nonaka, I.; Takeuchi, H. (1997): Die Organisation des Wissens - Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frankfurt, New York : Campus, 1997
- North, K. (1998): Wissensorientierte Unternehmensführung: Wertschöpfung durch Wissen. Wiesbaden : Gabler, 1998
- Oestereich, B. (1998): Objektorientierte Softwareentwicklung, Analyse und Design mit Unified Modeling Language. München, Wien : Oldenburg, 1998
- OPUS Konsortium (2000): OPUS – Informationssystem für das überbetriebliche Umweltmanagement, Organisationsmodelle und Informationssysteme für einen produktionsintegrierten Umweltschutz, Lebenszyklus von Kooperationen / Hrsg. von OPUS Konsortium. Stuttgart : http://www.lis.iao.fhg.de/opus_ap1/home.cfm, 2000
- Paashuis, V. (1998): The organisation of integrated product development. London : Springer, 1998
- Pautmeier, L. (2001): Umweltaudit nach EMAS II und ISO 14001. In: Der TÜV-Umweltmanagement-Berater / Hrsg. von M. Myska. Köln : TÜV, 2001, Abschnitt 05501 (Loseblattausgabe)
- Pawlowsky, P. (1998): Integratives Wissensmanagement. In: Wissensmanagement / Hrsg. von Peter P. Wiesbaden : Gabler, 1998, S. 9-45
- Pfeifer, T. (1993): Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken. München, Wien : Hanser, 1993
- Pfleiderer, I. C. (1998): Modellbildung zur computergestützten Ganzheitlichen Bilanzierung und Bewertung von Produktlebenswegen. Aachen : Shaker, 1998
- Plötz, A.; Speerli, F. (1995): Betriebliches Umweltmanagement mit System - Normen und Gesetz, Strategien und Umsetzung. Zürich : Industrielle Organisation, 1995
- Posner, S.; Shishoo, R. (1997): THERMIE Workbook Energy Management / Hrsg. von The Swedish Institute for Fibre and Polymer Research. Mölndahl, 1997
- Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K. (1999): Wissen managen - wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Wiesbaden : Gabler, 1999
- Rehbinder, E. (1998): Entwicklung des Stoffrechts. In: Das Management von Stoffströmen - geteilte Verantwortung – Nutzen für alle / Hrsg. von H. Friege u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1998, S. 146-147
- Schmidt, G.; Reinert, F. und Reichert, J. (1995): Regelungen für die Abluftemissionen in der Textilveredlung. In: melliand, Sonderdruck (1995) Nr. 10, S. 1-8
- Schmidt, M. (2000): Computergestützte Stoffstromanalysen – hat das Unternehmen einen Nutzen davon?, In: Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher Umweltinformationssysteme / Hrsg. von L. M. Hilty; D. Schulthess; T. F. Ruddy. Marburg : Metropolis, 2000, S. 25-36
- Schmidt, W.-P. (1999): Einsatz von Software-Tools für Ökobilanzen und Design for Environment in der Praxis. In: Betriebliche Umweltinformationssysteme in der Praxis,

Management-Symposium, 28. Juni 1999, Stuttgart / Hrsg. von H.-J. Bullinger; G. Jürgens, U. Rey. Stuttgart : Fraunhofer IRB, 1999, S. 93-101

Schmölling, J.; Spilok K.; Pohle, H. (1997): Politische Rahmenbedingungen für den betrieblichen Umweltschutz – Der Betrieb im Spannungsfeld ordnungsrechtlicher und freiwilliger Maßnahmen. In: Produktion und Umwelt: Umweltmanagement in der Praxis - Anwendungsbeispiele betrieblicher Umweltinformationssysteme, Management-Symposium, 05. November 1997, Stuttgart, 1997

Schneidewind, U. (1998): Möglichkeiten und Grenzen für ein Stoffstrommanagement in der textilen Kette. In: Das Management von Stoffströmen - geteilte Verantwortung – Nutzen für alle / Hrsg. von H. Friege u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1998, S. 115-124

Schüppel, J. (1996): Wissensmanagement: organisatorisches Lernen im Spannungsfeld von Wissens- und Lernbarrieren. Wiesbaden : Gabler, 1996

Seibold, J. (1996): Modellierung von textilem Fachwissen in Expertensystemen. Ehningen bei Böblingen : Expert Verlag, 1996

Spilok, K. (1998): Internationale Aspekte des Managements von Stoffströmen. In: Das Management von Stoffströmen - geteilte Verantwortung – Nutzen für alle / Hrsg. von H. Friege u.a.. Berlin, Heidelberg u.a. : Springer, 1998, S. 158-170

UMEG (1997): Abschlussbericht über die Durchführung von Emissionsmessungen in Betrieben der Textilveredlungsindustrie, Jahresaktion der Gewerbeaufsicht 1996, Aktion B8, Bericht Nr. 33-01/97. Karlsruhe, 1997

Volz, T. (1999): Integration systematischer Analyse und Prognose in die Ganzheitliche Bilanzierung : Instrumentarium zu rechnergestützten Modellierung. Aachen : Shaker; 1999

Voß, C. (1995): Einkaufsleitfaden Naturtextilien - Kann denn Mode "öko" sein? / Hrsg. von Wissenschaftsladen Bonn e. V.. Bonn, 1995

Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (1987): Unsere gemeinsame Zukunft / Hrsg. von V. Hauff. Greven : Eggenkamp, 1987

Wick, I. (1998): Verhaltenskodizes mit Kontrolle von "unten". In: Umweltgerechte Textilwirtschaft – Vision oder Wirklichkeit?, Kongress, 02. April 1998, Stuttgart / Hrsg. von Evangelische Akademie Bad Boll, Zentrum für Entwicklungsbezogene Bildung (ZEB) und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart, 1998, S. 84-88

Wolf, R. (2001): Eine integrative, modellgestützte Methode zur Gestaltung von computerunterstützten kooperativen Arbeitssystemen. Stuttgart, Universität Stuttgart, Dissertation, 2001