

DIOSKUR

Materialien zur Betriebswirtschaft

Umweltorientierte Leistungserstellung

**Volker Castor
Diplom-Betriebswirt (FH)
Bankfachwirt**

Gliederung

1	Grundansätze	Seite 3
1.1	Normengrundlagen des Umweltmanagements	Seite 3
1.2	Gesamtwirtschaftliche Betrachtung	Seite 5
1.3	Analyse von Systemstruktur und Systemverhalten	Seite 8
2	Nutzenpotentiale	Seite 13
2.1	Kostenminimierung und Organisationsentwicklung	Seite 13
2.2	Risikominimierung und Rechtssicherheit	Seite 15
2.3	Mitarbeitermotivation und -Qualifikation	Seite 16
2.4	Imagevorteile und Wettbewerbsverbesserung	Seite 18
2.5	Wirkverknüpfung der Nutzenpotentiale	Seite 20
3	Aspekte umweltorientierter Konstruktion	Seite 21
3.1	Überblick	Seite 21
3.2	Reduktion von Ressourcenbedarfen	Seite 26
3.3	Auswahl von Zukaufteilen	Seite 27
3.4	Unternehmensübergreifende Konstruktionsrichtlinien	Seite 28
3.5	Umweltorientierte Entwicklungskooperationen	Seite 29
4	Aspekte umweltorientierter Arbeitsvorbereitung	Seite 31
4.1	Überblick	Seite 31
4.2	Arbeitsplanerstellung	Seite 33
4.3	Demontageplanung	Seite 34
4.4	Betriebsmittelmanagement	Seite 35
5	Aspekte umweltorientierter Produktionsplanung und -Steuerung	Seite 37
5.1	Überblick	Seite 37
5.2	Überbetriebliches Kapazitätsmanagement	Seite 40
5.3	Stoff- und Energiestrommanagement	Seite 41
5.4	Logistikmanagement	Seite 43
5.5	Datenbereitstellung für Öko-Controlling	Seite 44
	Literaturverzeichnis	Seite 45

1 Grundansätze

Grundsätzlich ist unter einem Managementsystem das betriebliche Instanzengefüge oder Leitungssystem im Unternehmen zu verstehen. Umweltmanagementsysteme sind hier als Ergänzung des bereits bestehenden Systems zu begreifen.

Ein Umweltmanagementsystem kann auf der Grundlage zweier unterschiedlicher Normen errichtet und muss mit den anderen, bereits installierten Systemen sinnvoll vernetzt werden. Nach der Einführung und der innerbetrieblichen Vernetzung von Umweltmanagementsystemen gehen von diesen Systemen in den Unternehmen gesamtwirtschaftliche Impulse aus, die neben staatlichen Maßnahmen zur Verbesserung der allgemeinen Umweltsituation beitragen. Den sich hieraus ergebenden Fragen wird im nachfolgenden Text nachgegangen. Insbesondere beantwortet werden wird:

- Was** sind die normativen Grundlagen von Umweltmanagement?
Wie kann dieses grundsätzlich innerbetrieblich vernetzt werden?
Warum Umweltmanagement in Deutschland?

1.1 Die Normengrundlagen des Umweltmanagements

Ausgehend von den Systematisierungsansätzen im Qualitätsmanagement auf der Grundlage der Norm DIN ISO 9000 ff gibt es seit einigen Jahren im Bereich des betrieblichen Umweltschutzes vergleichbare Systematisierungsansätze. Hier hat die Zahl der Unternehmen, die den Umweltschutz als wichtiges Element in den Unternehmensalltag integriert haben, stark und schnell zugenommen. Die Wahrnehmung des Umweltschutzes als Managementaufgabe führt zu einer konsequenten Einbeziehung aller Abläufe im Unternehmen in die betrieblichen Umweltschutzbemühungen. In diesem Zusammenhang ist das Umweltmanagement als Bestandteil eines umfassenden Managementsystems und darüber hinaus des Total Quality Managements zu verstehen.

Umweltmanagementsysteme können in Deutschland grundsätzlich nach EMAS oder DIN ISO 14001 errichtet werden. Im folgenden werden die wesentlichen Unterschiede der beiden Normen dargestellt.

DIN ISO 14001	EMAS
weltweite Gültigkeit	gilt nur in der EU
innerbetrieblicher Geltungsbereich kann ähnlich wie bei der ISO 9000 ff vom Unternehmen definiert werden	Bezugsraum des Umweltmanagementsystems ist der Standort
offen für alle Branchen	z.Zt. Teilnahmemöglichkeit nur für produzierendes Gewerbe sowie Entsorgungs- und Energiewirtschaft
Umweltprüfung nur gefordert, wenn die Organisation kein Umweltmanagement eingeführt hat.	Umweltprüfung Pflichtbestandteil zur Erfüllung der Anforderungen
Produktspezifische Information nicht gefordert	Relevante Informationen über Umweltaspekte der Handhabung, Anwendung und Beseitigung von Produkten gefordert
Im Normtext keine Erwähnung von Umweltaspekten, die berücksichtigt werden müssen	Energieeinsparung, Einsparung und Auswahl von Rohstoffen, Wasserbewirtschaftung etc. müssen betrachtet werden
Keine Vorgaben zur Formulierung der Umweltpolitik	Klare Vorgaben zur Formulierung der Umweltpolitik

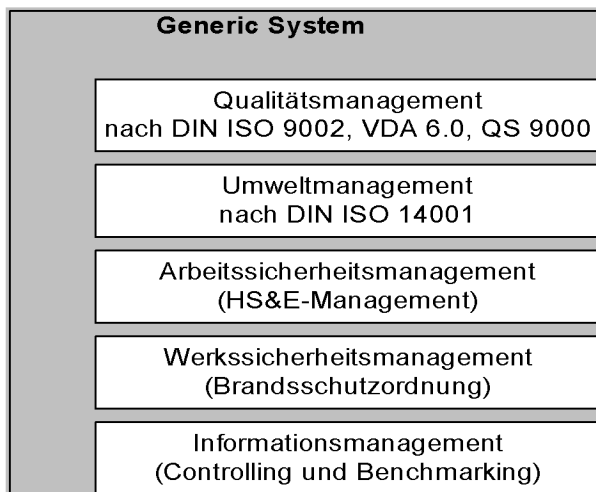
Unternehmen mit Standorten überwiegend in der EU, die zum produzierenden Gewerbe bzw. zur Entsorgungs- oder Energiewirtschaft gehören, wird eher eine Validierung nach EMAS empfohlen. Unternehmen, die nicht zum Kreis der EMAS-Branchen zählen bzw. die nur Teile eines Standortes zertifizieren lassen wollen oder mit starken internationalen Aktivitäten, werden sich eher nach ISO 14001 zertifizieren lassen.

Aufgrund dieser Auswahlentscheidung wird nachfolgend unter Umweltmanagement *ausschließlich* ein System nach DIN ISO 14001 verstanden und dargestellt.

In der DIN ISO 14001 werden explizit bereits bestehende Managementsysteme angesprochen, mit denen es möglichst viele Gemeinsamkeiten geben sollte. Dieser Wunsch kann vor allem von Unternehmen mit einem zertifizierten Qualitätsmanagementsystem ausgehen, die in einem zweiten Schritt auch ihr Umweltmanagementsystem zertifizieren lassen wollen.

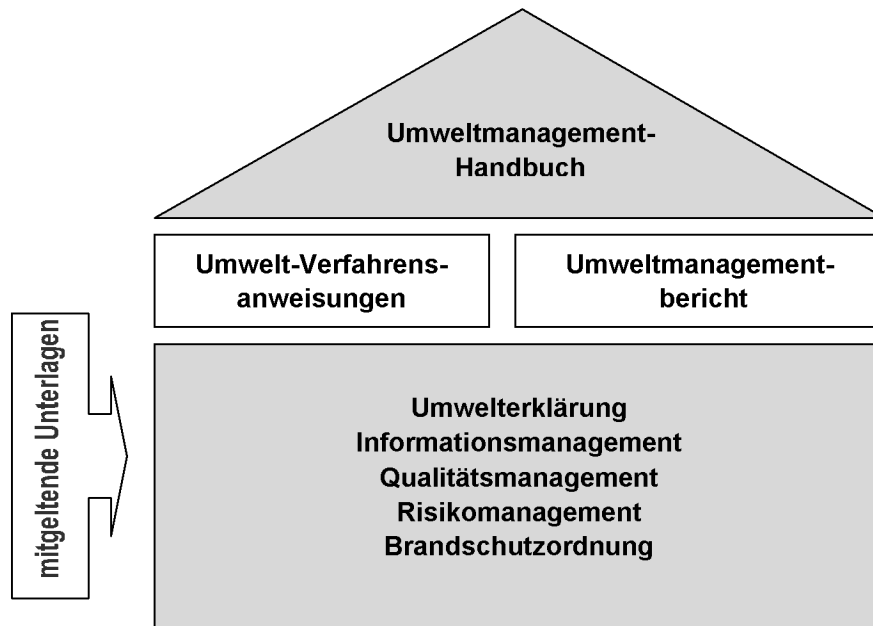
Die Gemeinsamkeiten zwischen den Normenreihen liegen jedoch oft mehr im formalen Aufbau als in ihrem Inhalt. Dies ist besonders auf die Verschiedenheit der grundsätzlichen Ausrichtungen von Qualitäts- und von Umweltmanagementsystemen zurückzuführen. Beim Qualitätsmanagement ist der (interne oder externe) Kunde das Ziel aller Qualitätsbemühungen eines Herstellers oder eines Dienstleisters. Im Falle des Umweltmanagements gibt es im Grunde keine Unbeteiligten mehr. Das Kundeninteresse ist gleichzusetzen mit dem Allgemeininteresse der Bürger des Staates. Es stehen privatem Vertragsrecht im Qualitätsmanagement öffentliches Recht im Umweltmanagement (gekoppelt mit Strafandrohungen bei wichtigen Schutzgütern) gegenüber.

So ist erkennbar, dass trotz vieler Gemeinsamkeiten oft sehr deutliche Unterschiede im Detail existieren. Für die unternehmerische Praxis ergibt sich hier besonders die Forderung, Elemente, die in beiden Managementsystemen vorkommen, zu harmonisieren, um den Aufwand insbesondere für Audits und die Vorbereitung darauf in Grenzen zu halten.

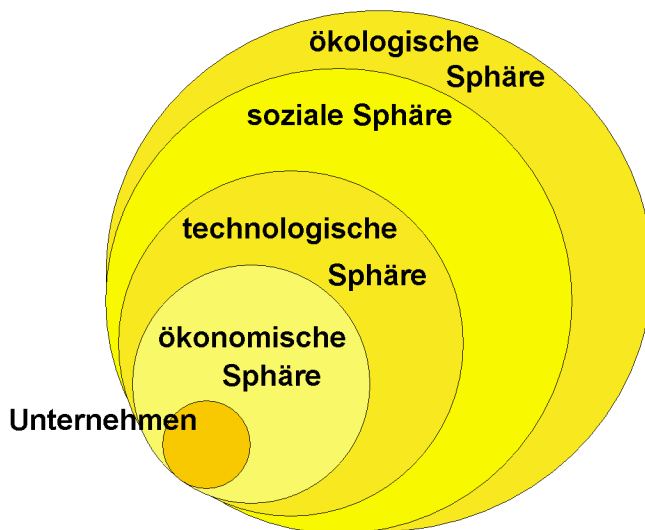


Die neuere Literatur spricht in diesem Zusammenhang von einem übergeordneten, integrierten Managementsystem (als sog. Generic System oder erweiterten Total Quality Management), in dem außer Qualitätsmanagement, Umweltmanagement, Arbeitssicherheit auch Themen der Betriebswirtschaft, wie Finanzen, kaufmännisches Controlling u.a. zugeordnet werden sollen. Und in das auch andere Strukturen, wie die Organisation der Betriebsbeauftragten für Abfall, Gewässerschutz und Immissionschutz sinnvoll einbezogen werden können.

Aus Sicht des Umweltmanagements findet eine Verzahnung der Managementsysteme in der Form von mitgeltenden Unterlagen zum Umweltmanagementhandbuch statt. Auf diese Weise können die umweltrelevanten Vorschriften der übrigen Systeme mit dem Umweltmanagementsystem sinnvoll verknüpft werden. Es ergibt sich somit folgendes Bild:



1.2 Gesamtwirtschaftliche Betrachtung des Umweltmanagements



Der einzelne Betrieb steht in ständiger Wechselwirkung mit seiner Umwelt. Diese Umwelt ist nicht homogen; vielmehr sind mehrere Subumwelten zu unterscheiden. Als Umweltfaktoren, deren Entwicklung für die Betriebe offensichtlich zunehmend kritische Bedeutung erlangt, sind an hervorragender Stelle die ökologischen Veränderungen und die damit einhergehenden Bewusstseinsveränderungen in der Bevölkerung zu nennen.

Somit ist die Existenzsicherung eines Betriebes nur dann gesichert, wenn seine Leistungen in der Umwelt auf Dauer akzeptiert (geschätzt) werden und die zur Leistungserbringung benötigten Ressourcen verfügbar sind.

Dieser veränderten Unternehmenssicht folgend, wird in der neueren Literatur das neoliberale Verständnis der Unternehmerrolle immer stärker hinterfragt, das von einer strikten Trennung zwischen öffentlichem und privatem, zwischen politischem und wirtschaftlichen Bereich, zwischen Staat und Gesellschaft ausgeht. Vielmehr sieht man heute den Unternehmer als Funktionsträger einer freiheitlichen Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung, wobei hier der unternehmerischen Freiheit eine umfangreiche Verantwortung entspricht. In diese gesellschaftliche Verantwortung sind, neben der klassischen Verantwortung gegenüber Eigentümern und Gläubigern, die Verantwortung gegenüber Verbrauchern, Arbeitnehmern und Gesellschaft einzubeziehen. Als konkrete Forderungen dieses veränderten Selbstverständnisses sind z.B. umweltfreundliche Beschaffungs-, Produktions- und Vertriebssysteme, Vermeidung von Luft- und Wasserverschmutzung sowie von Lärmbelastigungen, Recycling von Abfallprodukten, Verantwortung für neue Technologien und deren Folgen anzuführen.

Trotzdem wird Umwelt oft noch als Gut missverstanden, das beliebig zur Verfügung steht und für das man selbst nicht verantwortlich ist, weil es einem nicht gehört. Umwelt ist, rein ökonomisch betrachtet, ein knappes Gut. Im Gegensatz zu anderen knappen Gütern hat sie jedoch keinen marktgerechten Preis. Sie gilt vielmehr weitgehend als öffentliches Gut.

Diese Effekte, auch ‚Negative Externalitäten‘, liegen immer dann vor, wenn der Hersteller eines Gutes nicht alle bei der Herstellung anfallenden Kosten tragen muss. Die Schäden, die durch negative Effekte entstehen, müssen als ‚social costs‘ von der ganzen Gesellschaft getragen werden. So weist die ökologische Schadensbilanz für Gesamtdeutschland z.B. im Jahr 1992 insgesamt 203 Milliarden DM für Umweltschäden aus. Dies entspricht 6,8% des Bruttoinlandsproduktes. Umweltverschmutzungskosten und Umweltschäden stellen somit eine immense Vergeudung volkswirtschaftlicher Werte und Ressourcen dar.

Um diesen Effekten auf gesamtgesellschaftlicher Ebene begegnen zu können, werden folgende Lösungen in der Literatur diskutiert:

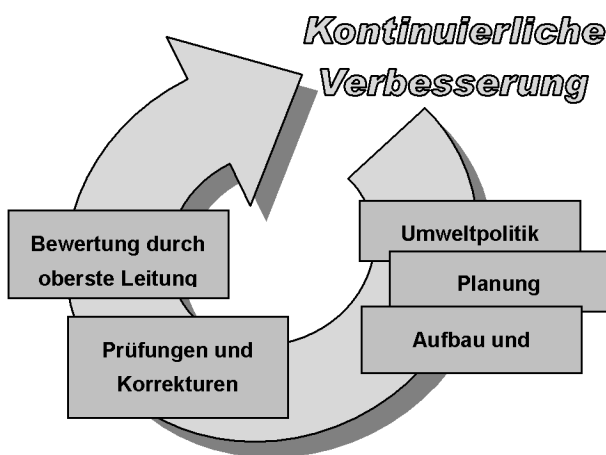
- Internalisierung der externen Effekte: Bereits in den 30er Jahren wurden z.B. von Walter Eucken Modelle zur ‚geschlossenen Wirtschaftsrechnung‘ der Unternehmen entwickelt, die zu einer kostenmäßigen Berücksichtigung der Effekte innerhalb der Betriebe führen sollen. Umweltbelastungen würden hier über die Kalkulation der Preise die Absatzchancen beeinflussen und die Betriebe somit zu einer Verminderung der Umweltbelastungen motivieren. Problematisch ist bei diesen Modellen jedoch der exakte Kostenansatz, da Umweltschadenskosten generell eher nur qualitativ begreifbar sind. (Welche exakten Kosten verursacht beispielsweise Lärm?)
- Umwelt-Besteuerung: Solche Steuern, die umweltbelastende Produktionen oder auch den Konsum umweltschädigender Güter betreffen, wurden zuerst von Artur Cecil Pigou im Jahre 1920 vorgeschlagen. Bei der umweltgerechten Besteuerung bestehen die Probleme darin, dass man einerseits dem Staat nicht zutraut, die Aufkommensneutralität aufrechtzuerhalten und andererseits davon ausgeht, dass eine solche Steuer erst im Laufe von 50 Jahren voll zur Geltung kommen dürfte. Gleichzeitig besteht die Befürchtung, dass über die Verlagerung der Bezugsquellen so die Umweltschutzbestimmungen der Industriestaaten unterlaufen und die Anstrengungen zum Schutz der Umwelt konterkariert werden. Der Begriff des Umweltdumpings liegt hier natürlich nahe und der Ruf nach Schutz vor dem vermeintlich unfairen Verhalten der ausländischen Produzenten ist dann nicht mehr weit.
- Direkte Entschädigung: In den 60er Jahren wurde von Ronald H. Coase ein Modell entwickelt, bei dem die Betroffenen direkt mit den Verursachern Entschädigungen bzw. Vermeidungen aushandeln. Das Coase-Theorem findet bisher nur ansatzweise dann Anwendung, wenn bestimmten Ländern Kompensationen angeboten werden und sie im Gegenzug gewisse umwelt- oder ressourcenschonende Maßnahmen ergreifen.
- Emissionslizenzen: Hier ist an marktfähige Rechte oder Quoten gedacht, die gekauft und verkauft werden können. Die Gesamtmenge der ausgegebenen Zertifikate ist staatlich reglementiert. Dieser Ansatz enthält sowohl methodische (Bewertungs-)Probleme als auch juristische Fallstricke und scheiterte bisher häufig an der geringen Praktikabilität.

Angesichts der dargestellten ordnungspolitischen Möglichkeiten des Staates und unter Berücksichtigung, dass das Umweltproblem vorrangig ein Bewusstseinsproblem darstellt, wird in der Literatur tendenziell privater Initiative der Vorrang vor staatlicher Intervention gegeben. Denn nur, wenn sich der Umweltschutz von einem Kostenfaktor (Sanierung, Filterbau) zu einem Nutzenfaktor (Effizienzrevolution) entwickelt, lassen sich positive Effekte erwarten.

Zusätzlich haben neuere Untersuchungen aufgezeigt, dass sich die politisch erzwungene Konzentration auf die Reduzierung eines bestimmten Schadstoffes, der z.B. gerade in der öffentlichen und politischen Diskussion als besonders wichtig erachtet wird, ein Ansteigen der Emissionen von anderen Schadstoffen bewirkt. Bei der Betrachtung der Umweltproblematik wird hierbei auch auf die Tatsache verwiesen, dass sich Ökonomie und Ökologie grundsätzlich nicht widersprechen, sondern in enger Beziehung zueinander stehen. So ist erkennbar, dass

- auch bei hohem Faktoreinsatz bzw. beliebig hohen Emissionsgrenzen keine vollständige Vernichtung von Schad- und Reststoffen möglich ist
- und dass sich bei unendlich hoher Inkaufnahme von Emissionen die Produktion nicht beliebig ausdehnen lässt.

Gefordert wird vielmehr die Erreichung eines ökologisch – ökonomischen Optimums im Sinne einer Steigerung des gesamtwirtschaftlichen Nutzens, bei der der Umfang von Umweltnutzung und Güterversorgung zu einem Ausgleich kommt.



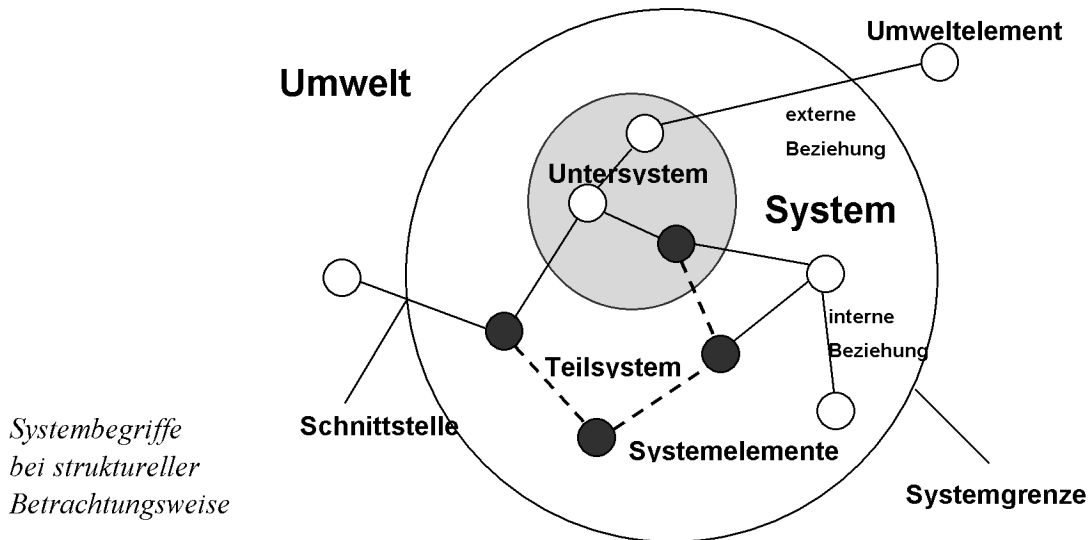
Die wichtigste Forderung der DIN ISO 14001 ist die kontinuierliche Verbesserung der umweltorientierten Leistung durch eine Reduktion der Umweltauswirkungen. Der Einsatz betrieblicher Umweltmanagementsysteme kann somit zielgerichteter, effizienter und schneller zu einer Verbesserung der Umweltsituation beitragen, als die dargestellten staatlichen Steuerungsinstrumente. Gleichzeitig wird durch die Forderung der kontinuierlichen Verbesserung sichergestellt, dass die betrieblichen Umweltschutzaktivitäten von den Unternehmen ständig dem Stand der Technik angepasst werden – und nicht jeweils staatlich verordnet werden müssen.

Zusätzlich versteht die DIN ISO 14001 unter der Verhütung von Umweltbelastungen nicht nur den betrieblichen Umweltschutz, sondern auch den produktbezogenen Umweltschutz. Während die Herstellung eines Produktes oft nur wenige Tage oder Wochen erfordert, kann z.B. bei Investitionsgütern die Produktlebensdauer 10 Jahre und mehr betragen. Das Umweltverhalten der Produkte während ihrer Nutzung kann viel entscheidender sein als die rein betriebliche Komponente während ihrer Herstellung.

In der Verwirklichung dieses produktbezogenen Umweltschutzes vollzieht sich somit der in der Literatur bereits seit Jahren geforderte Wandel von den bisher praktizierten End-of-Pipe-Maßnahmen hin zu einem integrierten Umweltschutz, der Umweltaspekte u.a. bereits in Forschung, Produktentwicklung, Einkauf und Produktplanung berücksichtigt (sog. Begin-of-Pipe-Maßnahmen).

1.3 Analyse von Systemstruktur und Systemverhalten

Das Systemdenken kam ursprünglich vor allem bei der Beschreibung und Lösung von naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen zur Anwendung. Der kybernetische Systembegriff wurde besonders von Hans Ulrich ab dem Jahre 1968 in die Betriebswirtschaft eingeführt. Schematisch lässt sich ein System, das (als Unternehmen) in offener Beziehung zu seiner Umwelt steht, folgendermaßen darstellen:



Die Systemtheorie versteht danach unter einem System allgemein eine geordnete Gesamtheit von Elementen, zwischen denen Beziehungen bestehen. Zusätzlich ist es von seiner Umwelt abzugrenzen, um überhaupt als System definiert werden zu können.

Als Elemente werden in einem System die einzelnen Teile verstanden, die nicht mehr weiter zerlegt werden. Die Zerlegung ist dabei eine Frage der Zweckmäßigkeit. Die einzelnen Elemente sind durch Beziehungen miteinander verknüpft. Dies bewirkt, dass die Aktivitäten der einzelnen Elemente nicht unabhängig voneinander sind, sondern sich gegenseitig in ihrem Verhalten beeinflussen. Das Verhalten des Systems (als Gesamtheit der Elemente und Beziehungen) ist somit vom Verhalten aller seiner Elemente abhängig.

Bei einer gedanklichen Untergliederung innerhalb eines Systems kommt es zur Ausbildung von Subsystemen. Diese werden unterschieden in:

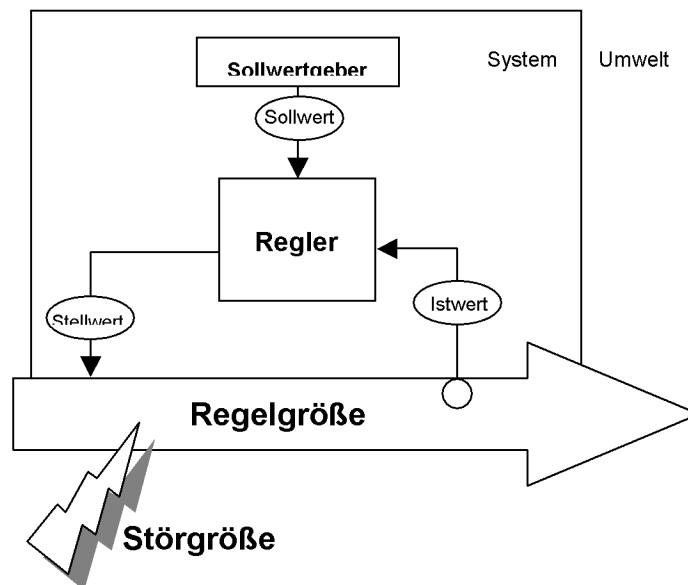
- **Untersysteme:** Entstehen durch die Aufteilung von Systemelementen, indem man Elemente auf tieferer Ebene bildet und diese durch Beziehungen miteinander verknüpft.
- **Teilsysteme:** Jedes System lässt sich aus verschiedenen Betrachtungsweisen untersuchen. Teilsysteme entstehen, wenn Elemente und Beziehungen unter einem ganz bestimmten Aspekt zusammengefasst werden.

Die Übergänge zwischen den einzelnen Untersystemen oder (bei offenen Systemen) zur Umwelt werden als Schnittstellen bezeichnet.

Die zeitliche Folge von Aktivitäten von Systemelementen bezeichnet man als Prozess. Diese Betrachtung des Systemverhaltens als dynamischen Prozess macht es möglich, Regelungs- und Anpassungsmechanismen des Systems zu erkennen, die in der Literatur als kybernetische Regelkreisläufe beschrieben werden. Das Wesen der kybernetischen Systeme besteht darin, dass sie als offene Ver-

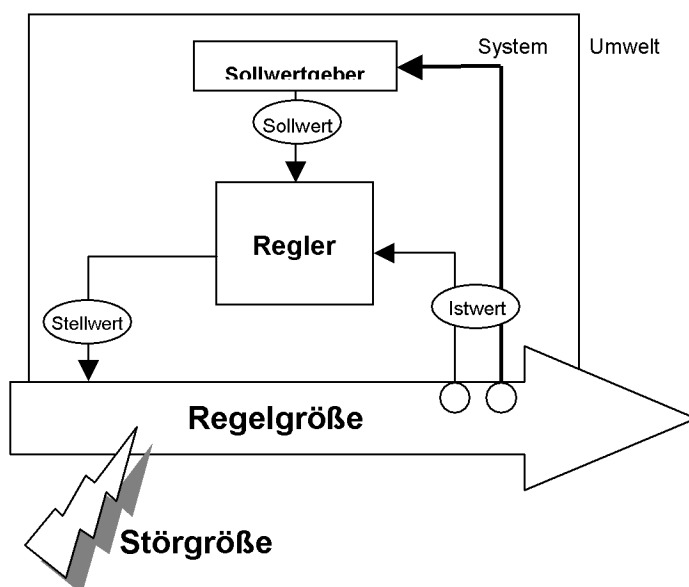
haltungssysteme in der Lage sind, Störungen zu kompensieren, so dass das System selbsttätig in den Bereich der zulässigen Abweichungen zurückkehrt.

Ein einfacher Regelkreis ist folgendermaßen aufgebaut:



Systembegriffe bei dynamischer Betrachtungsweise

Im Regelkreis wird der Zustand der Regelgröße (z.B. betriebliche Prozesse) durch einen Messfühler ermittelt. Dieser Istwert wird an den Regler (z.B. zuständige Organisationseinheit) übermittelt, wo einerseits der Soll-Ist-Vergleich vorgenommen wird und dann gegebenenfalls ein entsprechender Stellwert (z.B. Maßnahme-Veranlassung) an das Stellglied übermittelt wird, um so die Störung der Regelgröße auszugleichen. Das Ergebnis dieser Maßnahme wird dann wieder vom Messfühler untersucht. Im Regelkreislauf ist auf diese Weise das zu regelnde System mit sich selbst rückgekoppelt und kann so selbst sein Verhalten in der Weise verändern, dass der gewünschte Sollwert durch Beeinflussung der Regelgröße erreicht wird.



Beim einfachen Regelkreis wird dieser Sollwert als fester Wert von außen gesetzt und kann vom System nicht variiert werden. Beim erweiterten Regelkreis wird ein System beschrieben, das selbst seinen Sollwert (weiter-)entwickelt, der einem Gleichgewichtszustand zwischen Systemumwelt und System entspricht und zukünftigen Regelungen zugrunde gelegt wird. Diese Fähigkeit zur Lernfähigkeit von Systemen kann – je nach Komplexitätsgrad – neben der selbständigen Sollwertanpassung auch zu einer selbständigen Veränderung von Systemstrukturen und Systemprozessen führen. Dies macht eine zweite Rückkopplung eines Messfühlers zum Sollwertgeber notwendig.

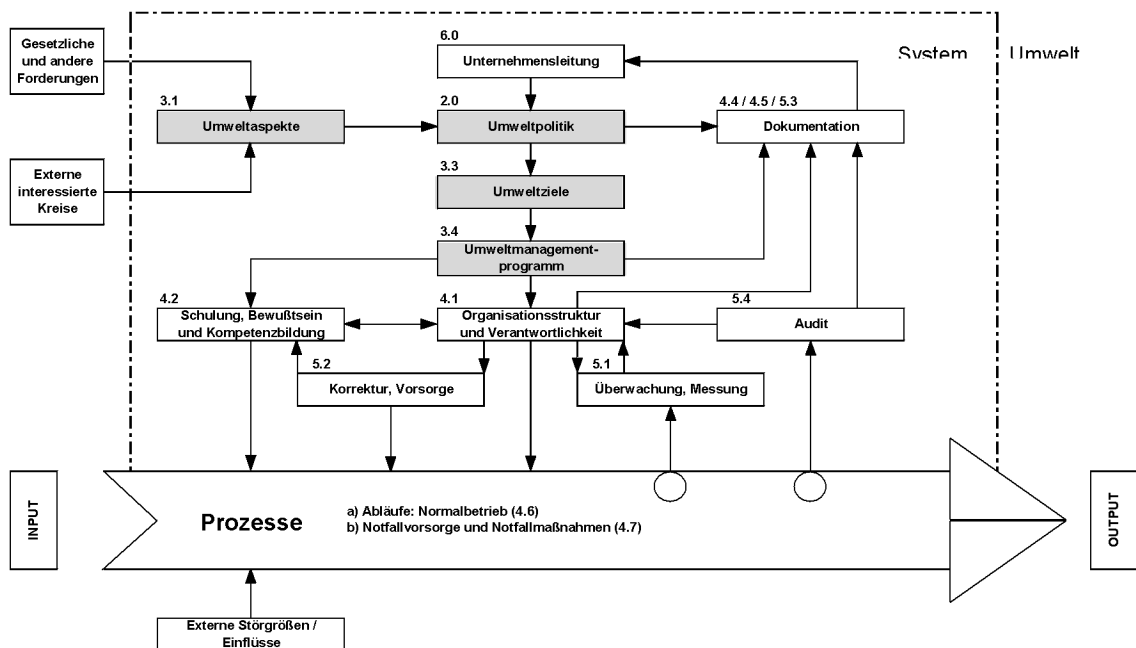
Der erweiterte Regelkreis

Die nachfolgenden Abbildungen stellen das Umweltmanagementsystem als Regelkreislauf dar. Zur Erleichterung der Auffindbarkeit ist jedem Systemelement die Gliederungsziffer beige gestellt, die auch gleichzeitig der Gliederungssystematik des vierten Abschnitts der DIN ISO 14001 entspricht.

Steuerungsprozesse im Umweltmanagementsystem

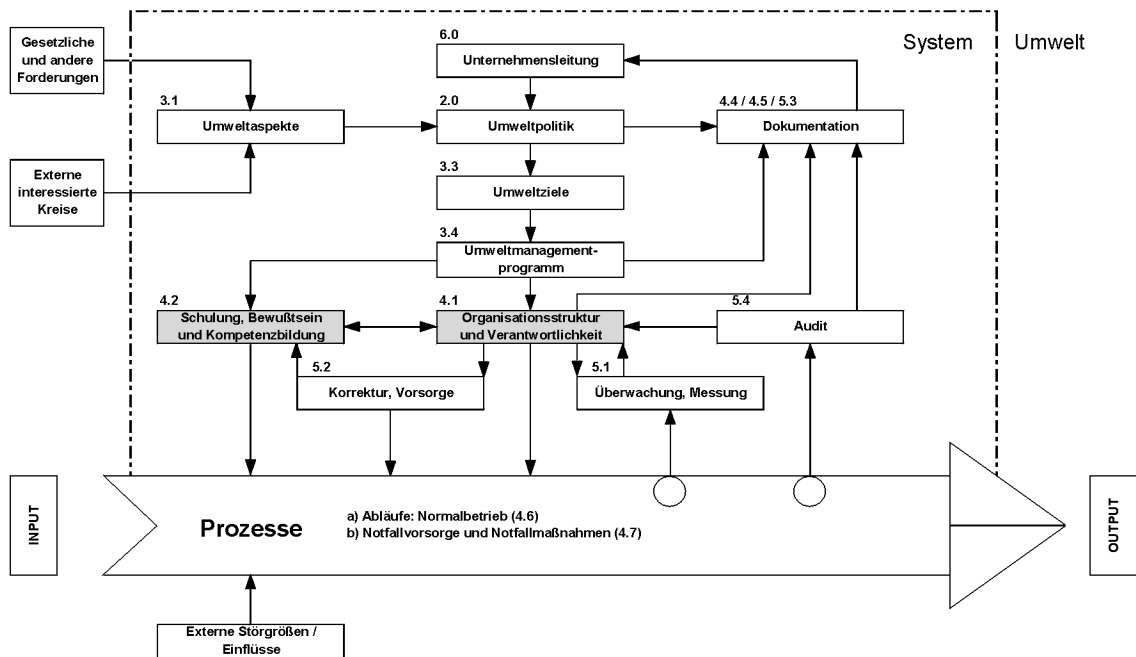
Als Steuerungsprozess ist hier die Verknüpfung derjenigen Systemelemente des Umweltmanagementsystems zu verstehen, die die umweltrelevanten Sollwerte entwickeln. Grundsätzlich sind unter der Formulierung und Einhaltung einer betrieblichen Umweltpolitik, von Umweltzielen sowie eines Umweltprogramms die Schlüsselemente eines Umweltmanagementsystems zu verstehen.

Die hierbei beteiligten Elemente des Umweltmanagementsystems sind in der nachfolgenden Graphik hervorgehoben dargestellt und bilden in ihrer Gesamtheit das Subsystem Sollwertgeber. Das Element 6.0 (Unternehmensleitung) stellt die Schließung der systemischen Feedbackschleife dar und wird an späterer Stelle (im Rahmen des systemischen Anpassungsprozesses) beschrieben, obwohl es gedanklich auch in das Subsystem Sollwertgeber eingeordnet werden kann. Die Darstellung folgt hier der DIN ISO 14001, die diesen Aspekt ebenfalls im Zusammenhang mit dem Bewertungs- und Anpassungsprozeß sieht.



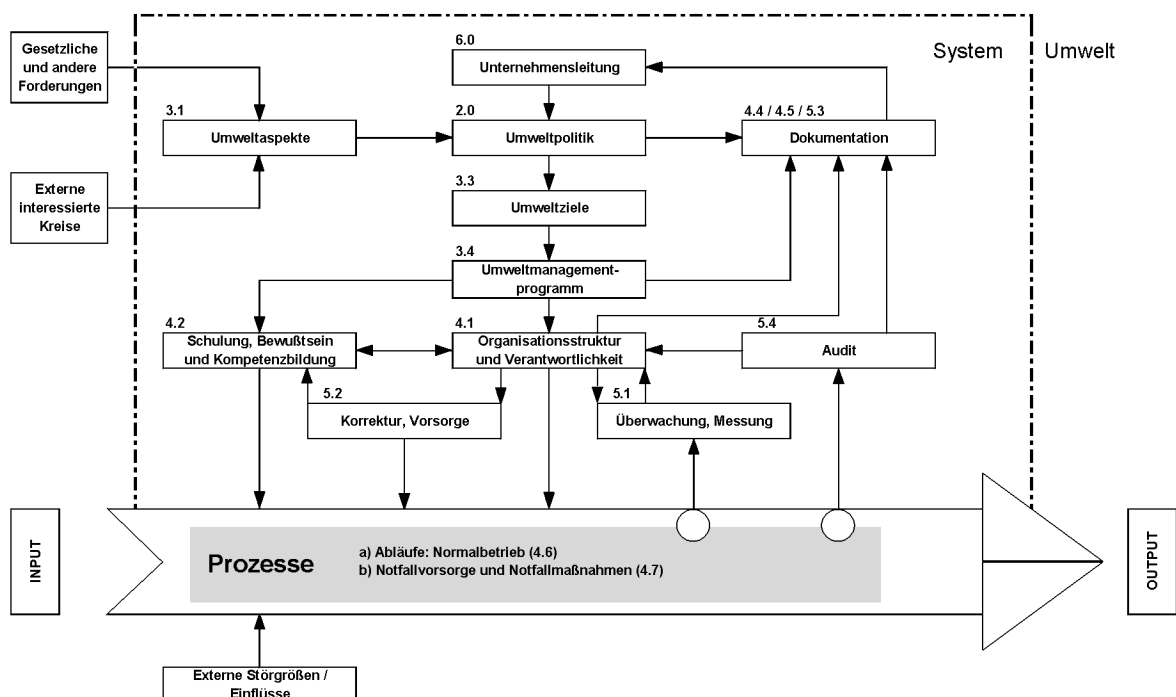
Regelungsprozesse im Umweltmanagementsystem

Als Regelungsprozess ist hier die Verknüpfung derjenigen Systemelemente des Umweltmanagementsystems zu verstehen, die für die Regelung der Prozesse verantwortlich sind, indem sie die Umsetzung des Umweltmanagementprogramms ermöglichen und überwachen sowie bei Abweichungen Korrekturen planen und veranlassen. Die hierbei beteiligten Elemente des Umweltmanagementsystems sind in der nachfolgenden Graphik hervorgehoben dargestellt und bilden in ihrer Gesamtheit das Subsystem Regler.



Geregelte Prozesse im Umweltmanagementsystem

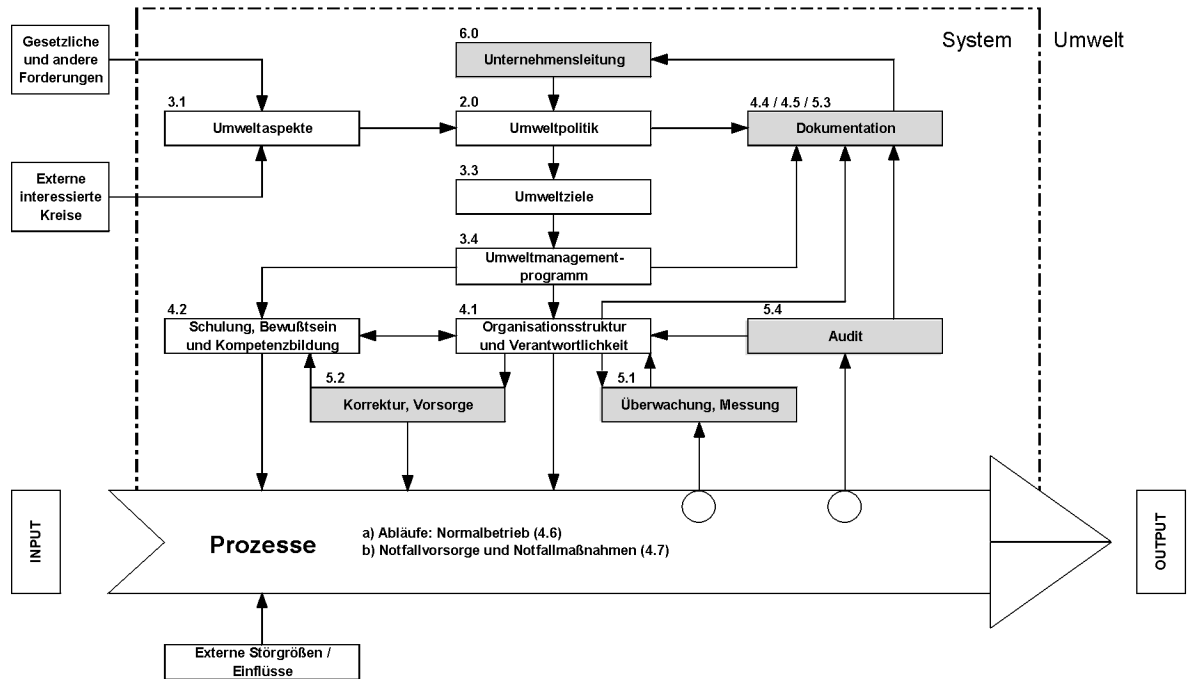
Die im Umweltmanagementsystem geregelten Prozesse sind diejenigen betrieblichen Prozesse, bei denen entweder im Normalbetrieb oder im Krisenfall umweltgefährdende Potentiale erkannt wurden. Die hierbei beteiligten Elemente des Umweltmanagementsystems sind in der nachfolgenden Graphik hervorgehoben dargestellt und bilden in ihrer Gesamtheit das Subsystem Regelstrecke.



Die Beziehungen aller Systemelemente sowohl untereinander als auch über die dargestellten Schnittstellen mit der Systemumwelt werden stark durch die interne und externe Kommunikation bestimmt. Aufgrund der großen Bedeutung und des Prozesshaften Charakters der Kommunikation wird diese im Zusammenhang mit den übrigen relevanten Prozessen im Umweltmanagementsystem betrachtet.

Anpassungsprozesse im Umweltmanagementsystem

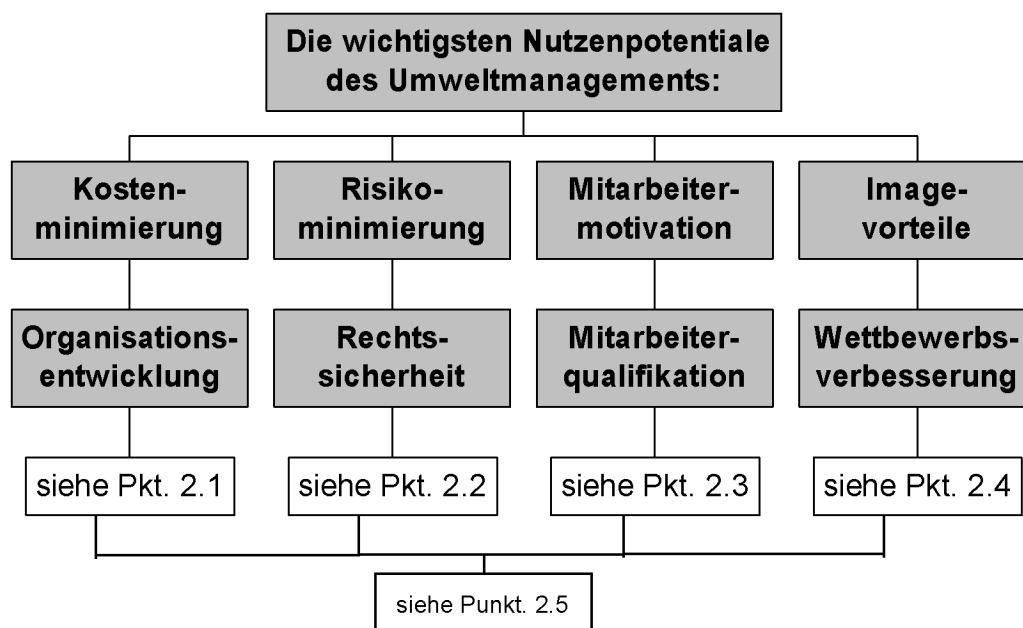
Als Anpassungsprozess ist hier die Verknüpfung derjenigen Systemelemente des Umweltmanagementsystems zu verstehen, die die systemischen Feedbackschleifen schließen und somit die Grundlage für Korrekturmaßnahmen und Änderungen des Gesamtsystems bilden. Die hierbei beteiligten Elemente des Umweltmanagementsystems sind in der nachfolgenden Graphik hervorgehoben dargestellt und bilden in ihrer Gesamtheit das Subsystem Systemische Anpassung.



2 Nutzenpotentiale des Umweltmanagements

Die untersuchten gesamtwirtschaftlichen Effekte des Umweltmanagements lassen zwar die gesellschaftliche Sinnhaftigkeit (und Erwünschtheit) klar erkennen, doch die letztendliche Einführung solcher Systeme in den Unternehmen ist selbstverständlich abhängig von der Nützlichkeit eines Umweltmanagementsystems für das einzelne Unternehmen.

In der Literatur gilt es zwar allgemein als unbestritten, dass systematisches Umweltmanagement Nutzenpotentiale erschließen kann, doch je nach Branche und Unternehmen sind diese unterschiedlicher Natur bzw. die Schwerpunkte liegen anders.



Bei der Betrachtung der Nutzenpotentiale des Umweltmanagements muss berücksichtigt werden, dass diese miteinander vernetzt sind und sich in ihren Wirkungen untereinander verstärken. In der betrieblichen Praxis lassen sich die Effekte des Umweltmanagements oft nicht isoliert auf eine einzige mögliche Ursache zurückführen, sondern stellen vielmehr das kumulierte Ergebnis eines gesamten Ursachenbündels dar.

2.1 Kostenminimierung und Organisationsentwicklung

Noch zu Beginn der 90er Jahre war die Begriffsverbindung Umwelt-Kosten eindeutig verbunden mit dem Verständnis eines Standortnachteils. In Modellrechnungen wurden seinerzeit hauptsächlich nur Überlegungen in die Richtung angestellt, dass die Kosten einer Betriebsverlagerung mit den Kosten der Einführung umweltverbessernder Maßnahmen verglichen wurden. Umweltschutz erschien hier nur als ein zu berücksichtigender (negativer) Faktor bei der betrieblichen Standortentscheidung.

Diese Sichtweise hat sich in den vergangenen Jahren in der Weise gewandelt, dass Umweltschutz von den Unternehmen sowohl als Chance zur Erschließung neuer Märkte als auch zur Ausschöpfung von Einsparpotentialen verstanden wird.

Bereich	Einsparpotentiale
Stoffkosten	Einsparungen bei Rohstoffen, Materialien und Energie führen einerseits zu geringeren Bezugskosten als auch zu verminderten Emissions- und Abfallentsorgungskosten. Gleichzeitig führen betriebliche Stoffkreisläufe zusätzlich zu einer Verminderung von Materialbeschaffungs- und Logistikkosten.
Transportkosten	Allgemeine Stoffmengenreduzierungen und betriebliche Umstrukturierungen zur Reduzierung des innerbetrieblichen Güterverkehrs führen allgemein zu verminderten Transportkosten. Zusätzlich führt die Substitution gefährlicher durch ungefährlichere Stoffe zu Kostenminimierungen im Lager- und Transportbereich.
Nachrüstkosten	Umweltmanagement, als strategisches, systemorientiertes Verhalten führt zur Integration der Umweltziele in den betrieblichen Steuerungs- und Kontrollprozess. Umweltpolitische Trends lassen sich so früher erkennen und führen durch eine gezielte Technologiewahl zur Reduzierung (bzw. Verhinderung) von Nachrüstkosten.
Imagekosten	Kosten aufgrund von Veränderungen des Unternehmensimages entstehen z.B. nach einem Störfall. UMS helfen einerseits mit, Störfallrisiken zu erkennen und zu beseitigen, und erleichtern andererseits die Kommunikation mit der Öffentlichkeit. Imagekosten werden so reduziert.
Personalkosten	Unzureichender Umweltschutz führt im Betrieb zu einer mangelnden Identifikation der Mitarbeiter mit ihrer Arbeit. Geringere Mitarbeitermotivation wirkt sich direkt auf die Kostensituation aller Betriebsbereiche negativ aus. Eine unzureichende betriebliche Umweltsituation führt (insbesondere bei hochqualifizierten Arbeitskräften) zu höheren Personalanwerbungs- und Lohnkosten, da die Mitarbeiter sich ihre Vorbehalte gewissermaßen durch Geld vergüten lassen. In den Bereich der Personalkosten fallen auch die Kosten, die durch betriebsbedingte Krankheiten verursacht werden. Umweltmanagement kann hier ansetzen und kostenreduzierende Effekte bewirken.
Störfallkosten	Im Falle eines Störfalls ist mit einer erheblichen (u.U. ruinösen) Kostenbelastung zu rechnen. Kosten entstehen in einem solchen Fall z.B. für Schadenshaftung, Schadensbeseitigung, Wiederbeschaffung, Produktionsausfall und (schlimmstensfalls) für die ärztliche Behandlung von Verletzten. (Ganz zu schweigen von möglichen Todesopfern). Umweltmanagement erreicht hier durch Einbeziehung von Sicherheitsforderungen bei Betrieb, Entsorgung, Lagerung und Transport sowie Information und Schulung eine allgemeine Reduzierung der Störfallwahrscheinlichkeit. Diese Tatsache kann sich auch in geringeren Versicherungsprämien äußern.

Zur Realisierung dieser Kostenziele ist die Erweiterung des betrieblichen Rechnungssystems notwendig, um so eine integrierte Umweltkostenrechnung möglich zu machen. Kosten- und Umweltbewusstsein sind also permanent gemeinsam zu fördernde Projekte im Unternehmen.

Unternehmerische Organisationsentwicklungsprozesse vollziehen sich im Betrieb als geplanter organisatorischer Wandel. Das Unternehmen muss sich ständig den sich ändernden Rahmenbedingungen anpassen können.

Gerade Umweltziele sind im Fluss, sind also überwiegend ‚moving targets‘. Kriterien, inhaltliche Ausfüllung, aber auch die Akzeptanz ändern sich im Zeitablauf in kaum prognostizierbarer Weise. Umweltmanagementsysteme fördern hier die Anpassungsfähigkeit der Unternehmen, denn die Entwicklung der vergangenen Jahre zeigt, dass die rein technische Bewältigung des Umweltproblems nicht mehr ausreicht. Ein neuer konzeptioneller Ansatz ist gefordert, der sach- und personenbezogene Aspekte miteinander verbindet. Zur Lösung dieser komplexen Problematik bedient man sich zunehmend des Konzepts der umweltorientierten Organisationsentwicklung.

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
personen-bezogen	Auftauen	Ändern	Stabilisieren
sach-bezogen	Analyse	Konzeption	Durchführung

Die Grundkonzeption der kontinuierlichen Verbesserung des Umweltmanagements unterstützt die betrieblichen Organisationsentwicklungs-Bemühungen in der Weise, dass beide sich sowohl bedingen als auch ergänzen. Dieses erhöht die Chance, dass die aufgrund der Umweltkrise notwendigen Anpassungsprozesse systematisch geplant, gezielt gefördert und gelenkt werden können.

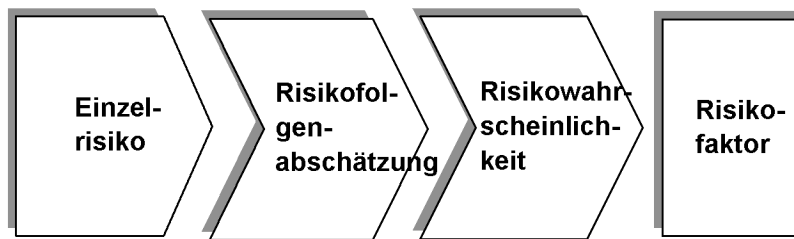
2.2 Risikominimierung und Rechtssicherheit

Auf die grundsätzliche Eigenschaft von Umweltmanagement, risikominimierend für den Gesamtbetrieb zu wirken, ist bereits im Zusammenhang mit der Minimierung von Störfallkosten kurz eingegangen worden.

Die Risikominimierung durch das betriebliche Umweltmanagementsystem vollzieht sich grundsätzlich in zwei Schritten:

- Risikoanalyse: Konzentriert sich auf die Offenlegung der akuten Risiken sowie der Eintrittswahrscheinlichkeit der erkannten Risiken.
- Risikomanagement: Baut auf der Risikoanalyse auf und konzentriert sich auf das systematische Management von Risiken, die aufgrund von Störfällen und / oder unterlassenen betrieblichen Umweltschutz zu hohen finanziellen Belastungen führen können.

Durch die systematische Erfassung der betrieblichen Risiken im Rahmen des Umweltmanagements kann eine notwendige Risiko-Folgenabschätzung stattfinden, die dann unter Berücksichtigung der geschätzten Risiko-Wahrscheinlichkeit zur Erstellung eines Risiko-Faktors für das jeweilige Einzelrisiko führt. Anhand der einzelnen Risikofaktoren kann die Dringlichkeit der Risikovorsorge / Ergreifung der notwendigen Umweltmaßnahmen festgelegt werden. (Das Einzelrisiko mit dem höchsten Risikofaktor entspricht so dem wichtigsten Risiko)



Auf diese Weise wird erreicht, dass eine ausnahmslose Einbeziehung der Risikokomponente in alle Planungsprozesse und in die Gestaltung aller Elemente des Führungs- und Geschäftssystems durch das Umweltmanagement möglich wird.

Bei der Verbesserung der Rechtssicherheit durch Umweltmanagementsysteme geschieht dies zunächst durch eine Dokumentation aller relevanten Vorschriften.

Die umweltpolitischen Instrumente sind überwiegend in die Form von Normen des Umweltverwaltungs-, des Umweltstraf- und des Umwelthaftungsrechtes gekleidet. Diese Normen waren in Deutschland schon 1996 in über 800 Gesetzen, 2.770 Verordnungen und rund 4.600 Verwaltungsvorschriften mit über einer Million Paragraphen festgehalten. Diese hohe Regulierungsdichte resultiert nicht zuletzt daraus, dass drei Instanzen Normen setzen können: die Europäische Union, der Bund und die Länder. Aufgrund dieser komplizierten Situation ist verständlich, dass es leicht zu Regelverstößen kommen kann. Systematisches Umweltmanagement trägt dazu bei, diese Gefahr abzubauen. Die geforderte Erfassung aller das Unternehmen betreffenden umweltbezogenen Bestimmungen verschafft einen umfassenden Überblick.

Gleichzeitig ist das Umweltmanagementsystem mit seiner detaillierten und dokumentierten Festlegung von Zuständigkeiten ein geeignetes Instrument, um Umwelt- ebenso wie Haftungsrisiken zu mindern, denn z.B. beim Umweltstrafrecht besteht der Grundsatz, dass ein Täter nur eine natürliche, nicht aber juristische Person sein kann. In der Vergangenheit wurde bei unternehmensbezogenen Umweltdelikten vorrangig der konkret handelnde Mitarbeiter strafrechtlich belangt. Nach der neueren Rechtsprechung hat sich die Verantwortung mittlerweile auf die Unternehmensleitung verlagert, wenn kein UMS besteht.

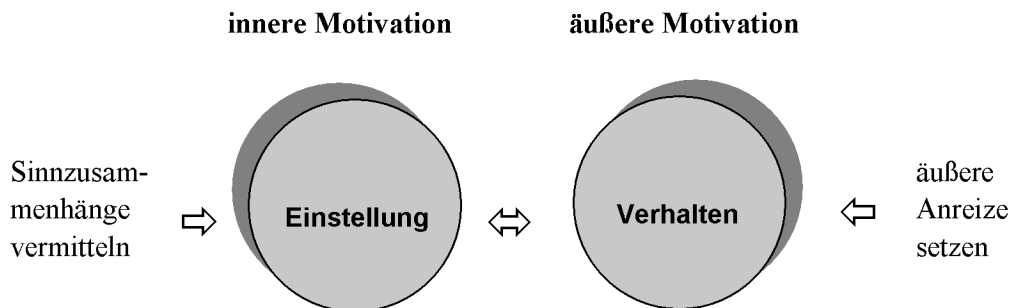
2.3 Mitarbeitermotivation und – Qualifizierung

In der Literatur wird in diesem Zusammenhang immer wieder darauf verwiesen, dass der Mensch ein wichtiges, wenn nicht sogar das wichtigste Erfolgspotential des Unternehmens ist. Erfahrungen haben gezeigt, dass die Einführung von Umweltmanagementsystemen in den Unternehmen i.d.R. zum Anstieg der Motivation der Mitarbeiter geführt haben. Diese Tatsache wird oft sogar als wertvoller erachtet als etwa erzielte Kostensenkungen.

Allgemein versteht man unter dem Begriff Motivation dasjenige in uns und um uns, was uns dazu bringt, uns so und nicht anders zu verhalten. Auf die Frage ‚Was motiviert Sie?’ wird in rund 60% aller Antworten die Befriedigung der psycho-sozialen Bedürfnisse genannt. Ungefähr 20% aller Antworten zielen auf die Befriedigung der intellektuellen Bedürfnisse.

In der Literatur werden grundsätzlich die intrinsische und extrinsische Motivation unterschieden. Hier ist zu erkennen, dass die innere (intrinsische) Motivation, bei der die jeweiligen Motive in der Arbeit

selbst liegen, zunehmend an Bedeutung gewinnt. Denn während die äußere (extrinsische) Motivation Mittel zum Zweck ist, ist die innere (intrinsische) Motivation Selbstzweck. Hierbei ist der Vollzug der Aktivität bereits die Erfolgsbestätigung und es muss nicht wie bei der äußeren Motivation am Ende der Aktivität ein äußerer Anreiz stehen.



Bei dem Ansprechen der inneren Motivation handelt es sich in erster Linie um ein Einwirken auf die Einstellung und Haltung des Betreffenden, indem Blockaden, die das gewünschte Umweltverhalten behindern, abgeschwächt werden. Dies geschieht durch:

- **Umfassende Information:** Neben der Information über betriebliche Sinnzusammenhänge bedarf es eines gelebten (Umwelt-)Wertesystems (Vorbildfunktion) im Unternehmen, denn die Informationen müssen im Einklang mit vorgelebten Handlungsweisen stehen.
- **Identifikationsfördernde Arbeitsstrukturen:** Mitwirkung erzeugt beim betrieblichen Umweltschutz ein positives Wir-Gefühl. Das wesentliche Element dieses Zusammengehörigkeitsgefühls muss die gemeinsame Aufgabe sein.

Das Ansprechen der äußeren Motivation gelingt durch das Aktivieren und verstärken von Motiven. Hier werden gezielt Anreize gesetzt, die vorhandene Motive aktivieren und eher auf das Verhalten des Menschen wirken. Hierzu wird in der Literatur jedoch kritisch angemerkt, dass bisher keine Studie weltweit eine dauerhafte Leistungssteigerung durch Anreizsysteme nachgewiesen hätte.

Bei der Motivationssteigerung durch Umweltmanagementsysteme wird dies eher auf eine Aktivierung der inneren Motivation zurückgeführt, da Umweltbewusstsein nicht an den Betriebstoren halt macht und die Mitarbeiter durchaus schätzen, dass sie am eigenen Arbeitsplatz zum Umweltschutz beitragen können. Schließlich sieht die überwältigende Mehrheit der Bevölkerung in der Reinhaltung von Luft, Böden und Gewässern das zentrale gesellschaftliche Ziel unserer Zeit. Unternehmen, die dies erkennen, nehmen ihre Mitarbeiter ernst.

Grundsätzlich schließt der Begriff Qualifikation alle Komponenten ein, welche die Eignung der Mitarbeiter für die Ausübung einer bestimmten Tätigkeit bezeichnen und kombiniert somit Wissens- und Könnens-Aspekte miteinander.

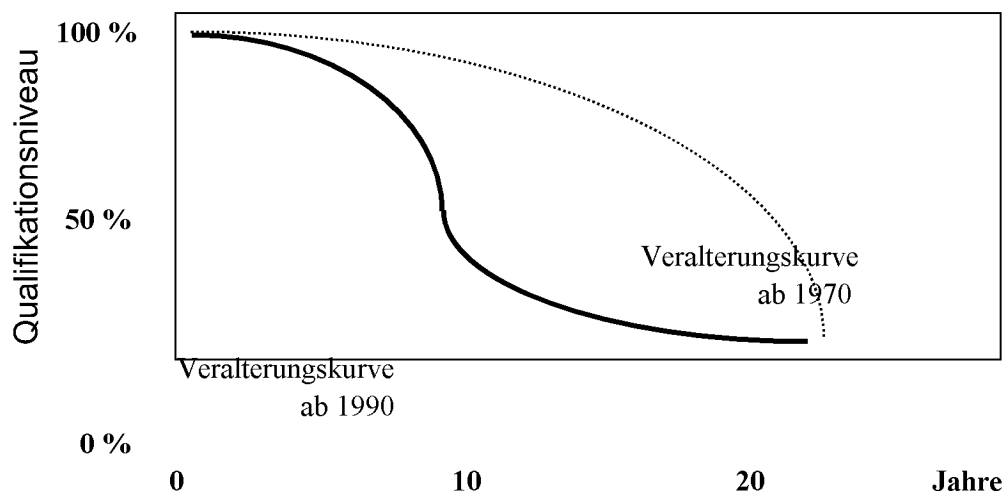
Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass sich die konkreten Arbeitsbedingungen neben der Motivation und Qualifikation direkt auf das umweltrelevante Arbeitsergebnis auswirken. Hier ist dann die sinnvolle Anpassung der Arbeitssituation (besonders in Bezug auf Arbeitssicherheit und Ergonomie) an die Bedürfnisse der Mitarbeiter vorzunehmen. Dieses Vorgehen verdeutlicht, dass Humanitätsziele langfristig einen höher bewerteten Rang einnehmen dürften als etwa Rentabilitätsziele.

Als qualifizierende Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltsituation können angesehen werden:

- Schließen von Wissenslücken: Die betrieblichen Veränderungen machen es notwendig, dass altes Fachwissen um tätigkeitsüberschreitende Wissenskategorien ergänzt wird. Hierunter fallen besonders die so genannten Schlüsselqualifikationen wie z.B. Lernfähigkeit, Selbständigkeit, Teamfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Kommunikations- und Konsensfähigkeit sowie die Schaffung eines notwendigen Umweltbewusstseins.

Beim tätigkeitspezifischem Wissen muss in der betrieblichen Bildungsarbeit hauptsächlich die natürliche Wissensveralterung, verursacht durch den technologischen Wandel, durch gezielte Bildungsmaßnahmen aufgefangen werden.

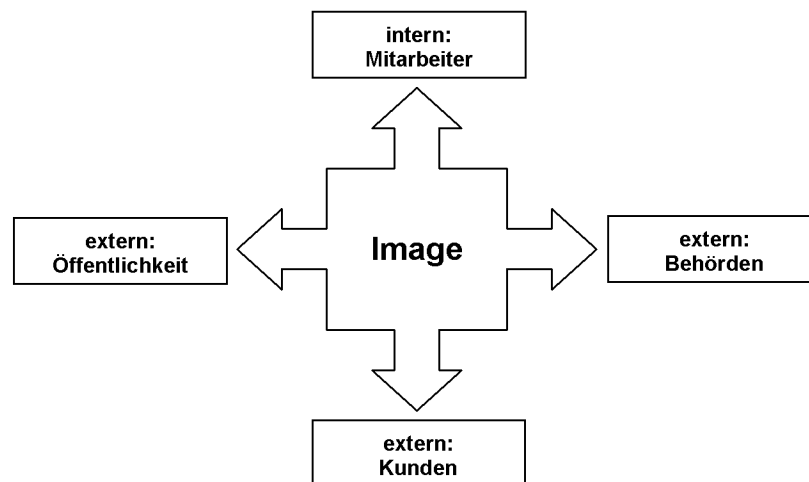
- Erweiterung des Könnens: Unter Können wird die Fähigkeit, das erworbene Wissen praktisch anzuwenden verstanden. Können läßt sich daher im Gegensatz zum Wissen nicht vermitteln, sondern nur durch Übung und Erfahrung entwickeln. In der betrieblichen Praxis geschieht dies durch die Einrichtung von kombinierten Umwelt-Qualitätszirkeln. Gefördert und eingeübt werden sowohl das geistige wie auch das manuelle Können. Die Entwicklung des *manuellen Könnens* soll dazu befähigen, mit Werkzeugen, Maschinen, Materialien und Hilfsmitteln richtig umzugehen. *Geistiges Können* zielt darauf ab, praktisch und theoretisch erworbenes Wissen bei der eigenen Arbeit sinnvoll anzuwenden und ist somit eine Art Meta-Wissen, das sich darauf bezieht, welche Verhaltensweisen in welcher Anwendungsweise für wesentlich gehalten werden und wie die erforderlichen Arbeitsbedingungen für eine erfolgreiche Aufgabenerfüllung gestaltet sein müssen.



Die umweltorientierte Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter sollte als gewinnbringende Investition und nicht als Kostenfaktor betrachtet werden. Dies drückt sich besonders in der These aus, dass Fortschritte auf dem Weg zu einer ökologischen Unternehmenspolitik zuvörderst nicht das Ergebnis fortschrittlicher Umwelttechnologien sein, sondern auf menschlichen Leistungsprozessen beruhen werden. Die Sichtweise des Qualitätsmanagements, Aus- und Weiterbildung als Pflege des Humanvermögens anzusehen, wird so durch das Umweltmanagement aufgegriffen und um Umweltgesichtspunkte entsprechend ergänzt.

2.4 Imagevorteile und Wettbewerbsverbesserung

Allgemein werden unter einem Image objektiv und subjektiv verzerrte Vorstellungsbilder verstanden, die sich aus der Summe von Einstellungen oder Eindruckswerten von einem Objekt (Produkt, Person, Unternehmen) ergeben.



Diese Einstellungen unterliegen einem ständigen Wandel, denn sie entstehen durch Lernprozesse, die sich in Überzeugungen, Vorurteilen oder Meinungen ausdrücken.

Betrieblicher und produktbezogener Umweltschutz sind als wichtiger Imagefaktor anzusehen und gelten heute als Ausdruck von Innovationsfähigkeit und Aufgeschlossenheit des Unternehmens insgesamt.

Die konkreten betriebsinternen Auswirkungen eines bestimmten Images sind in seinen Grundzügen bereits in Bezug auf die Mitarbeitermotivation und die Entwicklung der Kostensituation dargestellt worden. Bei den externen Effekten sind hier besonders die Wirkungen auf (Genehmigungs-)Behörden, Kunden und Öffentlichkeit zu nennen.

Die Einrichtung eines Umweltmanagementsystems fördert die interne und die externe Kommunikation zu umweltrelevanten Themen und hat so eine Steigerung des Images des Gesamtbetriebes zum Ziel.

Ein gutes Image erzeugt Vertrauen in die betrieblichen Abläufe und die Produkte des Unternehmens. – Und gerade Umweltfreundlichkeit von Produkten ist fast immer eine Vertrauenseigenschaft, denn der Konsument weiß i.d.R. nicht, welche schädlichen Emissionen bei der Produktion angefallen sind bzw. welche übrigen Umweltbelastungen mit Herstellung, Lagerung, Vertrieb und Entsorgung des jeweiligen Produktes verbunden sind.

Zertifizierte Umweltmanagementsysteme gelten hier als Erkennungssignale im Markt, die inzwischen Unternehmen, die hier nichts vorzuweisen haben, durchaus unter Rechtfertigungsdruck setzen.

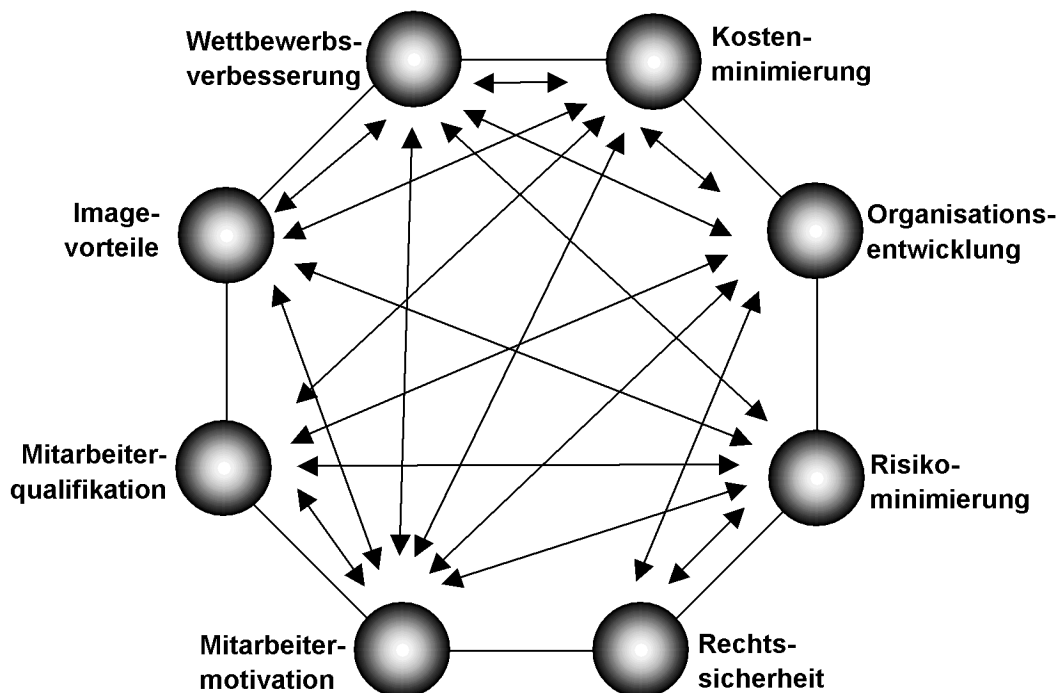
Ein positives Image, das durch Vertrauen in die ökologische Glaubwürdigkeit und Kompetenz gewachsen ist, ist für das Unternehmen eindeutig ein Wettbewerbsvorteil und eine Marktbarriere für das Unternehmen, dem dies fehlt.

Umweltmanagementsysteme wirken in diesem Sinne wettbewerbsfördernd, indem sie die allgemeine Reputation des Unternehmens verbessern. Gleichzeitig werden durch die kontinuierlichen Verbesserungsprozesse des Umweltmanagements die Leistungen des Unternehmens umweltverträglicher, indem auf Schadstoffe in Produkt und Herstellung verzichtet, Ressourcen gespart, Risiken minimiert und bereits bei der Entwicklung Recycling-Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

2.5 Wirkverknüpfung der Nutzenpotentiale

Die dargestellten Nutzenpotentiale, die mit der Einrichtung des Umweltmanagementsystems verbunden sind, überzeugen eine immer größer werdende Anzahl von Unternehmen von der Sinnhaftigkeit einer Systemimplementierung eines Umweltmanagementsystems.

Eine exakte Quantifizierung des erwarteten Gesamtnutzens ist einerseits aufgrund der Natur einiger wichtiger Nutzenpotentiale (z.B. Motivationsförderung, Qualifikationsverbesserung) und andererseits aufgrund der Wirkverknüpfungen der Nutzenpotentiale untereinander während der Implementierungsphase (ohne Öko-Controlling) nicht möglich.



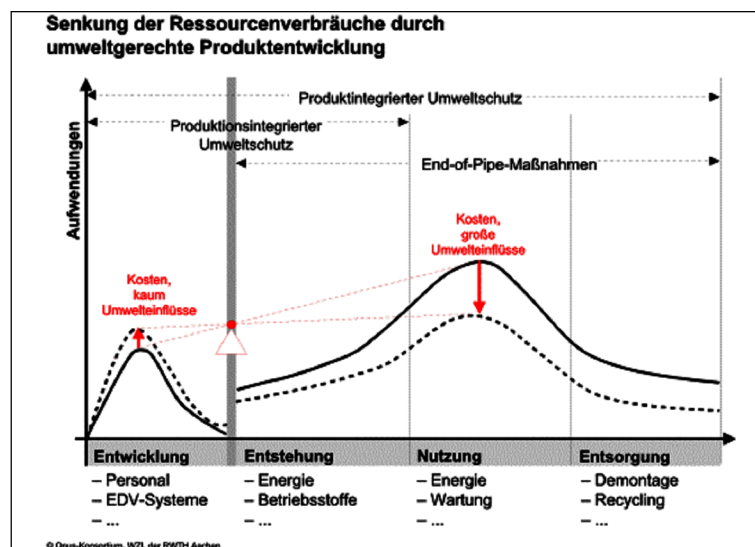
Neben dieser reinen Nützlichkeitsüberlegung wird zusätzlich ein Umweltmanagementsystem als eine Notwendigkeit angesehen, um eine positive Unternehmensentwicklung in der Zukunft gewährleisten zu können. – Und hier entspricht es der Grundüberzeugung des Hauses, eher agierend als reagierend tätig zu sein.

Die Abbildung zeigt zusammenfassend die intensivsten Wirkverknüpfungen unter den wichtigsten Nutzenpotentialen des Umweltmanagements. Grundsätzlich bestehen zwischen allen dargestellten Nutzenpotentialen Wirkverknüpfungen, indem sie untereinander in einem zielharmonischen (oder zumindest zielneutralen) Verhältnis stehen. Zur besseren Übersichtlichkeit sind in der Abbildung jedoch nur die Verknüpfungen mit den stärksten gegenseitigen Wirkungen dargestellt.

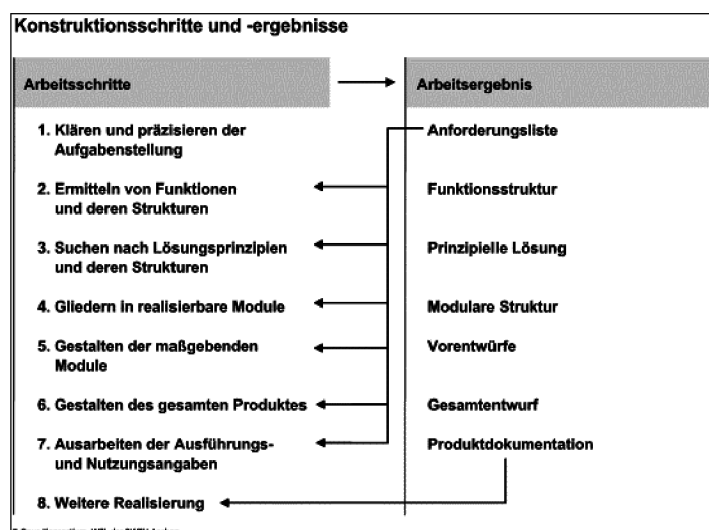
3 Aspekte umweltorientierter Konstruktion

3.1 Überblick

Im Rahmen der Konstruktion werden die wesentlichen Produkteigenschaften determiniert. Durch die Festlegung von Funktionen, Gestalt, Werkstoffen etc. werden implizit sowohl die Folgeprozesse in der Produktion als auch Nutzung und Entsorgung bestimmt [EVE 98], [PAB 93], [VDI 2243]. In den einzelnen Produktlebensphasen bestehen zwar noch Freiheitsgrade bei der Auswahl von Verfahren und somit bei der Beeinflussung von Ressourcenbedarfen, diese sind aber durch in der Konstruktion festgelegte Vorgaben stark eingeschränkt [LEB 95], [BOH 94]. Aus dem großen Einfluss der Konstruktion auf die Produkteigenschaften folgt, dass sich dort die größten Potentiale zur Senkung des Ressourcenverzehrs eines Produktes, bezogen auf den gesamten Produktlebenszyklus, bieten [ALT 97], [SMT 95]. Durch eine umweltgerechte Entwicklung, die u.U. aufwendiger ist als eine herkömmliche, können mehrfache wirtschaftliche und umweltbezogene Potentiale in den nachfolgenden Produktlebensphasen erschlossen werden:

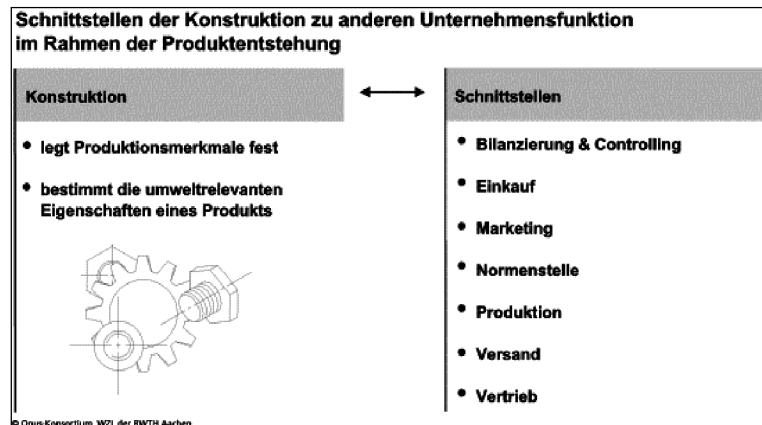


Der Inhalt der einzelnen Arbeitsschritte in der Konstruktion wird hier am Beispiel der VDI 2221 "Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte" dargestellt:



Innerhalb der einzelnen Arbeitsschritte wird das Produkt auf unterschiedlichen Detaillierungsstufen beschrieben. Damit werden auch die maßgeblichen technischen, ökonomischen sowie ökologischen Eigenschaften festgelegt.

Die Pfeile zwischen den einzelnen Arbeitsschritten deuten an, dass die Entwicklung eines Produktes ein iterativer Prozess ist, der i.d.R. auf verschiedene Entwicklungsteams, die sich aus Mitarbeitern unterschiedlicher Unternehmensbereiche, wie z. B. Arbeitsvorbereitung, Produktion, Versand etc. zusammensetzen, verteilt ist:

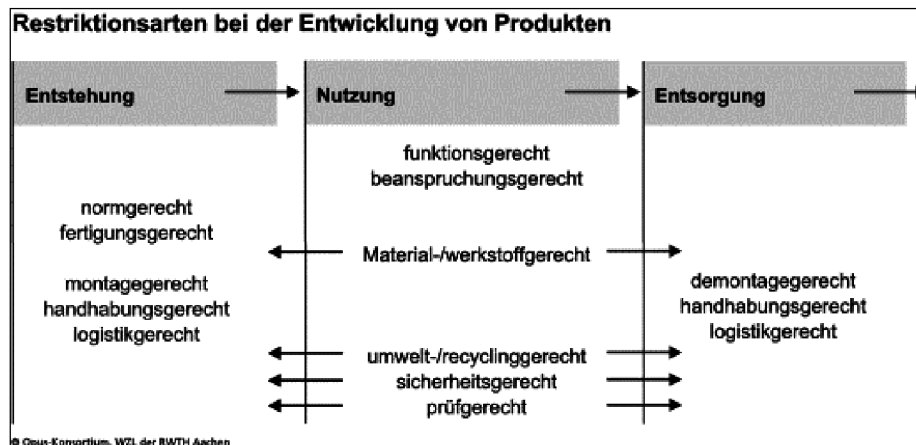


Eine Integration von Aktivitäten und Informationen aus dem überbetrieblichen Umweltmanagement in die Konstruktion muss an den dargestellten Randbedingungen der Entwicklung ressourcenschonender Produkte ausgerichtet werden.

Beschreibung des Betrachtungsbereiches

Wie bereits im vorangehenden Abschnitt angedeutet, besitzt die Konstruktion eine Vielzahl von Schnittstellen zu anderen Unternehmensfunktionen (Bild 3). Neben internen Schnittstellen existieren besonders in der Produktentwicklung Schnittstellen zu Zulieferunternehmen, die einzelne Teile oder auch komplette Module für das Produkt entwickeln und/ oder herstellen. Des weiteren findet die Auswahl geeigneter Werkstoffe im Rahmen der Entwicklung statt, so dass Zulieferer von Rohmaterialien und Halbzeugen ebenfalls Einfluss auf die Konstruktion haben.

Eine zweite Dimension von Schnittstellen der Konstruktion zu anderen internen und externen Unternehmensbereichen entsteht, wenn nicht nur die "Entstehung" eines Produktes, sondern auch die weiteren Lebensphasen "Nutzung" und "Entsorgung" bereits bei der Produktentwicklung berücksichtigt werden [EVE 98], [EYE 96]. Diese Schnittstellen sind besonders für die ressourcenschonende Produktgestaltung von großer Bedeutung, da nur so ein produktbezogenes Optimum über den gesamten Produktlebenszyklus ermittelt werden kann. Restriktionen aus der Nutzungs- und Entsorgungsphase müssen frühzeitig berücksichtigt werden. Dabei handelt es sich nicht nur um umweltrelevante Restriktionen; auch technische und ökonomische Randbedingungen, die aus den Anforderungen der Nutzungs- und Entsorgungsphase von Produkten resultieren, müssen berücksichtigt werden.



Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass Potentiale, die sich aus dem überbetrieblichen Umweltmanagement für die Entwicklung ressourcenschonender Produkte ableiten lassen, aus zwei verschiedenen Betrachtungsbereichen resultieren. Einerseits sind überbetriebliche Schnittstellen der Konstruktionsabteilungen mit Zulieferern für die Entwicklung und Herstellung des Produktes relevant. Andererseits ist die frühzeitige, vorbeugende Zusammenarbeit mit Unternehmen, die in späteren Phasen des Produktlebenszyklus - der Nutzung und der Entsorgung - eines Produktes aktiv werden, wichtig für die Ausrichtung eines überbetrieblichen Umweltmanagement zu Unterstützung der Entwicklung ressourcenschonender Produkte.

Identifikation der Potentiale

Potentiale eines überbetrieblichen Umweltmanagement für die Konstruktion ergeben sich aus der Nutzung von umweltrelevanten Informationen aus internen oder externen Unternehmensbereichen, zu denen Schnittstellen bestehen: z.B. aus dem Marketing, der Arbeitsvorbereitung oder aus der Fertigung. Des weiteren müssen durch ein überbetriebliches Umweltmanagement bei einer verteilten Entwicklung und Produktion von den Konstruktionsabteilungen Informationen zur Verfügung gestellt werden, mit deren Hilfe auch andere Abteilungen ihren Beitrag zur Gestaltung eines im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit optimierten Produkts leisten können. Für die Identifikation der Potentiale eines überbetrieblichen Umweltmanagement für die Konstruktion sind daher die Informationen zu untersuchen, die an Schnittstellen zu den o.g. Bereichen übergeben werden. Hieraus können konkrete Potentiale abgeleitet werden. Im einzelnen wird folgende Vorgehensweise gewählt:

Zunächst werden Eingangsinformationen aus den verschiedenen Unternehmensbereichen in die Konstruktion ermittelt, und deren umweltbezogene Relevanz grob abgeschätzt. Die Potentiale eines überbetrieblichen Umweltmanagement resultieren aus den Maßnahmen, die auf Basis der überbetrieblich bereitgestellten Informationen zur Unterstützung einer Entwicklung ressourcenschonender Produkte durchgeführt werden können.

Die in der Konstruktion erarbeiteten Ergebnisse werden als Ausgangsinformationen im Rahmen des überbetrieblichen Umweltmanagement weitergegeben werden, um damit indirekt Potentiale des überbetrieblichen Umweltmanagement für andere externe Unternehmensbereiche abzuleiten.

Eine detailliertere Auflistung und Bewertung der Ein- und Ausgangsinformationen ist nur mit direktem Produkt- und Unternehmensbezug sinnvoll. Die im folgenden dargestellten Ein- und Ausgangsinformationen sowie die umweltbezogenen Relevanzen dieser Informationen stellen eine grobe Einordnung für technische Produkte dar, die für bestimmte Branchen und Produktfamilien konkretisiert und erweitert werden muss. Essentiell an dieser Stelle ist die systematische Vorgehensweise, nach der Po-

tentiale auf Basis der umweltrelevanten Eingangsinformationen aus dem überbetrieblichen Umweltmanagement ermittelt werden können. Für die Konstruktion relevante Informationen anderer Unternehmensbereiche ergibt sich Bild 5:

Eingangsinformationen für die Konstruktion		
Verantwortliche Unternehmensfunktionen	Eingangsinformationen	Umwelt-Relevanz
Marketing	Markt- / Messeberichte Konkurrenz kataloge Marktprognosen / -trends	● ○ ●
Vertrieb	Kundenanforderungen Lastenheft Lieferbedingungen	● ●
Normstelle	Abnahmevorschriften Patentvorschriften Gesetze, Normen Formelsammlung Werksnormen	● ● ● ○ ●
Einkauf	Materialkataloge Bauteil- / Produktionskataloge	● ●
Versand	Verpackungsart Transportvorschriften Transportmittel	● ● ●
Produktion • Arbeitsvorbereitung • PPS	Technologische Möglichkeiten Fertigungsprozesse / Anforderungen Betriebsmitteldaten Montageprozesse / Anforderungen Kostendaten Produktionsdaten Wiederholteile Kapazitäten	● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Bilanzierung & Controlling	Ressourcenverbrauch	○

Legende:
● hoch
○ mittel
○ gering

© Opus-Konsortium, WZL der RWTH Aachen

Das Marketing stellt zum einen Markt- und Messeberichte sowie Konkurrenz kataloge an die Konstruktion bereit. Diese besitzen nur indirekten Einfluss auf die Umwelteigenschaften des zu entwickelnden Produkts, da keine detaillierten Umweltdaten über Wettbewerbsprodukte dargestellt werden. Die ebenfalls vom Marketing gelieferten Marktprognosen und -trends beinhalten Informationen über umweltbezogene Anforderungen des Marktes, so z.B. über die Bereitschaft, für umweltgerechtere Produkte einen höheren Preis zu zahlen.

In den vom Vertrieb bereitgestellten Kundenanforderungen sowie dem Lastenheft wird das Produkt in seiner Funktion und teilweise auch in der Art und Weise der Funktionserfüllung determiniert. Damit werden auch umweltbezogene Eigenschaften für alle Lebensphasen des Produktes beschrieben. Die Lieferbedingungen beziehen sich nicht direkt auf das Produkt, sondern nur auf den evtl. notwendigen Transport und die daraus resultierenden Verpackungsanforderungen.

Von der Normstelle erhält die Konstruktionsabteilung Informationen über Normen, Abnahmevorschriften, Gesetze und Patentschriften. Diese Informationen haben einen direkten Einfluss auf die umweltgerechte Gestaltung des Produkts.

Materialkataloge, Bauteil- und Produktionskataloge sowie Ressourcenmatrizen werden der Konstruktion vom Einkauf zur Verfügung gestellt. Aus diesen Unterlagen müssen die Umwelteigenschaften der Zukaufteile und Materialien hervorgehen.

Aus den vom Versand zur Verfügung gestellten Informationen hinsichtlich Verpackungsart und Transportmittel lassen sich direkt Angaben zu Ressourcenbedarfen und Emissionen ableiten. Die

Transportvorschriften betreffen das zu konstruierende Produkt nur mittelbar.

Die von der Produktion - speziell der Arbeitsvorbereitung und der Produktionsplanung und Steuerung (PPS) - zur Verfügung gestellten Informationen (wie z. B. technologische Möglichkeiten, Eigenschaften der Fertigungs- und Montageprozesse sowie Betriebsmitteldaten) besitzen eine hohe Relevanz für die umweltorientierte Produktgestaltung, insbesondere dann, wenn zusätzlich zu den bisher verfügbaren Informationen ergänzende Angaben, z. B. über die Umweltverträglichkeit von Fertigungsverfahren, geliefert werden.

Der Bereich Bilanzierung und Controlling liefert, basierend auf den Angaben der anderen Bereiche, Informationen über den Ressourcenbedarf. Dies ist von hoher Bedeutung für die umweltorientierte Produktgestaltung. Für andere Unternehmensbereiche relevante Informationen der Konstruktion:

Ausgangsinformationen	Umwelt-Relevanz	Verantwortliche Unternehmensfunktionen
Produktbeschreibung	○	Marketing
Virtuelles Produkt	○	
Erwartete Umweltdaten	●	
Technische Dokumentation	●	Vertrieb
Konstruktionsrichtlinien	○	Normstelle
Stücklisten	●	Einkauf
Termine	○	
Verpackungsanweisung	○	Versand
3D Produktmodell	●	Produktion • Arbeitsvorbereitung • PPS
Zusammenstellungszeichnung	●	
Einzelteilzeichnung	●	
Stückliste	●	
Prüfzeichnung	○	
Auftragsdaten	○	
Stückliste	●	
Zeichnungen	●	Bilanzierung & Controlling
Erwartete Umweltdaten	●	

Legende:
● hoch
○ mittel
○ gering

© Opus-Konsortium, WZL der RWTH Aachen

Die von der Konstruktion an das Marketing gelieferten Informationen über die zu erwartenden Umweltdaten können als Kaufargumente genutzt werden, um bestimmte Märkte oder Kundengruppen bereits frühzeitig von der Umweltgerechtigkeit der Produkte zu überzeugen.

Dem Vertrieb stellt die Konstruktion eine technische Dokumentation zur Verfügung. Aufgrund der enthaltenen Informationen zum Produkt und zu dessen Einsatzmöglichkeiten besteht hier eine gute Möglichkeit, die umweltgerechte Nutzung, Wartung und Entsorgung des Produktes zu beeinflussen.

Konstruktionsrichtlinien zur umweltgerechten Produktgestaltung werden an die Normenstelle zur detaillierten Dokumentation und Distribution weitergegeben.

Anhand der dem Einkauf zur Verfügung gestellten Stücklisten kann eine gezielt umweltorientierte Auswahl von Lieferanten getroffen werden.

Die an den Versand weitergegebenen Verpackungsanweisungen enthalten nur mittelbar Informationen über umweltrelevante Eigenschaften des Produkts. Da jedoch auch die Verpackung einen Einfluss auf die gesamte Umweltverträglichkeit eines Produkts im Rahmen seines Lebenszyklus hat, können Ressourcen z.B. durch den Einsatz von Mehrwegverpackungen geschont werden.

In der Produktion kann die Arbeitsvorbereitung und die PPS auf Basis der im 3D-Produktmodell, in

den Einzelteil- und den Zusammenstellungszeichnungen und in der Stückliste enthaltenen Informationen umweltgerechte Fertigungs- und Montageverfahren planen und durchführen. Die ebenfalls übermittelten Auftragsdaten wie z.B. Stückzahlen und Termine beeinträchtigen stark die Auswahl geeigneter Herstellverfahren.

Die Konstruktionsabteilung gibt an das Bilanzierung und Controlling die erwarteten Umweltdaten des entwickelten Produkts weiter, damit dort ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden kann.

Die dargestellten Ein- und Ausgangsinformationen bilden die Basis, auf der die folgenden Potentiale des überbetrieblichen Umweltmanagements für die Konstruktion abgeleitet werden.

Potentiale:

- Reduktion von Ressourcenbedarfen durch Berücksichtigung umweltrelevanter Informationen in der Produktentwicklung
- Auswahl umweltorientierter Zukaufteile
- Unternehmensübergreifende umweltorientierte Konstruktionsrichtlinien
- Schaffung von umweltorientierten Entwicklungskooperationen

3.2 Reduktion von Ressourcenbedarfen

Zielsetzung

Mit der Berücksichtigung umweltrelevanter Informationen über den gesamten Produktlebenszyklus bei der Entwicklung von Produkten kann eine Reduzierung des Material- und Energiebedarfs erreicht werden. Da durch lassen sich i.d.R. auch ökonomische Einsparungen erzielen. Nur selten wird mit der Reduzierung des Material- und Energiebedarfs eine Erhöhung der Produktkosten verursacht, z.B. durch die Verwendung umweltfreundlicherer, aber teurerer Materialien. Das überbetriebliche Umweltmanagement unterstützt den Austausch der umweltbezogenen Informationen mit Kooperationspartnern.

Vorgehensweise zur Erschließung

Von Kooperationspartnern werden umweltorientierte Informationen über technologische Möglichkeiten, sowie Fertigungs- und Montageprozesse zur Verfügung gestellt. Bei der Festlegung der Produkteigenschaften, werden diese Informationen genutzt, um die gesamten Ressourcenbedarfe für das zu entwickelnde Produkt frühzeitig abzuschätzen und die Umweltverträglichkeit präventiv zu optimieren. Mit Hilfe von Daten z.B. über die Hilfsstoff- und Energiebedarfe von Fertigungsverfahren können bereits frühzeitig umweltrelevante Effekte bei der Herstellung des Produkts berücksichtigt werden.

Schnittstellen und Wechselwirkungen mit anderen Unternehmensfunktionen

Eine effiziente Reduktion von Ressourcenbedarfen erfordert eine umfassende Informationsbereitstellung aus unternehmensinternen und –externen Bereichen. Auf Basis dieser Informationen lassen sich ressourcenoptimale Produktkonzepte ableiten. Zur Erreichung des Potentials sind die in Tabelle 1 dargestellten Maßnahmen an den internen und externen Schnittstellen durchzuführen.

Reduktion von Ressourcenbedarfen durch Berücksichtigung umweltrelevanter Informationen in der Produktentwicklung	
Umweltbezogene Auswirkungen	Ökonomische Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung von Materialbedarf über den gesamten Produktlebenszyklus • Reduzierung des Energiebedarfs über den gesamten Produktlebenszyklus 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung des Entwicklungsaufwands • Geringerer Ressourcenverbrauch kann zu niedrigeren Produktkosten führen • bessere Marketingargumente durch umweltgerechtere Produkte

Schnittstellen		
Unternehmensfunktion	Intern	Extern
Konstruktion		Umweltbezogene Bewertung der von Entwicklungspartnern konstruierten Produkte
Arbeitsvorbereitung	Interne umweltbezogene Informationen über Produktionsprozesse	Externe umweltbezogene Informationen über Produktionsprozesse
Produktionsplanung und -steuerung	Interne umweltbezogene Informationen über Produktionsfaktoren	Externe umweltbezogene Informationen über Produktionsfaktoren
Bilanzierung & Controlling	Abstimmung der Ressourcenklassen und Bewertungsmaßstäbe	Übernahme von Informationen zum Ressourcenbedarf bei externer Herstellung

Restriktion und Voraussetzungen: Für den überbetrieblichen Austausch umweltbezogener Informationen muss eine standardisierte Beschreibung der Ressourcen und ein Bewertungsmaßstab für Ressourcenbedarfe festgelegt werden, damit eine Verknüpfung der Informationen und damit eine frühzeitige umweltbezogene Bewertung des Produktes möglich wird.

3.3 Auswahl von Zukaufteilen

Zielsetzung: Material-, Bauteil- und Produktionskataloge enthalten i.d.R. nur Angaben zu technischen Eigenschaften. Wenn jedoch im Rahmen eines überbetrieblichen Umweltmanagements auch umweltrelevante Informationen über Zukaufteile weitergegeben werden, erlaubt dies dem Konstrukteur, durch die gezielte Auswahl von umweltgerechten Zukaufteilen die Umwelteigenschaften des gesamten Produktes zu verbessern.

Vorgehensweise zur Erschließung: Zur Bereitstellung von umweltrelevanten Informationen über Zukaufteile muss zunächst eine Liste umweltrelevanter Kriterien erarbeitet werden. Diese Liste dient als gemeinsamer Bewertungsmaßstab für Hersteller und Verwender der Zukaufteile.

Schnittstellen und Wechselwirkungen mit anderen Unternehmensfunktionen: Schnittstellen bestehen hier vor allem zu folgenden Abteilungen der Zulieferer:

- Konstruktion/ Vertrieb: Die Konstruktion der Zulieferer sammelt umweltbezogene Informationen bei der Entwicklung ihrer Produkte. Diese Informationen werden vom Vertrieb weitergegeben.
- Produktionsplanung und -steuerung : In der PPS werden Zukaufteile im Rahmen der Materialwirtschaft disponiert. Hier können umweltrelevante Informationen bei der Lieferantenauswahl ge-

nutzt werden.

- Bilanzierung und Controlling: Das B&C des externen Zulieferers aggregiert die umweltrelevanten Informationen des Zukaufteils und gibt diese an die Konstruktion und den Vertrieb weiter.

Auswahl umweltorientierter Zukaufteile	
Umweltbezogene Auswirkungen	Ökonomische Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung von Umwelteigenschaften des gesamten Produkts durch gezielte Auswahl umweltorientierter Zukaufteile 	<ul style="list-style-type: none"> • Evtl. teurere Zukaufteile bei besseren umweltbezogenen Eigenschaften.

Schnittstellen		
Unternehmensfunktion	Intern	Extern
Konstruktion		Bereitstellung umweltbezogener Informationen über Zukaufteile (auch Vertrieb des Zulieferanten)
Arbeitsvorbereitung	Make or Buy Entscheidung mit umweltbezogener Bewertung in Abstimmung mit der Konstruktion	Externe umweltbezogene Informationen über Produktionsprozesse
Produktionsplanung und -steuerung	Informationen über Stückzahlen, Losgrößen und Termine	
Bilanzierung & Controlling		Umweltbezogene Bilanzierung des Zukaufteils

Restriktion und Voraussetzungen (z.B. aufgrund des Unternehmenstyps)

Die Verwendung gleicher Bewertungsmaßstäbe bei allen Kooperationspartnern und Zulieferern ist erforderlich, da ansonsten keine vergleichbaren Bewertungsergebnisse vorliegen würden.

3.4 Unternehmensübergreifende Konstruktionsrichtlinien

Zielsetzung: Durch umweltorientierte Konstruktionsrichtlinien können sowohl Energie- und Materialbedarfe als auch Abfälle und Emissionen reduziert werden, die im Rahmen der Produktion oder in nachfolgenden Produktlebensphasen anfallen. In diesen Konstruktionsrichtlinien werden Hinweise auf den Einsatz von zu bevorzugenden Materialien, Herstell- und Entsorgungsprozessen und die damit verbundenen konstruktiven Anforderungen gegeben. Damit bei verteilter Entwicklung und Herstellung keine Widersprüche auftreten, sind die Konstruktionsrichtlinien unternehmensübergreifend abzustimmen. Sie können sich beispielsweise auf die Einsparung von Material oder die spätere problemlose Demontierbarkeit des zu konstruierenden Produktes beziehen. Auch können solche Konstruktionsrichtlinien auf spezielle, umweltfreundliche Fertigungsverfahren ausgerichtet sein.

Vorgehensweise zur Erschließung: Aus der Kenntnis über die umweltorientierten Auswirkungen von Entscheidungen im Konstruktionsprozeß können Konstruktionsrichtlinien abgeleitet werden, die auf die umweltorientierte Verträglichkeit des Produkts oder der einzelnen Komponenten ausgerichtet sind. Sie werden zunächst für das eigene Unternehmen abteilungsübergreifend erarbeitet. Dabei leisten die Arbeitsvorbereitung und die Produktionsplanung und -steuerung Beiträge zur Abschätzung der technischen Machbarkeit. Bilanzierung und Controlling schätzen die umweltbezogenen Potentiale bei

der Anwendung der Richtlinien ab. Die verteilt ermittelten Konstruktionsrichtlinien werden unternehmensübergreifend zusammengetragen und verglichen. Unterschiede werden diskutiert, um Maßnahmen zur Optimierung der gemeinsam zu nutzenden Konstruktionsrichtlinien abzuleiten.

Schnittstellen und Wechselwirkungen mit anderen Unternehmensfunktionen: Abstimmungsbedarfe bestehen vor allem mit Konstruktionsabteilungen der Kooperationspartner.

Unternehmensübergreifende umweltorientierte Konstruktionsrichtlinien	
Umweltbezogene Auswirkungen	Ökonomische Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung des Energiebedarfs • Reduzierung des Materialeinsatzes 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung von Entwicklungszeiten und –kosten durch Nutzung der Richtlinien • Verringerung von umweltbezogenen Kosten, z.B. für Entsorgung

Schnittstellen		
Unternehmensfunktion	Intern	Extern
Konstruktion		Abstimmung mit den Konstruktionsabteilungen der Kooperationspartner zur Erstellung der Konstruktionsrichtlinien
Arbeitsvorbereitung	Technische Machbarkeiten	
Produktionsplanung und -steuerung	Restriktionen der Produktion z.B. bestehende Maschinen, Anlagen	
Bilanzierung & Controlling	Abschätzung der umweltbezogenen Potentiale	

Restriktion und Voraussetzungen: Bei der Ableitung von kooperationsweiten umweltorientierten Konstruktionsrichtlinien müssen existierende Restriktionen der involvierten Unternehmen berücksichtigt werden, wie z.B. existierende Konstruktionsrichtlinien oder Vorgaben bezüglich Produktqualität.

3.5 Schaffung von umweltorientierten Entwicklungskooperationen

Zielsetzung: Im Rahmen von Entwicklungskooperationen wird eine Vielzahl von Informationen zwischen den beteiligten Unternehmen ausgetauscht. Die wichtigste Rolle als Informationsempfänger und –lieferant spielen hierbei die Konstruktionsabteilungen. Die bislang im Rahmen von Kooperationen ausgetauschten Informationen beziehen sich i.d.R. auf technische Produktmerkmale, Termine usw.. Durch ein überbetriebliches Umweltmanagement würde für Entwicklungskooperationen die Möglichkeit geschaffen, neben ökonomischen und technischen Zielsetzungen auch eine ökologische Orientierung zu realisieren.

Ziel von umweltorientierten Entwicklungskooperationen ist vor allem die Reduzierung der Ressourcenbedarfe sowie der Abfälle und Emissionen im Produktlebenszyklus. Darüber hinaus werden auch ökonomische Ziele verfolgt, vor allem im Hinblick auf die Verringerung der Kosten zur umweltorien-

tierten Produktgestaltung, aber auch bezüglich der Verbesserung der Marktsituation durch Erschließung neuer Märkte und Kundenkreise.

Vorgehensweise zur Erschließung: Durch die Informationen, die ein überbetriebliches Umweltmanagement zur Verfügung stellt, ist es möglich, Entwicklungskooperationen nicht nur nach den herkömmlichen Kriterien 'Kompetenz', 'Kosten' und 'Kapazität' zusammenzustellen, sondern auch im Hinblick auf die umweltorientierte Ausrichtung. Hierfür müssen der Stelle, die die Kooperation initiiert, die Informationen aus dem Umweltmanagement jedes Partners zur Verfügung gestellt werden, die für ein überbetriebliches Umweltmanagement relevant sind. Dabei handelt es sich beispielsweise um Angaben zum betrieblichen Umweltmanagement der Partner oder um Informationen über die Umweltverträglichkeit der eingesetzten Fertigungsverfahren (vgl. hierzu "Kooperationsmechanismen im überbetrieblichen Umweltmanagement").

Schnittstellen und Wechselwirkungen mit anderen Unternehmensfunktionen: Zur Schaffung von umweltorientierten Entwicklungskooperationen müssen in erster Linie die Konstruktionsabteilungen der Kooperationspartner miteinander kommunizieren.

Schaffung von umweltorientierten Entwicklungskooperationen	
Umweltbezogene Auswirkungen	Ökonomische Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung des Energieeinsatzes im Rahmen des Produktlebenszyklus • Reduzierung des Materialbedarfs 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhter Koordinationsbedarf • Verbesserung der Marktsituation durch Erschließung neuer Kunden und Märkte

Schnittstellen		
Unternehmensfunktion	Intern	Extern
Konstruktion		Gemeinsame Entwicklung von Produkten unter Berücksichtigung umweltorientierter Aspekte
Arbeitsvorbereitung		
Produktionsplanung und -steuerung		
Bilanzierung & Controlling		

Restriktion und Voraussetzungen (z.B. aufgrund des Unternehmenstyps)

Für die Etablierung umweltorientierter Entwicklungskooperationen sollten die zur Erschließung der bereits beschriebenen Potentiale notwendigen Maßnahmen implementiert werden. Sie stellen die Voraussetzung für eine effektive umweltorientierte Kooperation dar. Darüber hinaus muss wie bei allen Kooperationen eine Berücksichtigung einer evtl. Konkurrenzsituation sowie der Gefahr des Know-how-Abflusses erfolgen.

4 Aspekte umweltorientierter Arbeitsvorbereitung

4.1 Überblick

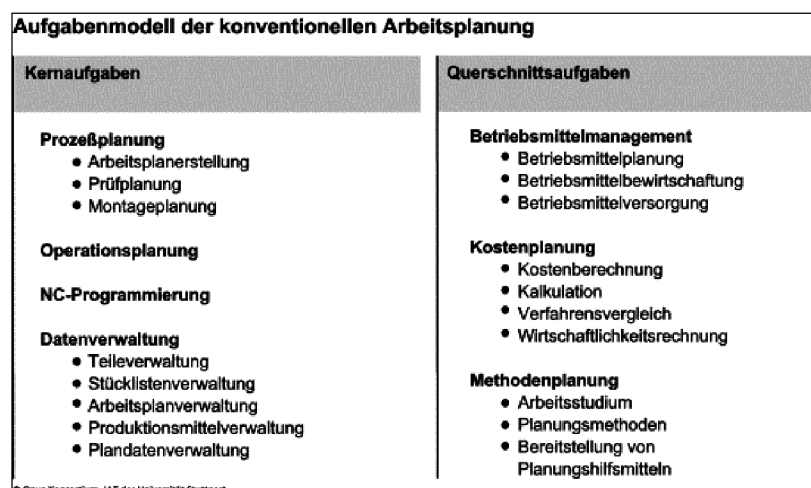
Die Gestaltung zukünftiger Prozesse, Produkte und Infrastrukturen nimmt einen zentralen Platz für die Bewältigung von Umweltproblemen ein [STI 95, S. 11]. Die Arbeitsvorbereitung definiert Fertigungsprozesse und gibt damit vor, in welcher Art und Weise die vorhandene Infrastruktur genutzt wird. Zusätzlich werden Konzepte für eine eventuelle Anpassung oder Erweiterung dieser erarbeitet. Die Arbeitsvorbereitung hat damit erheblichen Einfluß auf die Umweltrelevanz der Produktion.

Die Arbeitsvorbereitung besteht aus den Bereichen der Arbeitsplanung und der Arbeitssteuerung [EVE 97, S. 2f.]. Da die Arbeitssteuerung heute Teil der Produktionsplanung und -steuerung ist [HAC 89, S. 4], wird im folgenden nur die Arbeitsplanung näher betrachtet.

Die Aufgabe der Arbeitsplanung liegt darin, eingebettet in den gesamten Produktionsprozess, die auf Wiederholung angelegte, systematische Bildung von Kombinationen von Produktionsfaktoren mittels technischer und konzeptioneller Verfahren zur Realisierung eines bestimmten Sachziels zu definieren [ZAH 96, S. 66]. Noch erfolgt dies mit der Ausrichtung auf innerbetriebliche prozesstechnische Optimierung ohne die Möglichkeit der Abschätzung jeweiliger Auswirkungen auf die Umwelt über die Wertschöpfungskette hinweg [REP 97, S. 51]. Für das Ziel eines unternehmensübergreifenden produktionsintegrierten Umweltschutzes ist jedoch eine verstärkte Verzahnung zwischen vor- und nachgelagerten Produktionsbereichen sowie die Nutzung der Potentiale einer überbetrieblichen Einbindung und Verknüpfung mit anderen Unternehmen notwendig.

Beschreibung des Betrachtungsbereiches

Aufbauend auf den Arbeiten im Grundlagenprojekt wird im folgenden, die methodische Beschreibung und Erhebung von überbetrieblichen umweltorientierten Optimierungspotentialen in der Arbeitsplanung anhand eines Aufgabenmodells, welches die typischen Tätigkeiten der Arbeitsplanung beinhaltet, zu untersuchen. Zur Abbildung der charakteristischen Tätigkeiten der konventionellen Arbeitsplanung ist eine Auflösung der Gesamtaufgabe in Teilaufgaben vorzunehmen. Es wird hierbei in Kernaufgaben und übergreifende Querschnittsaufgaben



Kernaufgaben bewirken einen Arbeitsfortschritt im Wertschöpfungsprozess. Querschnittsaufgaben erreichen eine Integration und Optimierung der Kernaufgaben [LES 98].

Die Prozessplanung ist für die Generierung von Arbeits-, Prüf- und Montageplänen für die Fertigung

und Montage verantwortlich, welche auf Stücklisten und Zeichnungen aus der Konstruktion basieren. Der Arbeitsplan ist die aufgabenbezogene Beschreibung der notwendigen Tätigkeiten, die zur Produktion eines bestimmten Gutes benötigt werden [LAU 96, S. 225] und bildet die Grundlage für die Erstellung der auftragsabhängigen Arbeitspapiere. Die Operationsplanung ist das Bindeglied zwischen Prozessplanung und NC-Programmerstellung. Während die Prozessplanung auf der Ebene der Arbeitsvorgänge plant und arbeitsbezogen ist, detailliert die Operationsplanung bis zu den durch die Spannlagen und Werkzeugwechsel begrenzten Bearbeitungsabläufe [EVS 96, S. 7ff.]. Die Programmierung von NC-Werkzeugmaschinen entspricht im wesentlichen einer sehr detaillierten Arbeitsplanerstellung, da im Rahmen der Planung alle für die automatische Fertigung erforderlichen Informationen bereitgestellt werden müssen [EVE 97, S. 78f.] .

Die Inhalte der Querschnittsaufgaben können wie folgt zusammen gefasst. Das Betriebsmittelmanagement umfasst die Aufgaben der Betriebsmittelplanung, -bewirtschaftung und -versorgung bzw. den Betriebsmitteleinsatz. Betriebsmittel sind die Gesamtheit der Anlagen, Geräte und Einrichtungen, die zur betrieblichen Leistungserstellung dienen. Während durch das betriebliche Rechnungswesen eine Kontrolle der Kosten vorgenommen wird, ist es das Ziel der Kostenplanung in der Arbeitsvorbereitung, durch planerische Maßnahmen eine Minimierung bzw. Optimierung der Ausgaben bei der Verursachung und Festlegung zu erreichen. Die Aufgabe der Methodenplanung ist die Planung und Entwicklung neuer Methoden, Verfahren und Hilfsmittel sowohl für die Fertigung als auch für die Arbeitsplanung selbst.

Identifikation der Potentiale

Das beschriebene Aufgabenmodell des Betrachtungsraumes wurde auf überbetriebliche Aspekte untersucht. Die Prozessplanung hat Entscheidungen mit möglichen Umweltauswirkungen über die Unternehmensgrenzen hinaus zu treffen. Dies gilt vor allem im Rahmen der Arbeitsplanerstellung mit ihren Möglichkeiten der Einbindung von Fremdfertigern oder der unternehmensübergreifenden Wiederverwendung von Reststoffen. Weiter wird die Demontageplanung, welche erst durch eine frühzeitige und regelmäßige Kontaktpflege zu Kooperationspartnern im Recyclingbereich effizient arbeiten kann, in die Untersuchung.



Schließlich entstehen durch eine überbetriebliche Nutzung bzw. einen unternehmensübergreifenden Einsatz von Betriebsmitteln umweltorientierte Optimierungspotentiale.

- Umweltorientierte Arbeitsplanerstellung
- Demontageplanung
- Umweltorientiertes Betriebsmittelmanagements

4.2 Arbeitsplanerstellung

Zielsetzung: In der Prozessplanung ist die Arbeitsplanerstellung mit den Teilfunktionen der Ausgangsteilebestimmung, Arbeitsvorgangsfolgermittlung und Fertigungsmittelauswahl die zentrale operative Aufgabenstellung, welche auch über Potentiale zur überbetrieblichen umweltorientierten Optimierung verfügt.

Die Ausgangsteilebestimmung determiniert Rohteilart und Rohteilabmessung unter Berücksichtigung von technologischen, wirtschaftlichen und zeitlichen Kriterien. Die Stückliste aus der Konstruktion beinhaltet die dazu notwendigen Informationen [HIN 96, S. 5] und [VDI 92, S. 6]. Hier können anfallende Abfallmengen durch eine günstige Bestimmung der Rohteileabmessungen gesenkt werden. Auch die Wiederverwendung von Recyclingmaterialien wird von dieser Funktionalität beeinflusst.

Im Rahmen der Arbeitsplanung werden Entscheidungen über eine Fremdvergabe von Bearbeitungsaufgaben gefällt [EVE 97, S. 95f.]. Diese ist im Bezug auf die Umwelt dann relevant, wenn der Fremdfertiger ein Teil umweltfreundlicher herstellen kann und die Vergabe keine ökonomischen Nachteile nach sich zieht.

Vorgehensweise zur Erschließung: Zur Auswahl eines Fremdfertigers sind dessen Herstellungsverfahren neben ökonomischen auch nach Umweltkriterien zu beurteilen. D.h. es muss ermittelt werden, welcher Lieferant das umweltfreundlichste Herstellungsverfahren bzgl. Material-, Hilfsstoff- und Betriebsstoffverbrauchs sowie Energiebedarfs bietet [MÜL 95, S. 106]. Die Transportaufwendungen, die der Bezug mit sich bringt, sind mit zu berücksichtigen.

Zur umweltorientierten Optimierung sind bei der Ausgangsteilebestimmung nach Möglichkeit sortenreine Rohstoffe auszuwählen. Weiter ist in einem ökonomisch und umweltbezogen sinnvollen Rahmen ein hoher Einsatz an Sekundärrohstoffen anzustreben. Die Abmessungen der von Zulieferern beschafften Rohmaterialien sind so zu bestimmen, dass bei der Fertigung des für die Montage benötigten Teils der Reststoffanfall minimiert und eine umweltfreundliche Entsorgung bzw. umgehendes Recycling gewährleistet werden kann.

Schnittstellen und Wechselwirkungen: Aufgrund der geringen Spielräume durch die meist restriktiven Vorgaben von der Konstruktion muss jeder aus Umweltgründen heraus motivierte Änderungswunsch mit der Konstruktion und dem Lieferanten abgestimmt werden [FEL 97, S. 77]. Dies gilt insbesondere für die Substitution von Ausgangsstoffen.

Umweltorientierte Arbeitsplanerstellung durch entsprechende Ausgangsteilebestimmung, Arbeitsvorgangsfolgermittlung und Fertigungsmittelauswahl	
Umweltbezogene Auswirkungen	Ökonomische Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none"> • verbesserte Kreislaufführung • verringertes Abfallvolumen 	<ul style="list-style-type: none"> • geringere Abfallgebühren • Einsparungen durch Verwendung von Sekundärrohstoffen

Schnittstellen		
Unternehmensfunktion	Intern	Extern
Konstruktion	Verwendbarkeit von Ersatzstoffen prüfen	
Arbeitsvorbereitung	Einplanung von sortenreinen Rohstoffen, Sekundärrohstoffen mit möglichst adäquaten Abmessungen, Mengen u.a. Prüfung einer Fremdvergabe von Arbeitsvorgängen	Informationen über anfallende Produktionsrückstände
Produktionsplanung und -steuerung	Qualitativer Bedarf an Sekundär- bzw. Ersatzstoffen	Informationen bzgl. Fremdfertiger
Bilanzierung & Controlling	Prozessbezogene Bewertung der eingesetzten Materialien	Produktdatenblatt

Restriktionen und Voraussetzungen: Nicht immer lassen sich die von der Konstruktion vorgegebenen Rohstoffe durch Sekundärrohstoffe externer Recyclingdienstleister ersetzen. Dies kann zum einen die Qualität des Produktes negativ beeinflussen und zum anderen kann diese Substitution auch Einfluss auf das äußere Erscheinungsbild haben und damit Designfragen bzw. Verkaufsprobleme aufwerfen [PFN 95, S. 77]. Auch die beschränkten Bearbeitungsmöglichkeiten des vorhandenen Maschinenparks setzen der Verwendung von Alternativstoffen Grenzen.

Im Rahmen der Beschaffung scheint aufgrund der gleich bleibenden Qualitätsanforderungen eine „single sourcing“-Strategie sinnvoll, deren wesentliches Merkmal die Notwendigkeit des Vertrauens zwischen Lieferant und Abnehmer ist [ARN 95]. Dies bezieht sich hier vor allem auf die umweltspezifischen Informationen.

4.3 Demontageplanung

Zielsetzung: Die Demontageplanung definiert, ähnlich wie dies in der Arbeitsplanerstellung der Fall ist, Vorgehensweisen in Arbeitsvorgängen, denen Fertigungsmittel zugeordnet sind, die hier in der Lage sind, Altprodukte zu demontieren. Die Demontage ist unter Einbeziehung eigener Betriebsmittel auf die Montage abzustimmen. Ist eine interne Demontage nicht möglich, so ist frühzeitig ein externer Dienstleister mit einzubeziehen. Nur so kann garantiert werden, dass ein einfach zu demontierendes und damit günstig zu recycelndes Produkt entsteht.

Vorgehensweise zur Erschließung: Die rechtzeitige Einbindung von Recyclingdienstleistern ist unter zwei Gesichtspunkten wichtig. Zum einen können so mögliche Recyclingmaterialien wieder in die eigene Produktion eingesteuert werden und zum anderen ist auch eine direkte Weiterleitung recycelbarer Reststoffe aus der Fertigung realisierbar. Damit soll versucht werden, den Stoffkreislauf an verschiedenen Stellen zu schließen.

Die Auswahl eines Kooperationspartners erfolgt neben ökonomischen Aspekten auch nach Kriterien der Umweltrelevanz, dessen technologischen Fähigkeiten sowie nach den anfallenden Transportaufwendungen.

Schnittstellen und Wechselwirkungen: Da der externe Dienstleister zur frühzeitigen Planung einer effizienten Demontage der Altprodukte Informationen über diese benötigt, ist eine Schnittstelle zur

Konstruktion zu schaffen. Eventuell kann über diese Schnittstelle sogar eine Verbesserung der Demontagefreundlichkeit erzielt werden.

Umweltorientierte Demontageplanung	
Umweltbezogene Auswirkungen	Ökonomische Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none"> Senkung der zu entsorgenden Abfälle durch höhere Wiederverwendungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> Einsparungen durch höhere Wiederverwendungsrate

Schnittstellen		
Unternehmensfunktion	Intern	Extern
Konstruktion	Rückkopplung, um Vorschläge zur Verbesserung der Demontagefreundlichkeit zu prüfen	
Arbeitsvorbereitung	Abgleich der Demontagemöglichkeiten mit einem Dienstleister	Abgleich der Demontagemöglichkeiten mit dem Unternehmen
Produktionsplanung und -steuerung		
Bilanzierung & Controlling	Bewertung der eingesetzten Verfahren	

Restriktionen und Voraussetzungen: Die Demontageplanung benötigt umgekehrt Informationen über den potentiellen externen Demontage-Dienstleister. Dazu ist eine gute und vertrauensvolle Zulieferer/Kunde Beziehung erforderlich, da zuverlässige Daten eine notwendige Bedingung für die Effizienz dieses Vorgehens sind.

4.4 Umweltorientiertes Betriebsmittelmanagement

Zielsetzung: Im Rahmen des Betriebsmittelmanagements sind zum einen Transportmittel (z.B. Lkw-Flotte) für die überbetriebliche Logistik näher zu betrachten. Zum anderen ist auch die unternehmensübergreifende Nutzung von Ressourcen (z.B. Heizkraftwerk, Demontage- und Recyclinganlage, Kläranlage o.ä.) Bestandteil dieses Blickfeldes. Schließlich und endlich können ebenfalls einzelne überbetrieblich eingesetzte Betriebsmittel (z.B. Maschinen, die große Investitionen erfordern, aber umweltfreundlicher als andere zu nutzen sind) ein Optimierungspotential unter ökonomischen und Umweltgesichtspunkten darstellen.

Vorgehensweise zur Erschließung: Eine denkbare Nutzung des Potentials unter umweltrelevanten Gesichtspunkten kann im Falle der Transportlogistik durch eine Szenarienbildung für die möglichen Arbeitsvorgangfolgen analysiert werden. Es ist zu untersuchen, zu welchen Zeitpunkten die Einbindung der Zulieferung durch welchen Lieferanten oder Fremdfertiger und wann der Einsatz eigener Transportmittel unter Umweltgesichtspunkten optimal ist.

Davon ausgehend, dass Unternehmen, welche in einer langfristigen Zulieferbeziehung stehen, Bedarf an einer Ressource im Sinne einer Anlage zur Stromgewinnung o.ä. bzw. einem Betriebsmittel haben und diese unternehmensübergreifend installiert werden könnte, so ist unter ökonomischen wie Umweltgesichtspunkten eine Prüfung einer gemeinsamen Anschaffung sinnvoll.

Schnittstellen und Wechselwirkungen: Die notwendige Bewertung der Transportvorgänge erfordert eine Datenverwaltung der entsprechenden Informationen [PFN 95, S. 118]. Dazu gehören für den Transport die Entfernung, das Transportmittel und das Transportgewicht. Durch die Unternehmensfunktion Bilanzierung und Controlling kann basierend auf entsprechenden Daten eine Einstufung der verschiedenen Transportmöglichkeiten vorgenommen und die günstigste Alternative ermittelt werden.

Ein Betriebsmittel unternehmensübergreifend zu nutzen, erfordert einen erhöhten Planungsaufwand, da dabei eine zusätzliche Abstimmung mit dem Kooperationspartner unabdingbar ist.

Umweltorientiertes Betriebsmittelmanagement	
Umweltbezogene Auswirkungen	Ökonomische Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none"> • geringerer Emissionsausstoß • geringere Flächenversiegelung 	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Planungsaufwendungen • geringere Investitionen

Schnittstellen		
Unternehmensfunktion	Intern	Extern
Konstruktion		
Arbeitsvorbereitung	Erstellung möglicher Szenarien (mit qualitativen Größen)	
Produktionsplanung und -steuerung	Einsteuierungszeitpunkt und quantitativer Bedarf	
Bilanzierung & Controlling	Bewertung von Transportvarianten und Investitionsplanung unter Umweltgesichtspunkten	Produktdatenblatt

Restriktionen und Voraussetzungen: Dabei sind die folgenden Aspekte von besonderer Wichtigkeit: Minimierung der Lagerung bzw. Lagerdauer von Gefahrstoffen, möglichst unmittelbare Weiterverarbeitung von Rohstoffen mit begrenzter Haltbarkeit und die Optimierung der Anlieferungen bzgl. mehrfach benötigter Materialien. Um dies gewährleisten zu können, sind konkrete Angaben von Zulieferern und das dazugehörige Wissen im eigenen Hause notwendig.

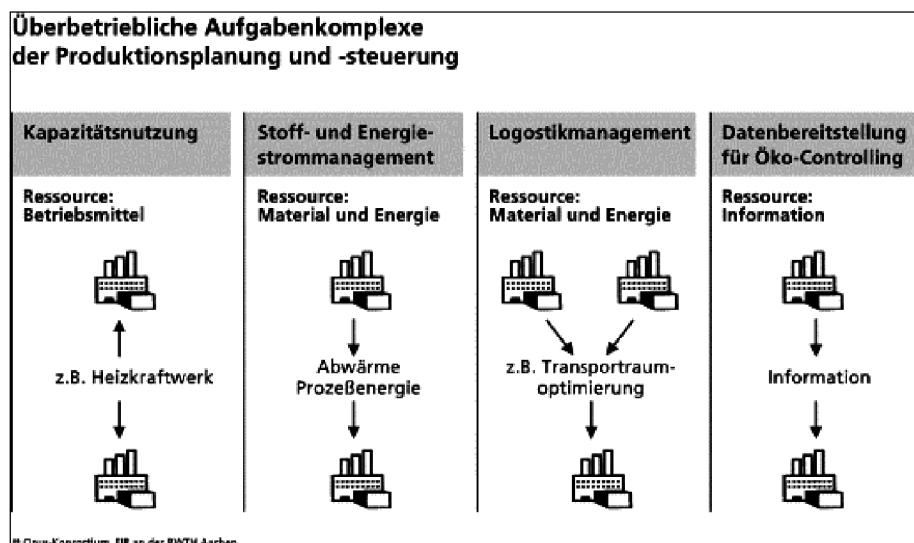
Die gemeinsame Errichtung und Nutzung einer Ressource, wie z.B. einem Heizkraftwerk durch zwei oder mehrere Unternehmen bedarf einer langfristigen Planung und Investitionsentscheidung.

5 Aspekte umweltorientierter Produktionsplanung und -Steuerung

5.1 Überblick

Der Aufgabenbereich der konventionellen Produktionsplanung und -steuerung (PPS) umfasst die Planung und Steuerung sämtlicher dispositiver Prozesse bezüglich Mengen-, Termin- und Kapazitätszielen im Unternehmen [MUC 95, S.200]. Der Planungsbereich bezieht sich dabei in der Regel auf ein Unternehmen. In der Praxis gewinnen jedoch Unternehmenskooperationen zunehmend an Bedeutung, sowohl im Bereich der Produktentwicklung, als auch im Bereich der Produktion. Für die Realisierung eines produktionsintegrierten Umweltschutzes muss statt der Erreichung von Suboptima in den einzelnen Unternehmen ein überbetriebliches Gesamtoptimum angestrebt werden. Bezogen auf das Gestaltungsfeld der PPS kann dieses Potential nur durch eine überbetriebliche Synchronisation bzw. Koordination von umweltorientierten Kapazitäten sowie von Stoff-, Energie- und Informationsströmen erschlossen werden [vgl. VOG 95, S. 39].

Der PPS kommt somit im Rahmen der umweltorientierten Kooperation von Unternehmen die Aufgabe zu, die unternehmensübergreifende, ökologierelevante Kapazitätsnutzung sowie die Stoff- und Energieströme zu planen, zu steuern und zu überwachen (siehe Bild 1). Als Basis dieser erweiterten dispositiven Prozesse müssen daher die erforderlichen Informationsströme aufgebaut und EDV-technisch unterstützt werden. Im folgenden werden organisatorische und informationstechnische Lösungsansätze dargestellt und erläutert, die im Rahmen des überbetrieblichen Umweltmanagements in die Produktionsplanung und -steuerung zu integrieren sind.



Zunächst werden die Aufgabenkomplexe dargestellt, die Potentiale für das überbetriebliche Umweltmanagement der PPS beinhalten. Darauf aufbauend erfolgt die Konzeption der erforderlichen Ergänzungen bezüglich der dispositiven Prozesse der PPS. Basis dieser Lösungsansätze bildet das Prozessmodell der umweltorientierten und innerbetrieblichen PPS. Die aufgezeigten Lösungsansätze für die Realisierung einer unternehmensübergreifenden, umweltorientierten PPS beziehen sich auf die drei möglichen Formen der horizontalen (gemeinsame Nutzung von umweltorientierten Ressourcen, z.B. Aufarbeitungsanlagen), der vertikalen (Zusammenarbeit im Kunden-Lieferanten-Verhältnis) und der diagonalen (Zusammenarbeit in der ausschließlichen Form von unternehmensübergreifenden Stoff- und Energieströmen) Kooperation [vgl. GRO 72, S. 2258].

Generell ist die ökologische und ökonomische Effizienz der konzipierten Lösungsansätze für das überbetriebliche Umweltmanagement um so höher, je größer der Wiederholgrad der Fertigung ist, durch den ein Betriebstyp gekennzeichnet ist. Je höher die Planungssicherheit bezüglich des Anfalls und Bedarfs von Stoffen, Energie und Kapazitäten ist, desto eher ist der Aufwand für die Realisierung einer überbetrieblichen, umweltorientierten Kooperation langfristig durch Nutzen kompensierbar [vgl. DIN 97, S.45]. Aus diesem Grund lassen Serien- bzw. Lagerfertiger, die durch höhere Planungstiefe bzw. größere Planungshorizonte gekennzeichnet sind, ein bevorzugtes Umsetzungsfeld für die Realisierung von Lösungsansätzen des überbetrieblichen Umweltmanagements erwarten.

Grundlegende Voraussetzungen für das überbetriebliche Umweltmanagement innerhalb der PPS bestehen darin, dass potentielle Kooperationspartner identifiziert worden sind, eine langfristige Zusammenarbeit angestrebt wird und kompatible Planungsphilosophien (Planungshorizont, -genauigkeit, -vorlauf) sowie standardisierte Schnittstellen der EDV-(PPS-) Systeme für den Datenaustausch bestehen.

Aufgabenkomplexe der überbetrieblichen, umweltorientierten PPS

Für die Wertschöpfungsprozesse bei der industriellen Produktion sind verschiedene Ressourcen notwendig. Die Realisierung eines unternehmensübergreifenden, produktionsintegrierten Umweltschutzes erfordert eine effiziente Nutzung der eingesetzten Ressourcen Material, Energie, Betriebsmittel und Informationen.

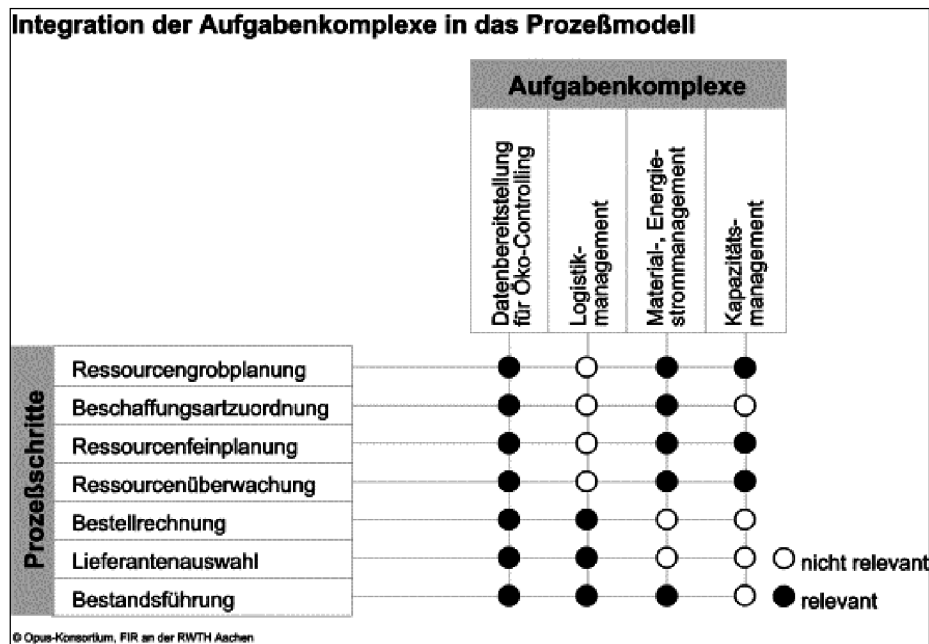
In Bezug auf die Ressource Betriebsmittel liegt das erschließbare Potential vor allem in der gemeinsamen Nutzung umweltorientierter Kapazitäten, wie zum Beispiel dem kooperativen Betrieb von Recycling- bzw. Entsorgungsanlagen (z. B. Kühlschmierstoffaufbereitungs- oder Kläranlagen).

Die effiziente Nutzung der Ressourcen Material und Energie kann durch ein umfassendes, unternehmensübergreifendes Stoff- und Energiestrommanagement sichergestellt werden [vgl. SCH 95, S. 80]. Beispiele hierfür sind der Einsatz von Produktionsabfällen als Sekundärrohstoffe (Weiterverarbeitung von Kunststoffangussstücken aus der CD-Produktion zu Einwegspritzen) bzw. die Nutzung von Produktionsabwärme als Prozessenergie.

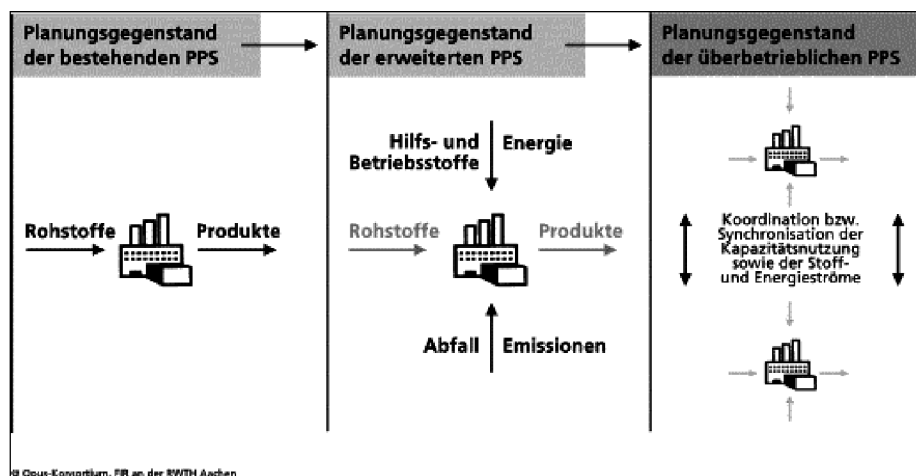
Voraussetzung für den Fluss der Ressource Material ist das Vorhandensein einer entsprechenden Logistik, die wiederum umweltrelevante Auswirkungen besitzt. Das hohe Schadschöpfungspotential des überbetrieblichen Transports erfordert daher ein systematisches Logistikmanagement durch die PPS [OPU 97]. Beispiele hierfür stellen das überbetriebliches Transportraummanagement sowie die gemeinsame Lagerbestandsführung von Abfällen bzw. Sekundärrohstoffen dar.

Für die Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozesse des überbetrieblichen Umweltmanagements spielt die Ressource Information eine zentrale Rolle. Im Rahmen der überbetrieblichen, umweltorientierten PPS ist daher die Datenbereitstellung für ein umweltorientiertes Controlling zur Informationserfassung und -bereitstellung notwendig. So stellt beispielsweise die Erarbeitung produktbezogener Öko-Bilanzen die Basis für eine umweltorientierte Beschaffungsartzuordnung (Produktbewertung) dar.

Die übergeordneten Aufgabenkomplexe des überbetrieblichen Umweltmanagements im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung werden folgendermaßen zusammengefasst:



Für die praktische Realisierung der genannten Aufgabenkomplexe sind jeweils spezifische Ergänzungen der dispositiven Prozesse der PPS vorzunehmen. Dazu werden die Aufgabenkomplexe in Teilaufgaben zerlegt und entsprechend ihrer zeitlich/ logischen Reihenfolge in das Prozessmodell der umweltorientierten Produktionsplanung und -steuerung integriert. Die konzipierten Erweiterungen bzw. Ergänzungen für die vier Aufgabenkomplexe werden im folgenden dargestellt und erläutert.



Potentiale:

- Überbetriebliches Kapazitätsmanagement
- Stoff- und Energiestrommanagement
- Logistikmanagement (Ressourcen: Material, Energie)
- Datenbereitstellung für das Öko-Controlling

5.2 Überbetriebliches Kapazitätsmanagement

Zielsetzung

Die Aufgabenstellung des überbetrieblichen Kapazitätsmanagements ist es, Bedarf und Angebot an unternehmensübergreifend genutzten ökologierelevanten Kapazitäten, d. h. Betriebs- bzw. Recyclingmitteln, zu ermitteln und aufeinander abzustimmen. Dieser Abstimmungsprozess muss analog zur unternehmensinternen Kapazitätsplanung iterativ und in mehreren Stufen mit zunehmendem zeit- und mengenbezogenem Detaillierungsgrad erfolgen.

Bei der Einführung eines überbetrieblichen Kapazitätsmanagements wird ein maximaler und gleichmäßiger Nutzungsgrad umweltorientierter Kapazitäten angestrebt. Dadurch kann z.B. die erforderliche kontinuierliche Auslastung von Recyclinganlagen realisiert werden. Ziel des überbetrieblichen Kapazitätsmanagements ist die Verringerung des Abfallaufkommens, sowie indirekt eine Reduzierung von produktionsbedingten Emissionen und des Primärrohstoff- bzw. -energieeinsatzes.

Vorgehensweise zur Erschließung

Die praktische Realisierung dieses Aufgabenkomplexes erfordert eine Grob- und Feinplanung sowie eine Überwachung der unternehmensübergreifend genutzten, umweltorientierten Ressourcen. Das unternehmensübergreifende Kapazitätsmanagement steht in engem Abstimmungsbedarf mit dem überbetrieblichen Stoff- und Energiestrommanagement.

Ressourcengrobplanung

Im Rahmen dieses Prozessschritts erfolgt eine langfristige und unternehmensübergreifende Koordination bzw. Synchronisation von umweltorientierten Kapazitäten. Der Planungshorizont beträgt dabei ca. drei bis 6 Monate. Im Vorfeld der Ressourcengrobplanung muss bereits die Identifikation potentieller Kooperationspartner erfolgt sein, die an einer gemeinsamen Nutzung von Kapazitäten interessiert sind. Auf Basis der Ergebnisse dieses Prozessschritts kann die weitere Ausgestaltung des Kooperationsbetriebs erfolgen.

Auftragsanonym sind das Kapazitätsangebot bzw. der -bedarf sowie deren zeitliche Verteilung bei den Kooperationspartnern zu ermitteln und abzustimmen. Aufgrund der i.d.R. begrenzten Kapazitäten kann es dabei zu Konkurrenzsituationen hinsichtlich der Nutzung zwischen den Kooperationspartnern kommen. Zur Vermeidung von Konflikten müssen daher präventiv entsprechende Entscheidungsregeln festgelegt werden.

Eingangsinformation der Ressourcengrobplanung sind die aus den Produktionsprogrammen bzw. Vergangenheitsdaten abgeleiteten Kapazitätsbedarfe sowie die aus wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen resultierenden Kapazitätsangebote. Ausgangsinformation des Schrittes sind die groben Auslastungsprofile der gemeinsam genutzten Kapazitäten.

Ressourcenfeinplanung

Auf Basis der i.d.R. bereits durchgeführten Ressourcengrobplanung erfolgt in diesem Arbeitsschritt die kurzfristige, operative Koordination bzw. Synchronisation der unternehmensübergreifenden Kapazitätsangebote bzw. -bedarfe. Der Planungshorizont liegt dabei zwischen mehreren Tagen und einigen Wochen. Der Kapazitätsabgleich wird unter Berücksichtigung der bestehenden Auslastung und der vorliegenden Aufträge vorgenommen. Bei Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung liegen oftmals keine langfristigen umweltorientierten Kooperationen vor. In diesen Fällen sind kurzfristige umweltorientierte Kapazitätsangebote bzw. -nachfragen auf dem Markt (z.B. durch Internet-basierte Recyclingbörsen) zu beschaffen. Die benötigten und erzeugten Informationen dieses Prozessschritts entsprechen denen der Ressourcengrobplanung, jedoch ist der Zeithorizont geringer und die Genauigkeit höher.

Ressourcenüberwachung

Im Zuge der Ressourcenüberwachung wird die aktuelle Auslastungssituation der unternehmensübergreifend genutzten Kapazitäten überwacht. Im Falle von Störungen erfolgt eine Informationsweitergabe an die betroffenen Kooperationspartner, um u.U. eine erneute Ressourcenfeinplanung vornehmen zu können.

Restriktionen und Voraussetzungen

Die langfristigen Planungsvorgänge der Ressourcengrobplanung setzen das Vorliegen einer stabilen Kooperationsbeziehung mit einer begrenzten Anzahl von Unternehmen voraus.

Schnittstellen und Wechselwirkungen

Die Abschätzung des Angebots bzw. des Bedarfs an kooperativ genutzten Kapazitäten (Betriebs- bzw. Aufarbeitungsmittelkapazität) erfolgt auf Basis des Absatzplans aus dem Marketing bzw. Vertrieb sowie der Daten aus dem Betriebsmittelmanagement. Im Rahmen des Kapazitätsmanagements bestehen unternehmensinterne Schnittstellen der PPS zu den Bereichen Controlling sowie Arbeitsvorbereitung. Externe Schnittstellen liegen dagegen zwischen den PPS-Abteilungen der Kooperationspartner vor.

5.3 Stoff- und Energiemanagement

Zielsetzung

Produktionsabfälle und Abwärme aus der industriellen Produktion können nach einer evtl. Aufarbeitung als Sekundärstoffe bzw. -energien in Produktionsprozessen anderer Unternehmen eingesetzt werden. Aufgabe des Stoff- und Energiemanagements ist die Koordination und Synchronisation unternehmensübergreifender Stoff- und Energieströme. Hierzu sind mengen- und zeitbezogen Stoff- und Energieangebot sowie -bedarf bei den Kooperationspartnern abzustimmen. Gegenstand des Stoffstrommanagements sind sowohl das Produktionsabfall-Recycling, das Altstoffrecycling als auch das Recycling während des Produktgebrauchs (Produkt- bzw. Materialrecycling) [vgl. RAU 97, S. 29]. Fokus des Energiemanagements ist die möglichst vollständige Nutzung verfügbarer Sekundärenergie. Zielsetzung des Aufgabenkomplexes ist die Ressourcenschonung durch eine Reduzierung des Primärrohstoff- bzw. -energieverbrauchs durch Verwendung von Sekundärrohstoffen- bzw. -energien. Indirekt wird dadurch auch eine Verringerung des Abfallaufkommens und der Emissionsbelastungen erreicht.

Vorgehensweise zur Erschließung

Die Umsetzung des Stoff- und Energiemanagements erfordert Ergänzungen bei der Beschaffungsartzuordnung, sowie in Analogie zum Kapazitätsmanagement eine Erweiterung der Grob- bzw. Feinplanung und der Überwachung der überbetrieblichen Material- und Energieströme. Zur Entkopplung der zeitlich/ mengenmäßigen Abhängigkeiten von Produktionsprozessen ist für das Stoffstrommanagement darüber hinaus eine Erweiterung um eine unternehmensübergreifende Bestandsführung erforderlich.

Beschaffungsartzuordnung

Die bisher überwiegend unter betriebswirtschaftlichen Aspekten getroffenen Make-or-Buy Entscheidungen determinieren wesentlich auch die unternehmensübergreifenden Material- bzw. Energieströme. Für die Ausnutzung umweltorientierter Mengendegressionseffekte kann die Auslagerung bestimmter Produktionsverfahren zu Fremdfertigern sinnvoll sein. Darüber hinaus ist der Einsatz von Sekundärrohstoffen bzw. -komponenten unter Berücksichtigung konstruktiver Restriktionen und der Materialverfügbarkeit zu prüfen.

Ressourcengrobplanung (Abfallmengengrobplanung, Bestandsplanung)

Bezogen auf einen langfristigen Planungshorizont (etwa ein Jahr) sind Bedarfe und Angebote der relevanten Stoffe bzw. Energien bei den Kooperationspartnern zeitlich und mengenmäßig zu ermitteln und abzustimmen. Eingangsinformation der Ressourcengrobplanung sind die aus den Produktionsprogrammen bzw. Vergangenheitsdaten abgeleiteten Material- und Energiebedarfe sowie die Material- und Energieangebote, die ebenfalls aus den Vergangenheitsdaten abgeleitet werden können oder auf der Grundlage einer erweiterten Ressourcengrobplanung prognostiziert werden können. Ausgangsinformation des Schrittes sind die groben Mengenprofile der unternehmensübergreifenden Stoff- und Energieströme.

Ressourcenfeinplanung (Abfallmengenentstehungsrechnung, Entsorgungsartzuordnung, Sekundärrohstoffbedarfsabstimmung)

Auf Basis der i.d.R. bereits durchgeführten Ressourcengrobplanung erfolgt in diesem Arbeitsschritt die kurzfristige, operative Koordination bzw. Synchronisation der unternehmensübergreifenden Stoff- und Energieströme. Hierbei wird die aktuelle Situation hinsichtlich vorliegender Aufträge zugrundegelegt. Der Planungshorizont liegt dabei zwischen mehreren Tagen und einigen Wochen. Neben mengenbezogenen Angaben ist auch die Spezifikation der Qualität der Sekundärrohstoffe von erheblicher Bedeutung. Bei der zeitlichen Abstimmung der Material- und Energieströme sind auch Transportzeiten sowie die maximale Lagerdauer zu berücksichtigen.

Ressourcenüberwachung

Für ein effizientes Störungsmanagement sowie zur Bereitstellung der Datengrundlage für das Öko-Controlling sind die umweltrelevanten Materialflüsse zwischen den Kooperationspartnern mengenmäßig zu erfassen und zur Überwachung mit den Planvorgaben zu vergleichen.

Bestandsführung

Prinzipiell ist zur Erreichung einer möglichst hohen Planungssicherheit eine weitgehende Entkopplung des Abfallaufkommens und des Sekundärrohstoffeinsatzes anzustreben. Die daraus resultierenden umfangreichen Lagerbestände verursachen jedoch Kapitalbindungskosten und stellen u.U. ein hohes Gefährdungspotential dar. Die Aufgabe der überbetrieblichen Bestandsführung ist daher, mit geringen Lagerkosten ein Bestandsniveau zu führen, das die Pufferfunktion ermöglicht. Dies erfordert eine gemeinsame Bestandsplanung und -steuerung durch die Kooperationspartner.

Schnittstellen und Wechselwirkungen

Unternehmensintern müssen für das Stoff- und Energiemanagement Schnittstellen der PPS zum betrieblichen Öko-Controlling (Ressourcengrobplanung auf Basis von Historiendaten), Arbeitsvorbereitung (zur Identifikation relevanter Stoffströme) und zur Konstruktion (Informationen über Einsatz von Sekundärrohstoffen / bzw. -komponenten) bestehen. Unternehmensextern müssen die PPS-Abteilungen der Kooperationspartner kommunizieren.

Restriktionen

Zur überbetrieblichen Koordination von Stoff- und Energieströmen sind in der betrieblichen Praxis aufgrund der hohen Datenmenge EDV-gestützte Informationssysteme (PPS-Systeme) erforderlich, die eine unternehmensübergreifende Kommunikation ermöglichen.

Generelle Restriktionen für den Einsatz von Sekundärrohstoffen bzw. -komponenten stellen konstruktive Randbedingungen bzw. Verfügbarkeit dar.

Bezüglich der Liefermengen bei Sekundärrohstoffen besteht nur eine eingeschränkte Flexibilität, da diese direkt von der Produktionsmenge abhängen, die i.d.R. nicht variabel ist.

Bei Aufarbeitungsprozessen im Rahmen des Recyclings ist der erforderliche Energieeinsatz zu berücksichtigen, da nicht jedes Produkt- bzw. Materialrecycling, welches technisch realisierbar ist, auch ökologisch sinnvoll ist.

Für die Nutzung von Sekundärenergie ist aufgrund hoher Transportverluste die räumliche Nähe von Energiequelle und -verbrauchern Voraussetzung.

5.4 Logistikmanagement (Ressourcen: Material, Energie)

Zielsetzung

Gegenstand des Logistikmanagements ist die Planung und Steuerung aller überbetrieblichen logistischen Abläufe, d.h. Transport-, Lager- und Verpackungsvorgänge im Hinblick auf die Verringerung von Umweltbelastungen.

Die durch das überbetriebliche Logistikmanagement erschließbaren Potentiale liegen in der Reduzierung des Energieaufwands für Transport und Lagerhaltung, der Verringerung transportbedingter Emissionen sowie der Verringerung von Verpackungsabfällen.

Realisierung

Die Realisierung des überbetrieblichen Logistikmanagements erfordert die Berücksichtigung umweltorientierter Aspekte bei den Prozessen der Bestellrechnung, der Lieferantenauswahl sowie der Bestandsführung.

Bestellrechnung

Sowohl für Eigenfertigung als auch für Fremdbezug sind die Bestellmengen unter Berücksichtigung der entstehenden Umweltauswirkungen zu berechnen. So führt beispielsweise das Just-in-Time Konzept mit teilweise geringen Liefermengen zu relativ hohen transportbedingten Emissionen. Eine Verringerung der Lieferfrequenz bei gleichzeitiger Erhöhung der -menge sowie eine unternehmensübergreifende Nutzung von Transportkapazität stellen denkbare Lösungen dar. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass die Bestellmengen die Wahl des Transportmittels (LKW, Bahn) festlegen können.

Lieferantenauswahl

Auch bei der Lieferantenauswahl sind die klassischen Entscheidungsdeterminanten umweltorientiert zu erweitern. Für die Lieferantenbewertung sind daher entsprechende Kriterien zu definieren und zu berücksichtigen. Diese Kriterien können produkt-, transport- und verpackungsbezogen z.B. in Form von Sachbilanzen zusammengefaßt werden. Hierzu ist eine Standardisierung der enthaltenen Informationen erforderlich.

Bestandsführung

Die Festlegung der Bestandshöhe determiniert einerseits die Transporthäufigkeit sowie andererseits die durchschnittliche Lagerdauer des Materials. Indirekt werden also hierdurch die Umweltauswirkungen infolge von Transport und Verpackung des Materials beeinflusst.

Schnittstellen und Wechselwirkungen

Im Rahmen des umweltorientierten Logistikmanagements bestehen unternehmensinterne Schnittstellen zwischen Konstruktion bzw. Arbeitsvorbereitung, Öko-Controlling und PPS. Unternehmensübergreifend müssen die PPS-Abteilungen der kooperierenden Unternehmen kommunizieren.

Restriktionen

Als Voraussetzung für die umweltorientierte Lieferantenauswahl sind standardisierte Schemata für Produkt-Sachbilanzen zu entwickeln, die eine Vergleichbarkeit der Angaben sicherstellen.

5.5 Datenbereitstellung für das Öko-Controlling

Zielsetzung

Als Basis für die Berücksichtigung umweltorientierter Aspekte im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung sind gegenüber der konventionellen PPS zusätzliche Informationen erforderlich. Aufgabe des Öko-Controllings im Kontext der PPS ist die Erfassung und Bereitstellung derartiger produktions- und produktbezogener umweltrelevanter Informationen hinsichtlich Energie- und Materialströme sowie Kapazitäten. Die erfaßten Daten werden durch das unternehmensinterne Öko-Controlling verdichtet und bewertet, evtl. Kooperationspartner zur Verfügung gestellt und zur Entscheidungsfindung herangezogen. Die Datenbereitstellung aus der Produktionsplanung und -steuerung für das Öko-Controlling schafft eine Datenbasis bezüglich der Material- und Energieströme sowie der Kapazitäten für die unternehmensübergreifende, umweltorientierte Auftragsabwicklung.

Vorgehensweise zur Erschließung

Die Datenbereitstellung für das Öko-Controlling im Rahmen der PPS stellt eine Querschnittsaufgabe über alle Teilprozesse der Produktionsplanung und -steuerung dar. Dabei werden ausgehend von der Absatzplanung bis zur Ressourcenüberwachung mit zunehmenden Detaillierungsgrad zeit- und mengenbezogene Informationen über Material- und Energieströme und Kapazitätsbelastungen generiert.

Restriktionen

Aus Gründen des leistbaren Erfassungs- und Datenverarbeitungsaufwands ist bei der Bereitstellung von Daten für das Öko-Controlling im Rahmen der PPS eine Beschränkung auf relevante Ressourcenströme, z.B. ausgewählte Materialflüsse, erforderlich.

Schnittstellen und Wechselwirkungen

Die im Rahmen der PPS gewonnenen ökologierelevanten Informationen sind dem unternehmensinternen Öko-Controlling zur Verfügung zu stellen. Überbetrieblich bestehen Schnittstellen zwischen den Öko-Controlling Bereichen.

Literaturverzeichnis

- [ALB 88] Albach, H. Kosten, Transaktionen und externe Effekte im betrieblichen Rechnungswesen, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 58, S. 1143-1170, 1988
- [ALT 97] Alting, L., Wenzel, H., Hauschild, M. Environmental Assessment of Products, Chapman & Hall, London, 1997
- [ANS 57] Ansoff, H. I. Strategies for Diversification, in Harvard Business Review 35/5, S. 113-124, 1957
- [ARN 95] Arnold, U. Beschaffungsmanagement, Stuttgart, 1995
- [AUL 96] Aulinger, A. (Ko-)Operation Ökologie, Marburg, 1996
- [BAC 96] de Backer, P. Umweltmanagement im Unternehmen, Berlin, 1996
- [BAL 97] Balling, R. Kooperation, Frankfurt am Main, 1997
- [BAR 70] Barnard, C. I. The Functions of the Executive, Cambridge, 1964 (1. Auflage 1938); deutsche Ausgabe: Die Führung großer Organisationen, Essen, 1970
- [BEU 98] Beuermann, G., Halfmann, G., scher Sicht, in: UmweltWirtschaftsForum, 6. Jg., Heft 1, S. 72-77, Heidelberg, 1998
- [BOH 94] Böhlke, U. Rechnerunterstützte Analyse von Produktlebenszyklen - Entwicklung einer Planungsmethodik für das umweltökonomische Technologiemanagement, Dissertation, RWTH Aachen, Verlag Shaker, 1994
- [BUL 97] Bullinger, H.-J. Anforderungen an Methoden und Systeme für eine umweltorientierte Auftragsabwicklung; OPUS-Projektbericht, Stuttgart, 1997
- [BUM 95] o.V. Handbuch Umweltcontrolling, Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt (Hrsg.), Verlag Vahlen, München, 1995
- [COA 37] Coase, R. H. The nature of the firm, in: Economica, Vol. 4, S. 386-405, 1937
- [DAH 96] Dahl, W. Energie- und Rohstoffeinsparung - Methoden für ausgewählte Fertigungsprozesse (Hrsg.) VDI-Z Integrierte Produktion, Sonderpublikation VDI-Verlag, Düsseldorf 1996
- [DIN 97] Dinkelbach, R. Erfolgs- und umweltorientierte Produktionstheorie, Springer-Verlag, Berlin, 1997
- [DOE 97] Döpfer, F., Heitsch, J.-U., Bullinger, H.-J. (Hrsg.), Anforderungen an Methoden und Systeme für eine umweltorientierte Auftragsabwicklung, OPUS-Projektbericht, Stuttgart 1997, S. 165-179
- [DYK 97] Dyckhoff, H. Umweltorientierte Unternehmensführung, Materialien zur Vorlesung, RWTH Aachen, Sommersemester 1997
- [DYL 90] Dyllik, T. Ökologisch bewußtes Management, in: Die Orientierung Nr. 96, Schriftenreihe der Schweizerischen Volksbank, Bern, 1990
- [EVE 94] Eversheim, W. Wirtschaftlichkeitsfragen der Fertigung, Vorlesungsumdruck, Lehrstuhl für Produktionssystematik der RWTH Aachen, 1994
- [EVE 96] Albrecht, T., Böhlke, U., Eversheim, W. Planungshilfsmittel für das ökologieorientierte Technologiemanagement - Computer Aided Lifecycle Analysis Beitrag zur 15. VDI/VW Gemeinschaftstagung „Neue Werkstoffe im Automobilbau“, 29.11./01.12.95, Wolfsburg VDI Berichte 1235, S. 237-248
- [EVE 97] Eversheim, W. Organisation in der Produktionstechnik, Bd. Arbeitsvorbereitung; 3. vollst. überarb. Aufl., Berlin u.a., 1997
- [EVE 98] Eversheim, W. Organisation in der Produktionstechnik – Band 2: Konstruktion, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1998
- [EVS 96] Eversheim, W. Betriebshütte - Produktion und Management, 7. Auflage, Berlin, 1996

- [EYE 96] Eyerer, P. Ganzheitliche Bilanzierung, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1996
- [FEL 97] Feldmann, C. Eine Methode für die integrierte rechnergestützte Montageplanung, Berlin, Heidelberg, New York, 1997
- [FON 95] Fontanari, M. Voraussetzungen für den Kooperationserfolg - Eine empirische Analyse, in Management von Unternehmenskooperationen, hrsg. von Schertler, Walter, Wien, 1995
- [FRA 94] Frank, C. Strategische Partnerschaften in mittelständischen Unternehmen, Wiesbaden, 1994
- [GOR 97] Goranson, H. Agility Measures: Engineering Agile Systems. Abschlußbericht zum gleichnamigen T. Projekt Nr. F33615-95-C-5513, Virginia Beach, 1997
- [GRO 72] Grochla, E. Die Kooperation von Unternehmungen aus organisationstheoretischer Sicht: Theorie und Praxis der Kooperationm, J.C.B.; Tübingen 1972
- [HAA 96] von Haacke; U. R. Berichte aus der Produktionstechnik; Controlling von Garantieleistungen, Band 28/96; Shaker Verlag
- [HAC 89] Hackstein, R. Produktionsplanung und -steuerung : Ein Handbuch für die Betriebspraxis; 2. Aufl., Düsseldorf, 1989
- [HAL 92] Hallay; H. Pfriem; R. Öko-Controlling, Campus Verlag; Frankfurt/Main; New York; 1992
- [HAU 89] Haury, S. Grundzüge einer ökonomischen Theorie lateraler Kooperationen, Dissertation Nr. 1126 der Hochschule St. Gallen, Grüşch, 1989
- [HIN 96] Hintz, A. Konzeption und Implementierung eines Systems zur automatischen Generierung von Arbeitsplänen unter Berücksichtigung alternativen Fertigungsmethoden, Aachen, 1996
- [HOP 93] Hopfenbeck, W. Jasch, C. Öko-Controlling: Umdenken zahlt sich aus! Verlag Moderne Industrie, Landsberg, 1993
- [IHK 96] o. V. Produktionsintegrierter Umweltschutz, Broschüre der Industrie- und Handelskammern in Nordrhein-Westfalen, 1996
- [KEA 96] Kerschbaummayr, G., Alber, S. Module eines Qualitäts- und Umweltmanagementsystems, Wien, 1996
- [KRC 95] Krcal, H.-C. Wirkungsbeziehungen produktbezogener Umweltschutzmaßnahmen als Beweggrund zwischenbetrieblicher Zusammenarbeit, in: UmweltWirtschaftsForum, 3. Jg. Heft 4, S. 22-32, Heidelberg, 1995
- [KRY 97] Krystek, U., Redel, W., Repegather,
- [LAU 96] Laubscher, H.-P. Objektorientierter Modellierung eines Planungs- und Informationssystems in der Produktionslogistik in: Rose, H. (Hrsg.), Objektorientierte Produktionsarbeit : neue Konzepte für die Fertigung, Frankfurt a. M., New York, 1996, S. 223 ff.
- [LEB 95] Leber, M. Entwicklung einer Methode zur restriktionsgerechten Produktgestaltung auf der Basis von Ressourcenverbräuchen, Verlag Shaker, 1995, Dissertation RWTH Aachen
- [LES 98] Luczak, H., Eversheim, W., Schotten, M. Produktionsplanung und -steuerung, Grundlagen, Gestaltung und Konzepte, Berlin, 1998
- [LKS 98] Laxhuber, D., Kelnhofer, E., Schlemminger, H. Maßgeschneiderte Umweltmanagementsysteme, Heidelberg, 1998
- [MIC 94] Michel, U. Kooperation mit Konzept: Wertsteigerung durch strategische Allianzen, in: Controlling, Jg. 6, Nr. 1, S. 20-28, 1994

- [MUC 95] Much, D., Nicolai, H. PPS-Lexikon, Cornelsen Verlag; Berlin, 1. Auflage, 1995
- [MÜL 95] Müller, C. Strategische Leistungen im Umweltmanagement : ein Ansatz zur Sicherung der Lebensfähigkeit des Unternehmens, Wiesbaden, 1995
- [NIE 92] Niebuer, A. Transaktionskosten als Parameter bei Fremdbezugsentscheidungen - Möglichkeiten ihrer Abbildung, Arbeitsbericht Nr. 41 des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Industriebetriebslehre und Produktionswirtschaft, Köln, 1992
- [OPU 97] OPUS-Anforderungskatalog Anforderungen an Methoden und Systeme für eine umweltorientierte Auftragsabwicklung, Projektbericht, Fraunhofer IRB-Verlag, 1997
- [PAB 93] Pahl, G. Konstruktionslehre, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1993
- [PAP 95] Pape, H. Der Aufbau von Kooperationsbeziehungen als strategisches Instrument, Heidelberg, 1995
- [PEE 95] Petrick, K., Eggert, R. Umwelt- und Qualitätsmanagementsysteme, Wien, 1995
- [PFN 95] Pfnür, A. Informationsinstrumente und -systeme im betrieblichen Umweltschutz, Heidelberg, 1995
- [PIC 82] Picot, A. Transaktionskostenansatz in der Organisationstheorie: Stand der Diskussion und Aussagewert, in: Die Betriebswirtschaft, Jg. 42, Nr. 2, S. 267-284, 1982
- [PIC 91] Picot, A. Ein neuer Ansatz zur Gestaltung der Leistungstiefe, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 43. Jg., Heft 4, S. 336-357, 1991
- [PRE 91] Preißler, P. Controlling: Lehrbuch und Intensivkurs, Oldenburgverlag; München; Wien, 3. Auflage, 1991
- [RAU 97] Rautenstrauch, C. Fachkonzept für ein integriertes Produktions-, Recyclingplanungs- und Steuerungssystem (PrPS-System), Walter de Gruyter; Berlin, 1997
- [REI 93] Reichmann, T. Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten, Franz Vahlers Verlag, München, 1993
- [REP 97] Rey, U., Pillep, R., Kaiser, H. Anforderungen an die Arbeitsvorbereitung in einem überbetrieblich umweltorientierten Kontext, in: Bullinger, H.-J.: Anforderungen an Methoden und Systeme für eine umweltorientierte Auftragsabwicklung, S. 49 ff., Stuttgart, 1997
- [ROS 96] Rose, H. Objektorientierte Produktionsarbeit : neue Konzepte für die Fertigung; Frankfurt a. M., New York, 1996
- [ROT 93] Rotering, J. Zwischenbetriebliche Kooperation als alternative Organisationsform, Stuttgart, 1993
- [SAL 95] Schaltegger, S. Öko-Effizienz durch Öko-Controlling, Schaeffer-Pöschel; Stuttgart 1995
- [SCH 90] Scharpf, F. W. Games real actors could play: The problem of connectedness, MPIFG Discussion Paper 90/8, Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Köln, 1990
- [SCH 95] Schmidt Stroffstromanalysen als Basis für ein Umweltmanagementsystem im produzierenden Gewerbe, in: Umweltinformationssysteme (Hrsg.: Hilty, Rautenstrauch), Metropolis-Verlag, Marburg, 1995
- [SMT 95] Schmidt-Bleek, F., Tischner, U. Produktentwicklung, Nutzen gestalten - Natur schonen, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, 1995
- [STA 92] Staudt, E./et al. Kooperationshandbuch - Ein Leitfaden für die Unternehmenspraxis, Düsseldorf, 1992
- [STF 96] Stoltenberg, U., Funke, M. Betriebliches Ökocontrolling - Leitfaden für die Praxis, Gabler Verlag; Wiesbaden, 1996
- [STI 95] Schmidt- Produktentwicklung : Nutzen gestalten - Natur schonen, Schriftenreihe des Wirt-

- Bleek, F., schaftsförderungsinstituts, Nr. 270, Wien, 1995
Tischner, U.
- [STN 92] Staehle 1992: zitiert nach Dyckhoff, Harald, 1997: Umweltorientierte Unternehmensführung,
Nork S. 3.2/2, Materialien zur Vorlesung, RWTH Aachen, Sommersemester 1997
- [SYD 93] Sydow, J. Strategische Netzwerke: Evolution und Organisation, Wiesbaden, 1993
- [VDI 2221] N.N Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte,
VDI-EKV, Fachbereich Konstruktion, VDI-Verlag Düsseldorf, Mai 1993
- [VDI 2243] N.N Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte, VDI-EKV, Fachbereich Kon-
struktion, VDI-Verlag Düsseldorf, Oktober 1993
- [VDI 92] N.N Arbeitsplanung - das Bindeglied zwischen Konstruktion und Fertigung, München,
1992
- [VOG 95] Vogts; H. Planung und Steuerung von Recyclingprozessen mit Hilfe traditioneller PPS-
Systeme, Arbeitsberichte zum Umweltmanagement Nr. 2, Universität Köln, 1995
- [WEB 93] Weber, J. Einführung in das Controlling, Schäffer-Poeschel; Stuttgart, 4. Auflage, 1993
- [WIL 75] Williamson, Markets and Hierarchies. Analysis and antitrustimplications, New York, 1975
O. E.
- [WIL 85] Williamson, The Economic Institutions of Capitalism, New York, 1985
O. E.
- [WIN 87] Windsberger, Zur Methode des Transaktionskostenansatzes, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft
J. 57 (1), S. 59-76, 1987
- [WIN 97] Winter, G. Ökologische Unternehmensentwicklung, Heidelberg, 1997
- [ZAH 96] Zahn, E., Produktionswirtschaft, Stuttgart, 1996
Schmid, U.