

"ZUKUNFTSFÄHIGES SYSTEM-DESIGN"

für:

"Jahrbuch Ökologie 2002"

von:

Dr. Willy Bierter

Institut für Produktdauer-Forschung & Factor 10 Innovation Network
Genf/Giebenach, Schweiz

Januar 2001

Ein wichtiger Baustein für eine nachhaltig zukunftsfähige Wirtschaftsweise ist die zielgerichtete Entwicklung und Vermarktung von ökointelligenten Gütern. Dazu sind wirtschaftlich-kommerzielle, organisatorische, technische und soziale Innovationen erforderlich, die zum Ziel haben, dass die *Produkte, Prozesse und Infrastrukturen über ihren gesamten Lebenszyklus (also von der Wiege bis zur nächsten Wiege) mit möglichst wenig Rohstoffen und Energie möglichst schadstofffrei während möglichst langer Zeit einen hohen Nutzen stiften.*

Zielführende Innovationsstrategien sind mit steigendem Schwierigkeitsgrad:

1. *Produktionsoptimierung*
2. *Produktoptimierung (Re-Design von Produkten)*
3. *Neu-Design von Produkten und Produktnutzungssystemen*
4. *Radikale Systeminnovationen*

1. Produktionsoptimierung

Bleibt ein Produkt in seiner Grundstruktur zunächst unangetastet, so zielen kostensenkende und damit betriebswirtschaftlich oft bereits *kurzfristig* ertragreiche Innovationen zunächst auf Verbesserungen von betrieblichen Abläufen und Verfahrenstechnologien. Solche Innovationen betreffen hauptsächlich die Phase der Fertigung und beinhalten nachhaltigkeitsorientierte Verbesserungen des Herstellungsprozesses ("Cleaner Production"). Ihr *Ziel* ist vor allem die Vermeidung von Abfällen und Emissionen an der Quelle ihrer Entstehung.

Handlungsmöglichkeiten dazu sind u.a.:

- Abfälle reduzieren (Verbesserung des inner- und überbetrieblichen Stoffstrommanagements: höhere Ausbeute der eingesetzten Materialien, z.B. Verringerung von Verschnitttraten);
- Energieverbräuche reduzieren;
- Emissionen reduzieren.

Die dazu notwendigen Massnahmen können umfassen:

- Änderung der Fertigungsorganisation;
- Verbesserung oder Änderung der Fertigungstechnologie (z.B. können saubere Technologien (alternative Produktionsverfahren) durch Stoff- und Prozess-Substitutionen oder weniger Produktionsschritte Emissionen, aber auch Kosten verringern);
- weniger Produktionsabfälle;
- effizientere Energienutzung;
- Energie aus umweltverträglicheren Energiequellen;
- weniger und umweltverträglichere Hilfsstoffe.

Ein weiteres Ziel der Produktionsoptimierung kann auch die Verringerung der Transportkosten und die logistische Rationalisierung beinhalten. Solange die Produkte, die Zuliefer- und Vertriebswege gleich bleiben, sind einfach zu realisierende Einsparpotentiale in der Regel allerdings gering.

2. Produktoptimierung (Re-Design von Produkten)

Massnahmen der *Produktoptimierung* – das **Re-Design** eines Produktes – hat zum Ziel, den Ressourcenverbrauch über den gesamten Produktlebenszyklus durch eine verbesserte Konstruktion zu verringern und Emissionen zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Denkbare Massnahmen sind beispielsweise:

- Substitution der Werkstoffe (u.a. Auswahl von Materialien mit kleinen ökologischen Rucksäcken und niedriger Toxizität);
- Änderung der Konstruktion/Baustruktur (z.B. Modulbauweise);
- Änderung der Verbindungstechnologie.

Re-Design-Massnahmen können auch eine Verlängerung der Nutzungsdauer eines Produktes zum Ziel haben. Soll ein Produkt beispielsweise wartungsarm sein, muss auch die Nutzungsphase in der Produktentwicklung mitbedacht und mitberücksichtigt werden. Denn auch während der Nutzungsphase eines Produktes können u.U. beträchtliche Stoffverbräuche

(z.B. für die Oberflächenbehandlung) sowie Umweltbelastungen und damit Kosten auftreten. Diese eigentlichen Nutzungskosten fallen beim Nutzer an. Ein ökologisches Re-Design eines Produktes sollte deshalb auch die Reduzierung dieser Nutzungskosten zum Ziel haben. Eine Änderung des konstruktiven Aufbaus eines Produktes können beispielsweise seine Wartung, Instandhaltung und Reparatur erleichtern und damit das "Dienstleistungs-Leben" des Produktes verlängern, was wiederum zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität und damit zu einem geringeren Ressourceninput pro Nutzen-Einheit führt.

Zielführende Aufgaben und Arbeitsschritte beim Re-Design von Produkten können bspw. sein:

- *Stärken-/Schwächenanalyse* des ausgewählten Produktes (und seines 'Produktsystems', d.h. von Herstellung, Verpackung, Transport, Handel/Distribution, Endnutzer, Rückführung, Verwertung und Entsorgung des Produkts) auf seine ökologische Qualität anhand umweltrelevanter Produkteigenschaften (Erarbeiten des Umweltprofils);
- *Entwickeln erfolgversprechender Ideen zur Verbesserung* (Produktoptimierung) des Produktes (und seines 'Produktsystems');
- *Bewerten und Auswählen* der ökonomisch und ökologisch erfolgversprechendsten Ideen;
- *Erkunden möglicher Strategien und Massnahmen*, damit das ausgewählte Produkt (und sein 'Produktsystem') lebenszyklusweit einen möglichst hohen Kundennutzen mit weniger Material- und Energieeinsatz und möglichst schadstofffrei erfüllt (Entwicklungsrichtlinien für das Re-Design des Produktes bzw. Re-Organisation seines 'Produktsystems'; neue Geschäftsfelder bzw. Business-Strategien);
- *Festlegen der konkreten Re-Design-Strategie und Erarbeiten von Produktkonzepten*: Diese Aufgaben betreffen die vertiefende Ausarbeitung und die Prüfung der Machbarkeit der ausgewählten besten Ideen und Massnahmen für das Re-Design des ausgewählten Produktes.
- *Umsetzung der besten Re-Design-Strategie*.

3. Neu-Design von Produkten und Produktnutzungssystemen

Das Neu-Design von Produkten und Produktnutzungssystemen (marktfähige Kombination von Produkten und Dienstleistungen) eröffnet wesentlich grössere Chancen, das Ziel einer besseren Erfüllung der vom Nutzer gewünschten Bedürfnisse bei gleichzeitig lebenszyklusweit deutlich geringerem Umweltverbrauch zu erreichen. Grundlegende strategische Ansätze, das vom neuen Produkt bzw. Produktnutzungssystem zu erfüllende Funktions- bzw. Nutzenbündel zu verbessern, sind u.a.:

- (1) die Verlängerung der Nutzungsdauer, und
- (2) die Erhöhung der Anzahl der vom Produkt geleisteten Nutzen-Einheiten, indem das Produkt "multifunktional" gestaltet wird.

Der erste entscheidende Schritt bei der Konzipierung eines neuen Angebotes ist die sorgfältige Bestimmung der wesentlichen Funktionen und Dienste, die das neue Produkt bzw.

Produktnutzungssystem erfüllen soll. Für die Lösung dieser Aufgabe bietet sich bspw. die Bildung eines *Innovationsteams* an, das aus Vertretern des unternehmensinternen Projektteams und potentiellen Endnutzern besteht. In vertieften Dialogen mit potentiellen Endnutzern werden die zu erfüllenden Funktions- und Dienstleistungsbündel definiert sowie die zusätzlichen Bedingungen festgelegt, die das neue Produkt erfüllen soll.

Nachdem die vom Endnutzer erwarteten und zu erfüllenden Funktions- und Dienstleistungsbündel festgelegt sind, ist die nächste Aufgabe das eigentliche Design des neuen Produktes mit der grösstmöglichen Ressourcenproduktivität "von der Wiege bis zur nächsten Wiege", ohne zunächst bereits vorhandene konstruktiv-technische Lösungen in Betracht zu ziehen. Wichtige Aspekte beim Design neuer ökointelligenter Produkte sind:

- nur Materialien mit kleinen ökologischen Rucksäcken auswählen, ausser es müssen ganz spezielle konstruktiv-materielle Anforderungen erfüllt werden;
- Langlebigkeit des Produktes und seiner Komponenten;
- modulare Bauweise, die leichte Reparierbarkeit und ein einfaches technologisches Aufrüsten erlaubt;
- lebenszyklusweite Minimierung des Aufwandes an Materialien, Energie, Fläche sowie human- und ökotoxischen Stoffen (also auch unter Berücksichtigung der Nutzungsphase des Produktes);

- hygienische und ergonomische Aspekte berücksichtigen;
- Prüfung und Abstimmung der Produktkonzeption im Hinblick auf eine schlanke Produktion;
- Prüfung der Wirtschaftlichkeit der neuen Produktlösung(en) unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Materialien, qualifizierten Fachkräften, Produktionstechniken usw.

Ein Neu-Design von Produkten und Produktnutzungssystemen ist nicht nur gleichbedeutend mit einer konstruktiv-technischen Innovation, die in der Regel immer auch Zulieferer tangiert (z.B. hinsichtlich neuer Anforderungen an die Qualität, Lebensdauer, Wartungsfreundlichkeit, Austauschbarkeit und Veränderbarkeit von Modulen und (System-)Komponenten). Es verlangt darüber hinaus immer auch organisatorische Innovationen, z.B.:

- in der Entwicklung (z.B. Schaffung von Innovationsteams (mit unternehmensinternen wie - externen Mitgliedern), 'Systems Engineering');
- im Bereich der Produktionsorganisation und der Zusammenarbeit mit Zulieferern;
- im Bereich des Kundendienstes (Wartung/Service);
- im Bereich der Rücknahme, Demontage und Aufarbeitung der Produkte (wo es einerseits gilt, Massnahmen zur Material-Integration zu treffen, und andererseits Partner zu finden, die sich in einem (virtuellen) 'Materialverbund' aktiv beteiligen);
- im Bereich der Kostenerfassung;
- im Bereich des Marketings.

Dies erfordert von allem Anfang an den aktiven Einbezug sowohl von betrieblichen Fachleuten aus den Bereichen Design/Entwicklung, Produktion/Technik, Einkauf, Marketing/Verkauf, Logistik, Qualität & Umwelt und Servicefunktionen als auch von externen Akteuren wie Leitkunden und Zulieferern.

Zwischenbetrachtung

Massnahmen zur *Produktionsoptimierung* ("Cleaner Production") können positive Wettbewerbswirkungen hervorrufen, indem dadurch entweder die Kostensituation gegenüber Wettbewerbern verbessert wird (Kostenpotential) oder die Differenzierungschancen im Markt vergrössert werden (Differenzierungspotential). Letzteres ist in der Regel nur durch weitergehendere Innovationen (Re- oder Neu-Design von Gütern; Dienstleistungs- und Gebrauchsoptimierung etc.) zu erzielen.

Das *Re-Design und Neu-Design von Produkten* wirkt sich in der Regel schon heute positiv auf die Wertschöpfung und die Wettbewerbsvorteile von Unternehmen aus. Wenn das Verlangen nach ökointelligenten Produkten und Dienstleistungen im Markt weiter wächst, werden Firmen, die diese Chancen heute nicht nutzen, sich morgen mit Wettbewerbsnachteilen konfrontiert sehen.

Doch wie steht es neben dem ökonomischen mit dem *ökologischen Chancenpotential*? Anhand von praktischen Beispielen lässt sich grob abschätzen, dass beim Re-Design von Produkten eine Steigerung der Produktivität der eingesetzten Ressourcen (bei gleichbleibender Lebensdauer) um etwa 30 bis 50 %, d.h. um einen Faktor 2 bis maximal 3 erzielt werden kann. Beim Neu-Design von Produkten, sofern er mit einer abgestimmten Optimierung von Teilen der Wertschöpfungskette einhergeht, lässt sich eine Steigerung der Ressourcenproduktivität zwischen einem Faktor 3 und maximal 5 erreichen (siehe am Beispiel Möbel: Bierter 1999). *Produktionsoptimierung* sowie *Re-Design und Neu-Design von Produkten* – neuerdings als "Integrated Product Policy (IPP)" bezeichnet – sind wichtige Schritte zur Umweltentlastung. Doch diese – meist inkrementalen Innovationen – reichen bei weitem nicht aus, um den notwendigen Faktor 10 oder mehr zu erreichen. Für die Erreichung einer nachhaltig zukunftsfähigen Wirtschaftsweise sind *radikale Innovationen* und vor allem *radikale Systeminnovationen* erforderlich (Steilmann 2001).

Bei *radikalen Innovationen* wie bspw. der Substitution von chemischen Katalysatoren durch Enzyme in Produktionsprozessen sind Steigerungen der Ressourcenproduktivität bis zu einem Faktor 37'000 bekannt! Der Einsatz von 'coldzymes' wird den Elektrizitätsverbrauch auch der ältesten Waschmaschinen um 90 Prozent senken! Die Verwendung von Nanotechnologie und 'smart materials' (öko-intelligente Moleküle) erlaubt Steigerungen der Ressourcenproduktivität um einen Faktor 100. Ein Charakteristikum dieser Strategie ist allerdings, dass nur Hersteller mitspielen können.

Radikale Systeminnovationen sind vor allem dann zielführend, wenn sie zum Ziel haben, Werte durch den Verkauf von Resultaten aus Dienstleistungserfüllungssystemen zu schaffen (z.B. öko-intelligente Mobilität statt 3-Liter-Autos verkaufen). Nur so kann allmählich der Übergang von der jetzigen "Durchfluss-Wirtschaft" hin zu einer "Performance-Gesellschaft" in Gang kommen (Giarini/Stahel 2000). Die Performance-Gesellschaft optimiert die Nutzung von Wissen und Güterflotten durch ein dynamisches Bewirtschaften (Flottenmanagement); *ihr zentraler wirtschaftlicher Wertbezug ist der Nutzungswert*. Damit ist eine neue Qualität des Wirtschaftens über längere Zeiträume verbunden, da jede Qualitätsminderung der zirkulierenden Güter auch eine Minderung der eigenen (Unternehmens-)Werte ist, und Präventionsmassnahmen (wie Schadensverhütung und Abfallvermeidung) deshalb im Eigeninteresse der wirtschaftlichen Akteure liegen (in der Durchfluss-Wirtschaft hingegen betrifft die Wertminderung die flussabwärts gelegenen anonymen Akteure, d.h. die Verbraucher!). Im Zentrum der Performance-Gesellschaft steht die Werterhaltung; diese ist umso höher, je kleiner die Kreisläufe sind: Wiederverwenden kommt vor Reparieren vor Aufarbeiten vor Recycling vor Entsorgung. Zusätzlich zu den stofflichen Kreisläufen schliesst die Performance-Gesellschaft auch die Verantwortungskreisläufe mit ein. Diese (unsichtbaren) Verantwortungskreisläufe widersprechen der Logik der Industriegesellschaft, und eine Schliessung der Verantwortungskreisläufe durch gesetzliche Regelungen ist der Durchfluss-Wirtschaft ein Dorn im Auge (siehe z.B. die von Deutschland vorübergehend blockierte EU-Rücknahmeverordnung für Altautos). Deshalb werden die für ein nachhaltiges Wirtschaften notwendigen Verantwortungskreisläufe heute gerne übersehen und vergessen. Die hohe Nachhaltigkeit der Performance-Gesellschaft ist auch dadurch begründet, dass eine Erhöhung der Ressourceneffizienz direkt ihre Wirtschaftlichkeit erhöht:

- eine Dematerialisierung wird angestrebt, da sie zu höheren Profiten führt;
- Suffizienzlösungen ermöglichen höchste Wirtschaftlichkeit durch ein Wirtschaften ohne Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung;
- eine längere Nutzungsdauer von Gütern ist wirtschaftlich gewinnbringend, die Optimierung des Betriebs und der Instandhaltung der Güter durch entsprechendes Produktdesign und Dienstleistungen werden zu Schlüsselfähigkeiten; und regionale Arbeitsplätze ersetzen Energieverbrauch und Stoffflüsse.

Die treibenden Kräfte des Umbaus zur Performance-Gesellschaft sind nicht Umweltschutz, sondern wissenschaftliche Innovation und Technologie. Die Schlagworte 'Naturschutz' und 'saubere Prozesstechnologien' wurden während der 90er Jahre durch 'Null-Abfall' und 'höhere Ressourceneffizienz' abgelöst: öko-intelligente Systemlösungen sollen es ermöglichen, aus jedem Kilo Naturverbrauch höheren Nutzen und höhere Unternehmensgewinne zu erwirtschaften. Quantensprünge in dieser Zielsetzung werden aber erst durch ein Umdenken – weg vom linearen Fortschritt und heutiger Technologie – ermöglicht! Dazu notwendig sind neue Unternehmensstrategien, der Mut zu radikalen Systeminnovationen und ein Wechsel zu neuen Technologien, welche auf den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen aufbauen.

Die Zukunftsaussichten für Unternehmen, welche von der Fertigungs- zur Performance-Gesellschaft umsteigen, sind gut. Aber auch hier greift der Erfahrungsschatz der Industriegesellschaft – die Ersten bezahlen das grösste Lehrgeld – nicht mehr. Denn jetzt gilt ein 'first mover'-Vorteil: Der Erste gewinnt den grössten Preis! Trittbrettfahrern und ihren Aktionären werden oft nur die Tränen bleiben. Unternehmen, welche heute im Bereich der Performance-Gesellschaft führend sind, erwarten für die nächsten zehn Jahre einen Umsatzzuwachs von 100 bis 300 Prozent. Solche Erkenntnisse sind deshalb für Bankiers und Investoren ebenso wichtig wie für Unternehmer und Wirtschaftspolitiker.

3. Radikale Systeminnovationen und zukunftsfähiges System-Design

Systemisches Denken sagt uns, dass Nachhaltigkeit weder für ein einzelnes Produkt noch für ein einzelnes Unternehmen definiert und erreicht werden kann. Nachhaltigkeit kann nur für ein ganzes ökonomisch-sozial-ökologisches System – und eben nicht für seine einzelnen Komponenten definiert und erreicht werden. Das zentrale Problem, mit dem wir konfrontiert sind, ist nicht so sehr ein Managementproblem, sondern ein *Designproblem*. Damit wir uns richtungssicher auf eine nachhaltige Performance-Gesellschaft zubewegen, müssen wir ein System von Handel, Produktion und Organisation beschreiben und realisieren, in dem jede Handlung inhärent nachhaltig und wiederherstellend ist. Selbst die besten Unternehmen – gemessen an der "triple bottom line" von wirtschaftlicher Prosperität, ökologischer Qualität und

sozialer Gerechtigkeit – können nur nachhaltig sein, wenn die sie umgebenden Institutionen und Märkte derart umgestaltet werden, dass sie Nachhaltigkeit unterstützen und vorantreiben. Was beinhaltet zukunftsfähiges System-Design konkret? Wie kann es vorangebracht werden? Was braucht es dazu? Gibt es einfache "Heuristiken" dafür? Diese und ähnliche Fragen wollen wir im folgenden am Beispiel von Holzwerkstoff-Dienstleistungen – zumindest cursorisch – erörtern.

Einige Trends:

- 4 Weltweit gehen die Waldflächen zurück, in vielen Regionen (v.a. in Asien und Südamerika) mit dramatischer Geschwindigkeit.
- 5 Die Nachfrage nach Holz und Holzprodukten nimmt ständig zu. So hat die Nachfrage nach Rundholz zwischen 1965 und 1995 um 50% zugenommen hat. Starke Wachstumsbereiche in dieser Periode sind vor allem Holzplatten (248%) und Papier (198%).
- 6 In den letzten 30 Jahren hat eine starke Verschiebung von der Produktion von Qualitätshölzern zur Massenproduktion von Holzfasern stattgefunden. Das heisst: Holz aus extrem nicht-nachhaltiger Forstwirtschaft geht zunehmend in Produkte von immer geringerer Qualität. Wertvolle Wälder verschwinden zunehmend in kurzlebige Werbebroschüren und Billigmöbel. Von der gesamten Holzernte landet inzwischen 40% in Papier. Bald werden es 50% sein.

Einige Grundfragestellungen:

- Wie lässt sich die Ressourceneffizienz von Holzwerkstoff-Dienstleistungen steigern (mehr Nutzen aus weniger Input; Erhöhung des "extracted value"; Substitutionsmöglichkeiten)?
- Können damit neue Märkte geschaffen werden?
- Lassen sich damit gleichzeitig Wertschöpfung und Wettbewerbsvorteile erhöhen (doppelte Dividende oder "win-win"-Strategie)?

Ausgangsthese:

Eine Einsparung an Holz-Ressourcen um ca. 90% (Faktor 10) ist möglich ohne Einbusse in bezug auf die Quantität oder Qualität der gewünschten Dienstleistungen.

Eine solches Einsparungspotential ist nur durch einen gezielten Innovationsschub der involvierten Unternehmen möglich. Angepasste politische Rahmenbedingungen können ihn entscheidend fördern – denn eine höhere Ressourcenproduktivität heisst mittelfristig auch eine grössere Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Markt, da eine doppelte Kosteneinsparung bei Materialeinkauf und Abfallentsorgung damit verbunden ist. Neue Formen der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Staat, zum Beispiel in Form von *'Innovationsbündnissen'*, sind deshalb sinnvoll und notwendig, um das ehrgeizige Ziel schrittweise, aber richtungssicher zu erreichen.

Um bedeutende Wettbewerbsvorteile zu erringen, ist in der Regel ein sehr innovativer und kreativer Prozess notwendig. Denn es gilt einer Reihe von Herausforderungen zu begegnen, die "trade-offs" zwischen Ressourceneffizienz, Geschäftsergebnissen und öko-sozialen Anliegen tendenziell erzeugen können. Zudem erfordert die Optimierung der Ressourceneffizienz u.a. die Schaffung von völlig neuen Wertschöpfungsnetzen – mit ganz unterschiedlichen Auswirkungen sowohl auf Geschäftsergebnisse als auch auf Ökosysteme.

Beispiele zeigen, dass Unternehmen, die den Wandel in Richtung einer nachhaltig zukunftsfähigen Praxis anführen, deutliche Wettbewerbsvorteile gewinnen. Diese Unternehmen erkennen, dass "Nachhaltigkeit und Umwelt" langfristig ihre Märkte verändern wird und ganz neue Geschäftschancen und Wachstumsmöglichkeiten für zukunftsfähige Systeme, Produkte und Dienstleistungen eröffnet. Unternehmen, die diesen Wandel anführen, sind in der Lage, die Spielregeln des Marktes ihrer Branche neu zu bestimmen.

Systematische Schritte zur Ressourceneinsparung:

Die Grundprinzipien von grossen Einsparungen sind sehr einfach: *viele sukzessive Einsparungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette* – angefangen von der Gewinnung des Rohstoffes, über jeden Zwischenschritt der Verarbeitung und des Transports, bis zur Lieferung der Dienstleistung an den Endnutzer und zur letztendlichen Wiedergewinnung bzw. Entsorgung –, *wie klein sie auch immer sein mögen, kumulieren sich zu grossen Einsparungen. Besonders ertragreich sind die Einsparungen "downstream": sie führen im Prinzip zu grossen Einsparungen an Holzwerkstoffen und Baumstämmen "upstream".*

Hinweise auf die grössten Einsparpotentiale ergeben sich aus der Beantwortung der Frage:

- Wieviel Nutzen erhält der Konsument von jeder gelieferten Nutzen-Einheit?, und
- Kann dieser Nutzen durch weniger Holzwerkstoffe und/oder andere Materialien und Verfahren gestiftet werden?

Wie effizient auch immer wir Wälder in Stämme und weitere Holzprodukte umwandeln, führt dies solange zu nichts, als das Ergebnis Produkte sind, die eigentlich niemand will und alsbald nicht mehr genutzt und weggeworfen werden bzw. auf der nächsten Deponie landen. Jede Einheit an solchen unerwünschten und geringgeschätzten "Dienstleistungen", die vermieden werden kann, führt dazu, dass die entstehenden Verluste entlang der ganzen Kette bis zurück zum Wald vermieden werden können, die grösstmögliche Zahl an Bäumen eingespart und das Ausmass an Waldschäden durch das Holzschlagen vermieden werden kann.

Aber: so gross das Einsparungspotential auch ist, sind wir mit dem Problem konfrontiert, dass die Material- und Wertflüsse in der globalen Forstprodukte-Industrie äusserst komplex sind. Die Beziehungen zwischen Preisen, Haupt-, Ko- und Nebenprodukten, Verarbeitungskapazitäten, Marktstrukturen etc. sind extrem verflochten. Wir haben es deshalb nicht mit klar gegliederten Wertschöpfungsketten (wie etwa bei der Stromindustrie) zu tun. Vielmehr gleicht die Forstprodukte-Industrie einem *ökosystem-ähnlichen Wertschöpfungsnetz bzw. -geflecht*. Das hat zur Folge, dass eine bestimmte Aktivität zur Einsparung von Holzwerkstoffen in einem Nutzenbereich tatsächlich nicht zu der erwarteten Einsparung an Holzressourcen (Bäumen) führen muss, weil die prekäre Balance von Angebot und Nachfrage, Preisen und Flüssen von Ko- und Nebenprodukten in diesem Wertschöpfungsnetz u.U. zu einer Zunahme des Verbrauchs an Holzwerkstoffen in anderer Form bzw. in anderen Anwendungsbereichen führen kann.

Die angesprochene komplexe, verflochtene Struktur des Wertschöpfungsnetzes von Forstprodukten hat Auswirkungen darauf, wie die Unternehmen motiviert sind, auf Ressourceneffizienz zielende Strategien anzuwenden. Im Gegensatz etwa zur Elektrizitätsindustrie mit ihren "eins-zu-eins"-Beziehungen zwischen Produzent und Konsument, ist die Struktur des Wertschöpfungsnetzes der Forstprodukte-Industrie charakterisiert durch *diffuse Beziehungen zwischen einer Forstressource und bestimmten "downstream"-Produktanwendungen und Kunden*. Ressourceneinsparungen "downstream" können zu Ressourceneinsparungen "upstream" führen, die aber über eine sehr grosse Zahl von geographisch verstreuten Forstregionen verstreut sind.

Im Vergleich zu anderen Industriezweigen tendiert die komplexe Struktur des Forstprodukte-Wertschöpfungsnetzes dazu, *Marktbarrieren* aufzubauen, was die Geschwindigkeit reduziert, mit der sich Märkte anpassen. Sie führt für Unternehmen zudem auch zu deutlich anspruchsvolleren Herausforderungen, um Wettbewerbsvorteile zu erringen.

Das heisst nicht, dass wir nichts tun können, um Wälder nachhaltig zu bewirtschaften oder zu retten. Es heisst nur, dass wir *Steigerungen der Ressourcenproduktivität* nur dann erreichen können, wenn wir *systemisch und systematisch quer durch alle Sektoren und Anwendungen vorgehen*.

Systemperspektive:

Aus einer Systemperspektive muss die relative Ressourcenproduktivität bzw. Nachhaltigkeit verschiedener Dienstleistungserfüllungssysteme einer bestimmten Ressource (z.B. Holzfaser-Dienstleistungserfüllungssysteme) untersucht werden.

Mit anderen Worten: *Um in Quantität und Qualität dieselben Dienstleistungen durch Holzprodukte liefern zu können, müssen wir sorgfältig jeden Schritt entlang der Reise vom Wald bis zur tatsächlichen "Dienstleistung" betrachten und analysieren.*

Ein hilfreiches Vorgehen dabei kann in einer Formel zusammengefasst werden, die die wichtigsten Faktoren kombiniert, die das Schlagen von Bäumen aus den Wäldern verursachen. Diese Formel – die *Lovins-Formel* (Hawken et al. 1999) – lautet:

- Die *Zahl der Bevölkerung*, multipliziert mit dem
- *Wohlstand*, d.h. der durchschnittlichen Zahl an Service-Einheiten (z.B. Papierverbrauch in kg pro Person und Jahr), die jede Person in Anspruch nimmt, multipliziert mit
- *nicht-substituierten Holzwerkstoffen* – wieviel von dieser Nachfrage nach Service-Einheiten wird tatsächlich durch Holzwerkstoffe gedeckt (und nicht durch Substitutionsprodukte aus Nicht-Holzwerkstoffen), multipliziert mit

- *Abhängigkeit von neuen Materialien* – welcher Anteil an Produkten, die die gewünschten Service-Einheiten liefern, werden aus neuen Holzwerkstoffen hergestellt und nicht aus rezyklierten Holzwerkstoffen, aus neuen Holzprodukten und nicht aus reparierten oder wiederaufgearbeiteten Produkten, sind Wegwerfprodukte und nicht dauerhafte Produkte usw.

Das Ergebnis der Multiplikation dieser vier Faktoren zeigt, wieviel Holzwerkstoffe insgesamt benötigt würden, wenn alle Ressourceneffizienzen beim Ernten, in der Verarbeitung und der Nutzung dieser Holzwerkstoffe konstant bleiben.

Um die Möglichkeiten zu identifizieren, wo mehr Service-Einheiten mit weniger Holzwerkstoffen zur Verfügung gestellt werden können (Innovationspotentiale), muss das oben errechnete Ergebnis (die potentielle Nachfrage nach Holzwerkstoffen) durch das Produkt aus den folgenden Effizienzverbesserungen dividiert werden:

- *Funktionseffizienz (oder "hedonistische Effizienz")*: Wie effizient bzw. effektiv erhöhen die "Dienstleistungserfüllungssysteme auf Holzwerkstoffbasis" die Befriedigung der jeweiligen menschlichen Bedürfnisse? Welche Massnahmen führen bei gleichbleibender Funktionserfüllung zu einer Reduktion an Holzwerkstoffen in den einzelnen Produktbereichen (im Papierverbrauch bspw. die Informationsübertragung und Informationsspeicherung durch elektronische Medien (u.a. emails) und Massnahmen, die unerwünschte Ausdrücke verringern)?
- *Endnutzungseffizienz*: Wie effizient werden Holzwerkstoff-Zwischenprodukte umgesetzt in "Dienstleistungserfüllungssysteme" für die Endnutzung (bspw. Dokumente, Möbel, Holzhäuser)? Welche Massnahmen führen zu einer Reduktion an Holzwerkstoff-Zwischenprodukten (im Papierverbrauch z.B. durch doppelseitiges Drucken und Kopieren, durch Verwenden von einseitig bedrucktem "Abfall"-Papier etc.)?
- *Umwandlungseffizienz*: Wie effizient werden Forstprodukte in Produkte auf Holzwerkstoffbasis umgewandelt (z.B. Steigerung der Umwandlungseffizienz in der Papierstoff-Herstellung um wieviel Prozent durch Verbesserungen von Prozessen und Ausrüstungen)?
- *Flächeneffizienz*: Wie effizient werden Wälder in solche primären Forstprodukte wie Papierzellstoff, Holzbretter usw. umgewandelt (z.B. Zunahme in der Papierholzgewinnung pro Hektar aus Weichhölzer-Plantagen statt aus nicht-kultivierten Naturwäldern)?
- *Dematerialisierung*: Wie und in welchem Masse lassen sich die "Dienstleistungserfüllungssysteme auf Holzwerkstoffbasis" durch weniger Inputs an neuen Holzwerkstoffen realisieren (z.B. leichte Tragwerkstrukturen im Holzbau oder Verringerung des Inputs an Holzwerkstoffen pro Einheit Papierprodukt, z.B. durch Verringerung an Holzfasern pro Blatt Papier durch Übergang von 60-pound zu 45-pound Grundgewicht)?
- *Schliessung von Holzwerkstoff-Kreisläufen*: Wie und in welchem Masse lassen sich Holzwerkstoff-Kreisläufe schliessen (z.B. durch Mehrfachverwendung von Papierprodukten)?
- *Substitutionseffizienz*: Welche Substitutions-Massnahmen führen zu einer Reduktion des Einsatzes an neuen Holzwerkstoffen (z.B. Substitution von neuen Holzwerkstoffen durch Holzabfälle und durch rezyklierte Holzabfälle bzw. Substitution durch Nicht-Holzwerkstoffe (bspw. Reduktion in der Verwendung von Holzfasern durch Zusatz von Nicht-Holzfasern (z.B. Stroh) plus Netto-Reduktion durch Papier-Recycling))?

Die Zahl der Bevölkerung und Wohlstand sind offensichtlich wichtig, aber es ist oft schwierig festzustellen, wieviel an Flexibilität sie beinhalten. Die Funktionseffizienz und die Abhängigkeit von neuen Materialien sind zwar sehr wichtige Faktoren, aber schwierig zu definieren. Hingegen eröffnet die Fokussierung auf die übrigen vier Faktoren – Substitutionen von Holzwerkstoffen, Flächeneffizienz, Umwandlungseffizienz und Endnutzungseffizienz – ein Einsparungspotential von ungefähr 75 - 80 % an neuen Holzwerkstoffen, um "Dienstleistungen" wie neue Holzhäuser oder Zeitungen zu liefern.

Innovationsansätze und -strategien in der Papierkette:

Im folgenden geben wir entlang dieser Effizienzsystematik eine Übersicht von möglichen Innovationsansätzen und -strategien in der Papierkette.

Innovationen in der Papierkette zur Steigerung der Ressourceneffizienz			
Ausgangslage:	Für eine Tonne Neu-Papier werden ca. 2 - 3.5 Tonnen an Bäumen eingesetzt. Eine Tonne Papier hat schätzungsweise einen ökologischen Rucksack von 15 Tonnen an biotischen und abiotischen Materialien sowie von 120 Tonnen Wasser!		In den nächstfolgenden Jahren (ohne Maßnahmen) mögliche Flächenvergrößerung
Art der Innovation	Kurzbeschreibung	Massnahmen	Potenzial
1. Funktionseffizienz	Erhöhung der Effizienz bzw. der Effektivität der "Dienstleistungserfüllungssysteme Papier" zur Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse nach Information bzw. nach Verpackung (Die Unterscheidung zwischen Funktions- und Endnutzungseffizienz (siehe Punkt 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. vermehrte Nutzung elektronischer Informationsträger statt Papier (z.B. emails) 2. Weniger Ausdrucken von elektronischer Information 3. E-paper (ein flexibler, kabelloser Computer-Bildschirm, der wie ein Stück Papier aussieht, keine Energie für die Lagerung und das Anschauen benötigt, und mindestens 1 Million mal beschrieben und umgeschrieben werden kann) 4. weniger Verpackung pro Einheit Produktgewicht 5. andere? 	Verringerung des Papierverbrauchs (Faktor 1 bis 3). E-Paper (Faktor 4 bis 10). Pro Einheit Produktgewicht gesenkt.
2. Endnutzungseffizienz	Grad der Effizienz bzw. der Effektivität, mit der Papier als "Dienstleistungserfüllungssystem" in Nutzeinheiten umgewandelt wird, vor allem in die Endnutzung von Dokumenten als Informationsträger	<ol style="list-style-type: none"> 1. Das elektronisch-papierlose Unternehmen 2. Verringerung von allen Arten von "junk mail" (Wurfsendungen etc.) 3. CD-ROMs oder Internet-Zugang statt Kataloge, Telefonbücher, Manuals etc. 4. Vermeiden von "over-designed" und nutzloser Verpackung 5. doppelseitiges Drucken und Kopieren 6. Verwenden von einseitig bedrucktem "Abfall"-Papier 7. "Zeitung" auf abwaschbarer Kunststoffolie denn auf Papier (Papier hat einen ökologischen Rucksack von 15, Kunststoffolien von ungefähr 5) 8. andere? 	Kurzfristige Verringerung des Papierverbrauchs Beispiele: 1.: Dow verwendet nur 6 Wochen (gleichzeitige Arbeitspraktiken) endlich Z wirklich 2.: Die Bäume um 25% Papierverbrauch gesamt 3.: Firma verwendet Kartons, verwendet Verpackung

3. Umwandlungseffizienz	Grad der Effizienz in der Umwandlung von Forstprodukten in Papierprodukte (mehr Papier aus jeder Tonne Papierzellstoff auf Holzbasis bzw. mehr Papierzellstoff aus jeder Einheit Holz (Baumstamm))	<p>1. Die Steigerung der Sammlung und Wiederverwendung von Altpapier für die Herstellung von Neupapier ist mit erheblichen Effizienzgewinnen verbunden (siehe auch Punkt 6. Schliessung von Papierkreisläufen). Aus jeder Tonne Altpapier kann eine Tonne Neu-Papier produziert werden (dies ist wesentlich effizienter als ca. 2 - 3.5 Tonnen an Bäumen für eine Tonne Neu-Papier einzusetzen). Und der Energieverbrauch beträgt nur noch 10 - 40 % gegenüber der Neupapier-Herstellung.</p> <p>2. Verbesserungen von Prozessen und Ausrüstungen (u.a. bessere Methoden zur Lignin-Entfernung mit weniger Einsatz an Chemikalien und Energie und gleichzeitig höheren Erträgen an Holzfasern; Übergang zu sicheren Bleichungs-Chemikalien; Reduzierung von Abfällen und besseres Abfallmanagement etc.; Schliessung von Kreisläufen bei Wasser, Chemikalien (z.B. ECF und TCF, etc.)</p>	<p>1. Einsatz von saurem Altpapier zur Minimierung der CO₂-Emissionen (z.B. Wisconsin)</p> <p>2. Steigerung der Effizienz um ca. 5% (z.B. durch "Fiber Recovery")</p> <p>3. Einsatz von Altpapier zur Herstellung von Neupapier (z.B. durch "Fiber Recovery")</p> <p>4. "Fiber Recovery" (z.B. durch "Fiber Recovery")</p>
4. Flächeneffizienz	Grad der Effizienz der Umwandlung von Wäldern in gewünschte primäre Forstprodukte wie Papierzellstoff (Auch mit einem weltweit höheren Anteil an rezyklierten Holzfasern und Nicht-Holzfasern werden nach wie vor ca. 25 - 30 % der Holzfasern zur Papierherstellung aus neuen Holzfasern kommen.)	<p>1. Nachhaltige Forstbewirtschaftung (u.a. Änderung der Erntetechniken, grössere Vielfalt an Baumarten, etc.)</p> <p>2. Vermehrte Papierholzgewinnung auf degradierten, nicht mehr genutzten und bewohnten Flächen (u.a. Weichhölzer-Plantage) und nicht mehr aus kultivierten oder nicht-kultivierten Naturwäldern</p>	Bei Weichhölzern
5. Dematerialisierung von Papierprodukten	Anpassung des Ressourceninputs für Papierprodukte, damit sie den gewünschten Nutzen erfüllen können	Verringerung des spezifischen Holzfasersanteils pro Einheit Papierprodukt (z.B. durch Übergang von 60-pound zu 45-pound Grundgewicht)	Denkbar
6. Schliessung von Papierkreisläufen	Mehrfachverwendung von Papierprodukten	<p>1. Einsatz von Mehrweg-Verpackungen</p> <p>2. Einsatz der "Dekopier"-Technologie in Unternehmen</p> <p>3. Einsatz von regionalen "Mini-mills" (siehe auch Punkt 3. Umwandlungseffizienz)</p> <p>4. etc.</p>	<p>1. Verringerung um 20 %</p> <p>2. Sammlung (weltweit 43%; möglich)</p>
7. Substitution	Reduzierung des Verbrauchs von neuen Holzwerkstoffen	<p>1. Substitution von neuen Holzwerkstoffen durch Holzabfälle und durch rezyklierte Holzabfälle</p> <p>2. Substitution durch Nicht-Holzwerkstoffe, z.B. Reduktion der Verwendung von Holzfasern durch Zusatz von Nicht-Holzfasern (z.B. Stroh) plus Netto-Reduktion durch Papier-Recycling</p>	<p>Situation</p> <p>Papierherstellung rezykliert</p> <p>Nicht-Holzwerkstoffe</p> <p>Ad 1. Vermeidung</p> <p>Ad 2. Vermeidung</p> <p>Nicht-Holzwerkstoffe</p> <p>Papierrecycling</p> <p>Alternativen</p> <p>Abfälle, etc.</p> <p>Bedeutung</p> <p>Holzfasern</p> <p>Weltproduktion</p> <p>Faserstoff</p> <p>verarbeitet</p> <p>Lignin entfernt</p> <p>weniger</p>

Aus diesen möglichen Innovationsansätzen und -strategien sei beispielhaft eine radikale Systeminnovation kurz skizziert. Sie kann u.a. umfassen:

- Die Reduzierung des Papierverbrauchs bei grossen Papierverbrauchern (z.B. Banken, Versicherungen, Staat) durch Neugestaltung von Arbeitsprozessen (incl. durchgängiger Nutzung von Informations- und Kommunikationstechniken ohne dauerndes Ausdrucken);
- Die Nutzung der Dekopier-Technologie für homogene Papiersorten in grossen Organisationen (dadurch kann ein Papier bis zu 10'000mal wiederverwendet werden);
- der Aufbau von regionalen Mini-Mills, um aus Altpapier plus höchstens 25% an neuen Holzfasern Papier herzustellen (Im Zusammenhang mit der im Stadtteil Bronx von New York im Bau befindlichen Mini-Mill wird statt von Altpapier vom "urban forest" gesprochen, um – auch marketing-mässig – zum Ausdruck zu bringen, dass es auch in waldlosen städtischen Agglomerationen "Wald" in der Form von zirkulierendem Papier gibt, und dass zu diesem "Wald" ebenso Sorge getragen werden muss wie zum "normalen" Wald.).

Zielführende Strategien zur Umsetzung von zukunftsfähigen Systeminnovationen:

Radikale, zukunftsfähige Systeminnovationen erfordern – jenseits der Verbesserung von einzelnen Produkten, Komponenten und Prozessen – weitreichende evolutionäre organisatorische Transformationsprozesse und soziale Innovationen unter intelligenter Nutzung neuer Technologien. Von der System- und Komplexitätsforschung lernen wir, dass radikale, systemische Veränderungsprozesse immer von den Rändern des Systems oder des "Chaos" herkommen, "inszeniert" von neuen Akteuren und Akteurskonstellationen mit neuen Wertvorstellungen.

Zielführende Strategien zur Umsetzung von zukunftsfähigen Systeminnovationen sind vor allem:

1. *Bildung von Marktgemeinschaften mit gemeinsamen Zukunftsvorstellungen:* Um ihren Kunden dauerhaft ökointelligente Systemlösungen anbieten zu können, schaffen proaktive Unternehmen wie Marktgemeinschaften mit gemeinsamen Zukunftsvorstellungen, d.h. so etwas wie "*unternehmerische Ökosysteme*" (Moore 1998). Ein "unternehmerisches Ökosystem" besteht aus

- den Kunden,
- dem eigenen Unternehmen,
- seinen Kooperationspartnern,
- den verschiedenen Zulieferern und Händlern (Handelsvertretungen, Vertriebskanäle, Vertreiber komplementärer Produkte und Dienstleistungen),
- den eingesetzten, verarbeiteten, verkauften und zurückgenommenen Gütern,
- den Eigentümern, anderen Anspruchsgruppen (z.B. NGOs) sowie den staatlichen Institutionen, Regulierungsbehörden, Verbänden usw., die jeweils verschiedene Interessen vertreten, und schliesslich
- den Konkurrenten.

Solche "unternehmerischen Ökosysteme" bilden sich um innovative Ideen herum und umspannen oft eine Vielfalt von Industriezweigen (z.B. sind für die Problemlösung "Reduktion des Papierverbrauchs" bei Banken, Versicherungen etc. die Kompetenzen im Bereich Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation erforderlich). Die involvierten Unternehmen werden zum Mittelpunkt weit gespannter Netze innovativer Anstrengungen und wollen die vorhandene menschliche Kreativität zur Lösung drängender Probleme nutzen und den Kunden damit einen "zukunftsfähigen" Dienst erweisen. Sie entwickeln gemeinsam neue Fähigkeiten im Umkreis der Innovation, und sie kooperieren teils, teils konkurrieren sie miteinander, wenn neue ökointelligente Systemlösungen (als Mix von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen) eingeführt werden, Kundenwünsche zu berücksichtigen sind und die nächste Innovationsrunde ins Haus steht. Die unternehmerische Strategiebildung orientiert sich am Konzept der Koevolution, das ein neues Stadium des Wettbewerbs beschreibt. In gewisser Weise kommt das Bemühen um den Aufbau "unternehmerischer Ökosysteme" und ein darauf abzielendes Handeln einer Art Gemeinschaftsbildung gleich. Wettbewerb auf dieser höheren Ebene zielt auf den Entwurf attraktiver, ökonomisch, ökologisch und sozial zukunftsfähiger Visionen und spornt zu gemeinsamem Handeln an.

2. *Integration und Zusammenarbeit im Wertschöpfungsnetz*: Auch das Schmieden von direkten Beziehungen "upstream" und "downstream" macht die Realisierung von systemischen Einsparungen möglich (z.B. die Ausschaltung des Zwischenhandels und Steigerung der Ressourceneffizienz). Um eine Wertschöpfungskette "virtuell" zu integrieren, ist entweder ein vertikal integriertes Unternehmen oder die Entwicklung kooperativer Netzwerke denkbar.

3. *Der Aufbau kundenorientierter Leistungs- und Innovationsnetzwerke*: Die Umsetzung von zukunftsfähigen Systeminnovationen erfordert die Zusammenarbeit unterschiedlicher Leistungsanbieter. Dies setzt voraus, dass Unternehmen gemeinsame Visionen entwickeln, Allianzen schliessen, Vereinbarungen treffen und komplexe Beziehungsnetzwerke managen. Gerade letzteres zeigt, dass dabei "weiche" Innovationsfaktoren wie Organisation, Qualifikation, Managementmentalität, Kommunikation sowie Verhaltensstile eine mindestens ebenso grosse Rolle spielen wie technologische Innovationsfaktoren. Zu den Aufgaben kundenorientierter Leistungs- und Innovationsnetzwerke gehört auch, dass frühzeitig Konsumenten und Produzenten zusammengebracht werden (Bildung von Innovationsteams), damit der Bedarf an den gewünschten Funktionen bzw. Diensten, die mit den neuen Dienstleistungserfüllungssystemen geleistet werden sollen, möglichst exakt ermittelt werden kann, und die künftigen Kunden bzw. Nutzer sich darauf einstellen können, die neuen Systeme auch einzusetzen, wenn sie auf dem Markt erscheinen. Innovationsprozesse beginnen also, sollen sie erfolgreich sein, in der Regel immer mit organisatorischen und sozialen Innovationen.

4. *Entwicklung von Leitmärkten*: Zukunftsfähige Systeminnovationen müssen von der Marktseite her konzipiert, entwickelt und realisiert werden. Von proaktiven Unternehmen kann man lernen, wie sie dazu sog. 'Leitmärkte' aufgebaut haben, auf denen neue Dienstleistungserfüllungssysteme erprobt und marktreif gemacht werden. Leitmärkte sind solche Märkte, die beim ersten grösseren Einsatz neuer Systeme entstehen und auf denen sich wichtige wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen für die neuen Systeme erst herausbilden. Auf den Leitmärkten bilden sich die konkreten Kundenerwartungen und damit die konkrete Nachfrage heraus, werden aber auch wirtschaftliche Defizite neuer Systeme sichtbar. Zudem werden auf den Leitmärkten auch Preise gebildet, die oft richtungweisend sind, bis die Konkurrenz sich entfaltet hat und der Markt etabliert ist. Auf den Leitmärkten entstehen zudem auch technologische Standards, neue Formen der Arbeits- und Produktionsorganisation, Zulieferbeziehungen und viel Know-how für das Design, die Fertigung und den Vertrieb von neuen Dienstleistungserfüllungssystemen. Die Unternehmen, die den Leitmarkt entwickelt und die Nase am Markt ganz vorne haben, können oft Vorsprünge gewinnen, die lange anhalten.

5. *Funktionsorientierte Betrachtung der Befriedigung von Bedürfnissen*: Bei der Funktionsorientierung stellen sich Unternehmen die Frage, welche Systeme erfüllen müssen, um die Bedürfnisse ihrer Kunden nachhaltig mit weniger Stoff- und Energieeinsatz und durch Verminderung der human- und ökotoxikologischen Risikopotentiale zu befriedigen. In der strategischen Perspektive der Funktionsorientierung liegt das wohl grösste Nachhaltigkeitspotential, weil sie die Befriedigung bestehender Bedürfnisse aus einer ökologischen Perspektive zu optimieren sucht.

6. *Neue Formen der Wissensorganisation und des Wissensmanagements*: Gerade Systeminnovationen verlangen in bezug auf praktisch alle Unternehmensfunktionen die Beschaffung und Verarbeitung von neuen Informationen und neuem Wissen. Die erforderliche Vielfalt an Informationen und Wissen wird nur durch die Mobilisierung von möglichst vielen kompetenten Informations- und Wissensquellen zu erreichen sein. Dies bedingt einmal einen umfangreichen Informations- und Wissensaustausch im Unternehmen zwischen Forschung und Entwicklung, Marketing, Vertrieb und Produktion, vor allem aber mit den (potentiellen) Kunden. Eine weitere wichtige Quelle ist die vertikale Kommunikation in der Wertschöpfungskette bzw. entlang des gesamten Lebenszyklus einer Produktlinie bis hin zur Abfallwirtschaft.

Literaturhinweise

Bierter, W. et al.: Ökologisches Produkt-Design, ökointelligente Dienstleistungs- und Nutzungskonzepte im Bereich Heimmöbel, Projektbericht im Auftrag des BMBF (DLR-Projekträger Umweltechnik), Bonn, Institut für Produktdauer-Forschung, Genf / Giebenach, Dezember 1999

Giarini, O./Stahel, W.R.: Die Performance-Gesellschaft: Chancen und Risiken beim Übergang zur Service Economy, Marburg 2000

Hawken, P. et al.: Natural Capitalism. Creating the Next Industrial Revolution, Boston/New York/London 1999, S. 178 ff.

Moore, J.: Das Ende des Wettbewerbs. Führung und Strategie im Zeitalter unternehmerischer Ökosysteme, Stuttgart 1998

Report of the Steilmann Commission: The Wealth of People, An intelligent economy for the 21st century", insbesondere Kap.5 "Innovation – The Pathway to Threefold Sustainability", erscheint 2001

Autorenangabe:

Bierter, Willy, geb. 1940; Dr. phil. II; Direktor des Instituts für Produktdauer-Forschung, Genf/Giebenach/Hamburg, und Mitglied des Factor 10 Innovation Networks