

## 1 Einleitung

Eine umweltgerechte Produktgestaltung berücksichtigt, zusätzlich zu den betriebswirtschaftlichen Produktgestaltungsaspekten<sup>1</sup>, die Umweltwirkungen, wie Emissionen und Abfälle, die über den gesamten ökologischen Produktlebenszyklus (d.h. von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung) entstehen (Bensch/Seidel, 1998, S.231).

Dieser Ansatz gehört zu den „Begin-of-the-Pipe-Techniken“, welche schon am Anfang bei der Produktentwicklung Umweltverträglichkeit als Produktqualität einbeziehen. Somit ist die umweltgerechte Produktgestaltung ein Teilaспект des **integrierten Umweltschutzes**, welcher Vorsorge- und Vermeidungsstrategien als ganzheitliche Umweltschutzmaßnahmen verfolgt. Dieser hat seit Beginn der neunziger Jahre den **additiven Umweltschutz** abgelöst, der seit den siebziger Jahren verstärkt verfolgt wurde. Im Gegensatz zum integrierten Umweltschutz werden dabei nur Nachsorgemaßnahmen (Recycling, Entsorgung) konkretisiert, die sich allein auf die betriebliche Abfallwirtschaft beschränken (Wöhe/Döring, 2000, S.475). Durch diese „End-of-the-Pipe-Techniken“ sollen bereits entstandene Umweltbelastungen bezüglich ihres Gefahrenpotentials neutralisiert bzw. reduziert werden. Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung des Katalysators, der die Luftverschmutzung durch Autoabgase vermindert (Manstein, 2000, S.3).

Eine Entwicklung hin zum integrierten Umweltschutz wird auf eine gestiegene Sensibilität für ökologische Probleme zurückgeführt. Unternehmen stehen vor der Herausforderung ihre Produkte dementsprechend mit verminderter Ressourcenverbrauch, reduzierter Umweltverschmutzung und geringerer Belastung der Ökosysteme zu konzipieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben (Bänsch, 1990, S.16). Dass sich Umweltbewusstsein, ebenso wie soziales Engagement, auch ökonomisch rentiert, belegt der erste globale Nachhaltigkeitsindex (DJSI)<sup>2</sup> in Zahlen. Auf dem Nachhaltigkeitsindex sind auch deutsche Unternehmen, wie BMW, Bayer und die Deutsche Lufthansa aufgelistet (o.V., 2000, S.93).

Ein solches Umweltbewusstsein führt in den Unternehmen zu einer offensiven Umweltpolitik, die sich auf der Ebene der Produktpolitik durch eine umweltgerechte Produktgestaltung zeigt. In den folgenden Kapiteln werden hierzu verschiedene relevante Aspekte näher betrachtet.

---

<sup>1</sup> Produktgestaltungsaspekte sind beispielsweise die Festlegung von Produkteigenschaften, Markenname und Verpackungsentwurf (Hansmann, 2001a, S.90)

<sup>2</sup> DJSI: Dow Jones Sustainability Group Index

Im zweiten Kapitel werden einige wesentliche umweltrechtliche Vorgaben erörtert, die die Produktentwicklung maßgeblich beeinflussen. Anschließend werden im dritten Kapitel vier relevante Methoden zur Umweltbewertung beschrieben. Diese Methoden, die auf dem ökologischen Produktlebenszyklus basieren, ermöglichen eine Bestimmung der umweltverträglicheren Produktalternativen bei Neukonstruktionen. Das vierte Kapitel behandelt im Bereich Design und Konstruktion die operative Umsetzung der abstrakten Forderung „Umweltfreundlichkeit“ durch Prinzipien und mögliche Maßnahmen. Exemplarisch werden verschiedene theoretische Aspekte der umweltfreundlichen Produktgestaltung im fünften Kapitel an dem Beispiel „BMW“ praxisbezogen erläutert. Im letzten Kapitel erfolgt eine kritische Würdigung.

## **2 Umweltrechtliche Vorgaben für eine umweltgerechte Produktgestaltung**

Produktgestaltung ist ein komplexer Vorgang, bei dem unterschiedliche Anforderungen und vielfältige Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen. Zu den Rahmenbedingungen zählen die umweltrechtlichen Vorgaben, die sich aus den entsprechenden Gesetzen ergeben.

Es gibt einerseits gesetzliche Vorgaben mit direktem Bezug zum Produkt, und andererseits Vorgaben bezüglich der Produktionsprozesse mit indirektem Einfluss auf die Produktgestaltung. Ein Nichteinhalten dieser Vorgaben kann unter anderem zu Bußgeldstrafen, Rückrufaktionen oder Absatzsenkungen aufgrund von Imageverlust führen (Stelzer, 1999, S.1ff.). Die folgenden umweltrechtlichen Vorgaben beschreiben einige relevante Teilespekte des Umweltrechts und der Umweltstandards.

### **2.1 Rechtliche Vorgaben bezüglich des Produktes**

#### **2.1.1 Gesetze und Verordnungen**

Die relevanten gesetzlichen Anforderungen werden im wesentlichen aus drei Gesetzen abgeleitet: dem Produkthaftungsgesetz, welches vor allem den Schadensausgleich für Schäden aufgrund fehlerhafter Produkte abhandelt, dem Produktsicherheitsgesetz, welches gebietet nur sichere Produkte in Umlauf zu bringen, und dem sehr bedeutsamen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-AbfG).

Das Ziel des **Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz** ist die Schonung natürlicher Ressourcen und die umweltverträgliche Beseitigung von Abfällen (KrW-AbfG §1) unter Einhaltung der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft. Das bedeutet, dass Abfälle

primär zu vermeiden und sekundär stofflich oder energetisch zu verwerten sind. Eine Maßnahme zur Abfallvermeidung ist die abfallarme Produktgestaltung.

Abgeleitet aus dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-AbfG §§24-26) ergibt sich die Befähigung für die Bundesregierung Rücknahme- und Rückgabepflichten für bestimmte Produkte zu erlassen. Diese sind beispielsweise die Verpackungsverordnung mit dem Ziel der Vermeidung von Verpackungsabfällen, die Altauto-Verordnung oder die Entwürfe zur Elektronik-Schrott-Verordnung.

Die **Altauto-Verordnung** über die Vermeidung, Verringerung und Verwertung von Abfällen aus der Kraftfahrzeugentsorgung von 1997 verpflichtet den Hersteller von Kraftfahrzeugen zur Rücknahme und Verwertung. Damit zielt die Verordnung neben der stofflichen Verwertung, soweit diese technisch möglich ist, auch auf eine Wiederverwendung einzelner Bauteile ab (Rogall, 1993, S.10).

Diese Regelungen werden zur Zeit wesentlich erweitert, da im Dezember 2001 ein **Gesetzesentwurf zur Entsorgung von Altfahrzeugen** aufgrund einer **EU-Altfahrzeugrichtlinie<sup>3</sup>** verabschiedet wurde. Der Gesetzesentwurf besagt, dass Hersteller und Importeure künftig zur Rücknahme der Altfahrzeuge über ein (einzurichtendes) flächendeckendes Rücknahmesystem verpflichtet sind. Dabei ist Verwertungsquote<sup>4</sup> von 85 Prozent (ab 2006) auf 95 Prozent (ab 2015) zu steigern und die Recyclingquote<sup>5</sup> von 80 auf 85 Prozent zu erhöhen. Zusätzlich werden bei der Herstellung von Fahrzeugen und Bauteilen ab Juli 2003 bestimmte gefährliche Stoffe, wie Blei und Quecksilber, verboten sein. Somit wird es sich für Fahrzeughersteller auch wirtschaftlich rentieren gut recyclebare Autos zu konstruieren (o.V., 2002a, S.150f.).

Der Entwurf zur **Elektronik-Schrott-Verordnung** betrifft die Hersteller und Vertreiber elektronischer und elektrischer Geräte. Diese sind zukünftig zur Rücknahme von Altgeräten und zur Zuführung dieser Produkte zu ordnungsgemäßen Verwertung bzw. Entsorgung verpflichtet. Daher müssen bereits bei der Produktgestaltung Produkteigenschaften entwickelt werden, die eine Abfallvermeidung bei späterer Entsorgung ermöglichen (Schemmer, 1994, S.24).

Allgemein bedeuten diese direkten gesetzlichen Vorgaben einen erhöhten Haftungsumfang für Unternehmen bei Schäden aus Fehlfunktionen der Produkte. Durch

<sup>3</sup> Diese EU-Richtlinie muss bis zum 21. April 2002 in deutsches Recht umgesetzt werden.

<sup>4</sup> Verwertungsquote von 85%: mindestens 85% des durchschnittlichen Gewichtes eines Altfahrzeugs müssen verwertet werden

<sup>5</sup> Recyclingquote: anteiliges Gewicht, welches in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden muss

die Verordnungen haben die Hersteller dieser spezifischen Produktgruppen konkrete Vorgaben zur Produktgestaltung und zum Umgang mit diesen Produkten. Die im folgenden Abschnitt behandelten Normen und Richtlinien sind allerdings operational besser anwendbar bei der ökologisch orientierten Produktentwicklung.

### 2.1.2 Normen und Richtlinien

Normen setzen allgemeingültige Standards, um den Kommunikationsprozess zwischen verschiedenen Partnern - wie Designern, Herstellern, Händlern und Konsumenten- zu vereinfachen. Ursprünglich haben sie hauptsächlich die Anforderungen an Qualität und Funktionalität der Produkte beinhaltet, doch mittlerweile wird auch die Umweltverträglichkeit als Produktqualität angesehen und mitberücksichtigt. Dabei begrenzt die Formulierung von Umweltzielen als „normativer Rahmen“ den Freiraum der Deregulierung. Dieser besagt, dass die Kräfte der Industrie einen Handlungsspielraum besitzen, um Umweltschutz selbst zu gestalten und zu kontrollieren. Um dabei gewisse Mindestanforderungen bezüglich der Produktgestaltung zu gewährleisten wurde 1994 ein „*Leitfaden zur Einbeziehung von Umweltaspekten in Produktnormung und –design*“ vom Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) herausgegeben.

Auch die International Standardisation Organisation (ISO) hat mit der Rahmennorm *ISO 14040 „Umweltdokumentation – Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen“* von 1997 und den *ISO – Normen 14041 bis 14043* einen Ansatz entwickelt, um dem Unternehmen ein standardisiertes Instrument zur Produktbeurteilung hinsichtlich der Umweltverträglichkeit zu geben. Die ISO - Normen 14041 bis 14043 gehen dabei auf die konkrete Vorgehensweise einer Produktökobilanz ein und erläutern somit die Rahmennorm ISO 14040 (vgl. Kapitel 3.2.1).

Die bisher erwähnten Normen und Standards berücksichtigen allerdings nicht ausreichend die Bedürfnisse der Konstrukteure von umweltgerechten Produkten. Üblicherweise beziehen die Konstrukteure ihre Vorgaben für den mechanischen Produktaufbau aus Normenwerken wie Industrienormen, Werknormen und Richtlinien von Industrieverbänden. Bezuglich umweltgerechter Produktgestaltung gibt es nur sehr wenige Vorschriften: eine davon ist die *VDI-Richtlinie 2243 „Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte“*, die 1993 vom Verein deutscher Ingenieure herausgegeben wurde.

Die Richtlinie VDI 2243 basiert auf der Erkenntnis, dass nachsorgende Abfalltechniken und Verfahren meistens zu kurz greifen und die Entsorgungsproblematik schon bei der Produktentwicklung berücksichtigt werden muss. Das zentrale Ziel ist dabei

eine möglichst große Annäherung vom Stofffluss an eine Kreislaufführung, um die Ressourcen zu schonen und die Ökosysteme zu entlasten. Die Zielhierarchie bezüglich der verwendeten Stoffe lautet hierbei folgendermaßen: vermeiden, vermindern, wiederverwenden, weiterverwenden, wiedervererten, weiterverwerten und als letztes schadstoffarm beseitigen. Diese Vorgabe gilt für jede Phase des ökologischen Produktlebenszyklus (vgl. Kapitel 3.1). Somit wird die Zielhierarchie auf verschiedene Bereiche angewandt: dem Recycling bei der Produktion und dem Recycling während und nach dem Produktgebrauch.

Um diese Richtlinie bei der umweltgerechten Produktgestaltung sinnvoll umzusetzen, müssen die Umwelteinwirkungen schon bei der Produktidee und Produktentwicklung miteinbezogen werden. Aufgrund der Einbeziehung des Umweltaspektes kommt es zu grundlegenden Änderungen der Produktkonzeptionen und Verfahrensabläufen (Kreibich, 1994, S.19).

## **2.2 Rechtliche Vorgaben bezüglich des Produktionsprozesses**

Die umweltgerechten Anforderungen an Produktionsprozesse und Anlagen sind wesentlich unübersichtlicher als die direkten Produktvorgaben. So gibt es in der Bundesrepublik Deutschland über 10.000 Einzelvorschriften auf Bundes-, Länder- und Kommunenebene, unterschiedlich nach Art und Standort der Anlage. Generell können die umweltrechtlichen Vorgaben entsprechend ihres Umweltmediums unterschieden werden. So gibt es neben dem Immissionsrecht, welches für Luft, Lärm, Strahlung, Erschütterung und Klima zuständig ist, auch noch das Wasserrecht und das Bodenrecht.

An Gesetzen, die die Produktionsprozesse betreffen, sind für die Produktgestaltung vor allem das Umwelthaftungsgesetz, die Störfall-Verordnung und die sich aus dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz ergebenden Produktions- und Anlagevorschriften, wie z.B. die Forderung einer anlageninternen Kreislaufführung (KrW-AbfG §4), von Bedeutung (Stelzer, 1999, S.7). Dabei bezieht sich das 1990 erlassene Umwelthaftungsgesetz auf die Schadensersatzverpflichtung des Unternehmers bei Schäden durch Umweltauswirkungen der Prozesse oder Anlagen. Und die Störfall-Verordnung von 1980 behandelt den Umgang mit gefährlichen Stoffen, die ein hohes Potential zur Schadensverursachung besitzen.

Letztendlich sollte die Produktgestaltung in einem Unternehmen so erfolgen, dass bei der Produktion möglichst wenig umweltrechtliche Vorschriften und Gesetze zur Anwendung kommen. Dies geschieht beispielsweise durch den Einsatz von sehr umweltverträglichen Materialien, die weder durch ihren Verarbeitungsprozess (Um-

welthaftungsgesetz), noch aus sich selbst heraus (Störfall-Verordnung) umweltschädlich oder gefährlich sind.

Aufgrund der hohen Anzahl von Einzelvorschriften bezüglich der Anlagen und Produktionsverfahren gibt es in den Betrieben ein hohes Umsetzungsdefizit der umweltrechtlichen Vorgaben. Dies betrifft vor allem kleinere und mittlere Betrieben, die nicht über die benötigten personellen und finanziellen Kapazitäten verfügen, um mit ihren Informationen und ihrer Ausrüstung auf dem aktuellsten Stand zu sein.

Allgemein ist das Ziel jedes Unternehmens sein spezifisches betriebliches Risiko, definiert durch die umweltrechtlichen Vorgaben und einhergehend mit der Verantwortung für entstandene Schäden, zu minimieren. Daher gibt es eine **Vorgehensweise zur möglichst umfassenden Beachtung der umweltrechtlichen Vorgaben**, die aus den folgenden fünf Schritten besteht.

Als erstes werden die spezifischen und gültigen umweltrechtlichen *Vorgaben systematisch erfasst*. Danach können die Vollzugsdefizite durch einen *Soll-Ist-Abgleich* ermittelt werden. Anschließend muss das Unternehmen beginnen, das *Umweltrecht* und die zukünftigen Entwicklungen kontinuierlich zu beobachten, um unter anderem sinnvolle Investitionsentscheidungen<sup>6</sup> treffen zu können. Ebenso müssen die *technischen Entwicklungen* kontinuierlich beobachtet werden. Zum Schluss sollte sichergestellt werden, dass eine *Berichterstattung* über die beobachteten Veränderungen erfolgt und dementsprechend eine Überprüfung auf die Anwendbarkeit im eigenen Unternehmen stattfindet. Die effektivste Vorgehensweise ist die Einbindung dieser fünf Teilschritte in ein umfassendes betriebliches Umweltmanagementsystem.

### **3 Umweltbewertung als Methode für die Bestimmung der umweltverträglichen Produktvariante**

Die hier vorgestellten Methoden zur Umweltbewertung basieren alle auf dem ganzheitlichen Ansatz des ökologischen Produktlebenszyklus. Sie bewerten Umweltwirkungen von Produkten und ermöglichen somit die Vergleichbarkeit von Produkten in Bezug auf ihre Umweltverträglichkeit.

Allerdings beinhalten die Methoden der Umweltbewertung nicht den abschließenden Schritt der tatsächlichen Entscheidung über die Wahl einer Produktalternative. Dieser Entscheidung liegen noch andere wichtige Faktoren zugrunde, wie zum Beispiel die Möglichkeiten der technischen Umsetzung oder die realisierbaren Deckungsbeiträge. Die Umweltbewertung dient dem Produzenten demnach primär als Informati-

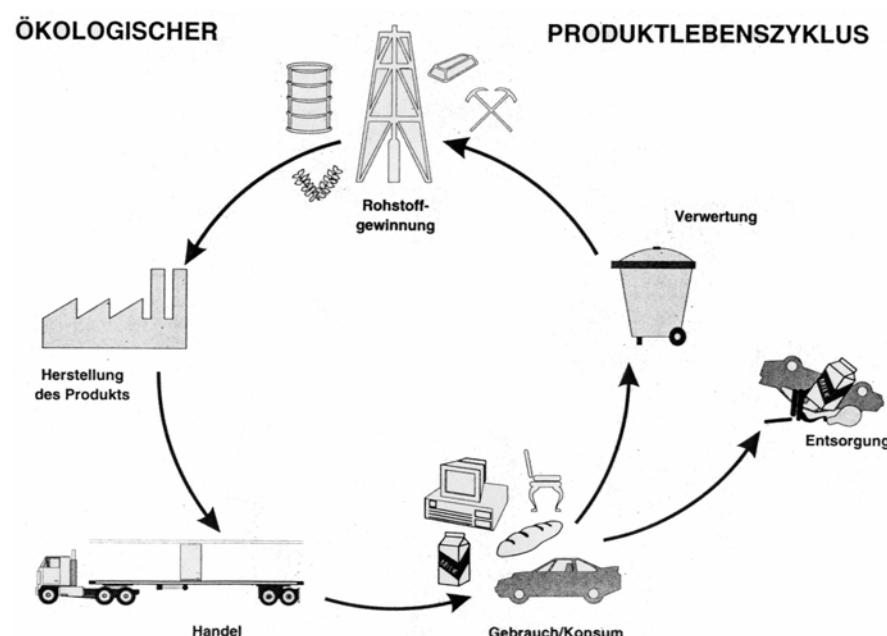
---

<sup>6</sup> über Anlagen und Maschinen, die zukünftigen Umweltstandards entsprechen

onsgrundlage. Darauf basierend kann einerseits die umweltverträglichere Variante bei den Produktinnovationen und Neukonstruktionen ausgewählt werden, und andererseits können Produktverbesserungen bei schon bestehenden Produkten vorgenommen werden.

### **3.1 Ökologischer Produktlebenszyklus als Grundlage der Umweltbewertungsmethoden**

Der ökologische Produktlebenszyklus ist die Basis einer vollständigen Umweltbewertung, da das Produkt von der Rohstoffgewinnung bis zur letztendlichen Entsorgung betrachtet wird. Dies geschieht in fünf Phasen, welche sich allerdings grundsätzlich von den fünf Phasen des ökonomischen Produktlebenszyklus<sup>7</sup> unterscheiden. Letzterer beschreibt nur das Verhalten des Produktes am Markt.



**Abbildung 1: Ökologischer Produktlebenszyklus**  
(Geißler/Harant/u.a., 1993, S.23)

Der ökologischen Produktlebenszyklus wird folgendermaßen unterteilt:

1. **Gewinnung und Verarbeitung der Rohstoffe (Rohstofflieferant)**

Untersuchung aller benötigten Rohstoffe und der Rohstoffgewinnung in Bezug auf Umweltwirkungen

<sup>7</sup> Ökonomischer PLZ: Einführung, Wachstum, Reife, Sättigung, Degeneration