

HERAUSGEBER

Professor Dr. Roland W. Scholz

Professur für Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)

ETH Zentrum HAD

8092 Zürich

Schweiz

E-mail: [scholz@uns.umnw.ethz.ch](mailto:scholz@uns.umnw.ethz.ch)

ISBN 3-540-66473-4 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**Erfolgskontrolle von Umweltmaßnahmen: Perspektiven für ein integratives Umweltmanagement /**

**Hrsg.: Roland W. Scholz.** - Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hongkong; London; Mailand;

Paris; Singapur; Tokio: Springer 2000

(Umweltnatur- & Umweltsozialwissenschaften)

ISBN 3-540-66473-4

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

ein Unternehmen der BertelsmannSpringer Science+Business Media GmbH

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001

Printed in Germany

Umschlaggestaltung: E. Kirchner, Heidelberg

Satz: Druckreife Daten von Sandro Bösch

SPIN: 10678287 30/3130/xz - 5 4 3 2 1 0 - Gedruckt auf säurefreiem Papier

Rüttinger, B., Lasser, M. (2001). Kunden- und Nutzerorientierte Entwicklung umweltgerechter Produkte. In R. W. Scholz (Hrsg.), Erfolgskontrolle von Umweltmaßnahmen (S. 135-169). Heidelberg: Springer.

The original publication is available at [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)

# Kunden- und nutzerorientierte Entwicklung umweltgerechter Produkte

Bruno Rüttinger und Martina Lasser\*

## 1 Problemstellung

Wichtige Ursachen für das Auftreten von Umweltschädigungen sind die Produktion und der Konsum von Massengütern mit relativ kurzer Lebensdauer. Umweltbeeinträchtigende Folgen sind die Schädigung der einfachen Umweltmedien Boden, Luft und Wasser sowie die Verknappung der natürlichen Ressourcen. Durch veränderte Wertvorstellungen und gesetzliche Auflagen sehen sich auch die Betriebe immer stärker mit der Umweltproblematik konfrontiert und ergreifen Maßnahmen zum sog. nachhaltigen Wirtschaften. Diese Maßnahmen richten sich zunehmend darauf, die Umweltbelastungen durch Veränderungen an den Produkten und Produktionsverfahren zu verringern. Dabei lassen sich mehrere Strategien unterscheiden. Teilweise wird angestrebt, die Belastungen von vornherein zu vermeiden (präventiver Ansatz). Sehr häufig wird jedoch versucht, sie erst durch nachträgliche Maßnahmen möglichst gering zu halten (reaktiver Ansatz). Der präventive Ansatz, der bisher wenig beachtetet wurde (vgl. Rüttinger & Schramme 1996), kann Einzelverfahren umfassen, die nicht aufeinander bezogen sind (additiver Ansatz). Er kann aber auch als ein ganzheitlicher Ansatz konzipiert sein, in dem zu Beginn die Ziele, die Wege und die Mittel für eine umfassende Verringerung möglicher Umweltbelastungen durch die Produkte, die Produktionsanlagen und die Produktionsverfahren aufeinander abgestimmt festgelegt und geplant werden (ganzheitlicher oder integrierter Ansatz).

Umweltbeeinträchtigungen entstehen im gesamten Lebenszyklus eines technischen Produkts: von der Materialbeschaffung und Vorfertigung über die Fertigung, Montage und Distribution bis zur Nutzung und schließlich zum Recycling oder zur Entsorgung. Werden in einem produktorientierten integrierten Ansatz alle Produktlebensphasen berücksichtigt, kommt der Konstruktion die zentrale Rolle zu, weil durch sie die Eigenschaften eines Produktes für alle Phasen seines Lebenszyklus festgelegt werden.

---

\* Technische Universität Darmstadt

Durch die ganzheitliche Berücksichtigung umweltorientierter Kriterien wird die Vielfalt und Komplexität der Anforderungen und Einflussgrößen und somit die Daten- und Informationsmenge für den Konstrukteur allerdings so groß, daß ihre Beschaffung und Verarbeitung nur noch rechnergestützt vorgenommen werden können. Eine rechnergestützte Konstruktionsumgebung für die ganzheitliche umweltgerechte Produktentwicklung, welche als sog. „lifespan“-Konstruktion alle Produktlebensphasen und Anforderungsbereiche berücksichtigt, sollte als ein offenes und ausbaufähiges System entwickelt werden. Als wesentliche Elemente sollte sie ein Informationssystem mit Informationen über Fakten-, Prozess- und Regelwissen, ein Beurteilungssystem, ein CAD-System und weitere Module, mit denen Simulationen unterschiedlicher Lösungsvarianten ermöglicht werden sowie Systeme, welche die Kooperation und Kommunikation unterstützen, umfassen.

Bei der Entwicklung, Einführung und Weiterentwicklung des präventiven, ganzheitlichen und produktorientierten Umweltschutzes ergeben sich zahlreiche arbeits-, organisations- und marktpsychologische Forschungsthemen, welche allerdings nur in interdisziplinärer Zusammenarbeit, v.a. mit ingenieurs- und informationstechnischen Disziplinen, untersucht werden können.

- Die ganzheitliche umweltorientierte Produktentwicklung erfordert neue Kooperationsformen mit den der Konstruktion vor- und nachgelagerten Bereichen (Marketing, Vertrieb, Fertigung etc.) in Form von interdisziplinären Projektgruppen, in welchen Informationen über die Anforderungen aus den verschiedenen Produktlebensphasen erhoben und Vorgaben für die Produkteigenschaften geplant und abgestimmt werden. Damit wird die organisationspsychologische Fragestellung relevant, wie die interdisziplinäre betriebliche Zusammenarbeit durch neue Formen der Arbeitsorganisation, insbesondere des Projektmanagements, gestaltet werden soll.
- Im Zusammenhang mit der rechnergestützten Konstruktionsumgebung ergibt sich eine Reihe von arbeits- und kognitionspsychologischen Fragestellungen der Wissensmodellierung sowie des Unterstützungsbedarfs der Konstruktionsingenieure. Sie betreffen insbesondere die Wissensinhalte der Konstruktionsumgebung, die spezifische Unterstützung unterschiedlicher Konstruktionstätigkeiten, die Wissensakquisition und -aktualisierung, die Wissensrepräsentation und schließlich die Wissenskommunikation.
- Die ganzheitliche Produktentwicklung bedeutet weiterhin, daß in einer „lifespan“-Konstruktion möglichst alle Produktlebensphasen technischer Produkte unter dem Aspekt der Umweltgerechtigkeit berücksichtigt werden. Die Psychologie kann dabei v.a. für die Nutzungsphase Forschungsergebnisse beisteuern, indem das Nutzerverhalten so analysiert wird, dass Empfehlungen für die Produktgestaltung abgeleitet werden können.
- Es ist aber auch wichtig zu untersuchen, wie der Konstrukteur, der über die beste Produktkenntnis verfügt, in Bedienungsanleitungen den Nutzer besser

über den umweltgerechten Gebrauch eines Produkts informieren kann, wobei stärker als bisher kommunikations- und medienpsychologische Aspekte bei der Gestaltung der Produktinformationen berücksichtigt werden müssen.

- Da sich Produkte nur dann am Markt behaupten können, wenn sie den Wünschen und Anforderungen der Kunden oder Käufer entsprechen, stellt sich schließlich auch die Frage, wie umweltorientierte Verbraucherforderungen für die Konstruktion erfaßt, rückgemeldet und in die Produkte umgesetzt werden können.

Aus den genannten Themenbereichen sollen im Folgenden Ausführungen zum Nutzerverhalten und zur kundenorientierten Umweltgerechtigkeit von Produkten gemacht werden. Die Ausführungen orientieren sich an marktpsychologischen Studien der Arbeitsgruppe, in welchen untersucht wurde, inwieweit umweltorientierte Kriterien und spezifische Komponenten des Umweltwissens bei Kaufentscheidungen eine Rolle spielen. Weiterhin wurden nutzungspsychologische Untersuchungen zum Nutzer-Produkt-System durchgeführt, in denen umweltschädliches Nutzerverhalten analysiert und bewertet wurde. Die Untersuchungen betreffen den Kauf und die Nutzung von elektrischen Haushalts-, Garten- und Hobbygeräten in privaten Haushalten. Ziel dieser Untersuchungen war es vor allem, Methoden und Instrumente der Diagnose und der Bewertung des Konsumenten- und Nutzerverhaltens zu entwickeln, mit denen Unternehmen im präventiven und integrierten Umweltschutz unterstützt werden können.

Zuvor soll auf die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Unternehmen im betrieblichem Umweltschutz eingegangen werden.

## 2 Wissenschaft und betrieblicher Umweltschutz

Das wachsende Umweltbewußtsein in der Bevölkerung und die Verschärfung umweltrechtlicher Rahmenbedingungen haben dazu geführt, dass viele Unternehmen den Umweltschutz in ihr Zielsystem aufgenommen haben. Dem Umweltschutzziel kommt dabei die Aufgabe zu, die umweltorientierten Handlungen in verschiedenen Funktionsbereichen sicherzustellen und zu koordinieren. Ob das Umweltschutzziel diese Aufgabe wahrnehmen kann, hängt von seinem Stellenwert im Zielsystem ab.

- Wird der Umweltschutz als übergeordnetes Unternehmensziel betrachtet, ist unternehmerisches Handeln primär an umweltorientierten Belangen ausgerichtet. Ökonomische Anforderungen stellen Restriktionen dar, die eine Realisierung des Ökologieziels lediglich begrenzen.
- Ist der Umweltschutz ein gleichrangiges Ziel, dann wird er in einer komplementären Beziehung zu anderen Zielsetzungen gesehen. Die umweltorientierte Ausrichtung wird als Chance wahrgenommen, über eine Veränderung von Produkten oder anderen betrieblichen Leistungsprozessen einen Beitrag zu anderen Unternehmenszielen zu leisten.

- Wird der Umweltschutz als untergeordnetes Unternehmensziel eingeordnet, so kommt ihm lediglich die Funktion einer von außen vorgegebenen Restriktion zu. Umweltorientierte Maßnahmen beschränken sich auf die Einhaltung von Gesetzen und Verordnungen sowie die Erfüllung von Kundenanforderungen.

Die Stellung des Umweltschutzzieles in der betrieblichen Zielhierarchie war u.a. bei 33 deutschen mittelständischen Unternehmen der Metallindustrie (Metallverarbeitung, Elektrogeräte, Haushalts- und Kleingeräte), Gegenstand einer Untersuchung, in der Erhebungen zum Einsatz von Methoden und Organisationsformen der umweltorientierten und computergestützten Konstruktion und Produktentwicklung durchgeführt wurden (vgl. Rüttinger & Schramme 1996). Dabei gaben die meisten Unternehmen an, dass sie den Umweltschutz zu den vorrangigen Unternehmenszielen zählen (75 %) und ihn überwiegend in die Unternehmensleitlinien aufgenommen haben (62,5 %). Sehr viele Unternehmen (90 %) betonen auch die Wichtigkeit der umweltgerechten Produktentwicklung. Über diese allgemeine positive Bewertung des Umweltschutzes und der umweltgerechten Produktentwicklung hinaus können jedoch nur von sehr wenigen Betrieben konkrete Maßnahmen zur Unterstützung der umweltgerechten Konstruktion und Produktentwicklung angegeben werden. Dies belegt, dass der Umweltschutz, entgegen der mitgeteilten Einschätzung, ein untergeordnetes Unternehmensziel ist, dem lediglich eine restriktive Funktion zukommt.

Ein wichtiges Ergebnis der angeführten Untersuchung ist allerdings auch, dass von den Unternehmen für den Bereich des präventiven und ganzheitlichen Umweltschutzes ein erheblicher Unterstützungs- und Forschungsbedarf gesehen wird. Viele der untersuchten Unternehmen sind grundsätzlich bereit, ökologische Ziele auf ihre Komplementarität mit ökonomischen Zielen zu überprüfen. Als wichtige Voraussetzung dafür wird gefordert, dass sich die wissenschaftliche Forschung im Bereich des präventiven und ganzheitlichen Umweltschutzes stärker engagiert, Handlungsalternativen aufzeigt sowie anwendungsorientierte Methoden und Instrumente entwickelt, die sie zusammen mit den Betrieben evaluiert. Die für den Bereich der elektrischen Haushalts-, Hobby- und Gartengeräte typischen kleinen und mittelständischen Herstellerunternehmen sehen sich nicht in der Lage, den hohen Forschungsaufwand für einen präventiven und ganzheitlichen Umweltschutz zu leisten.

An diesem Bedarf setzt das Forschungsprojekt, das in den folgenden Abschnitten beschrieben wird, an. Ziel des Projektes ist es, Möglichkeiten der umweltgerechten Produktentwicklung, durch welche die ökonomische Effizienz erhöht oder zumindest nicht eingeschränkt wird, aufzuzeigen und zu entwickeln. Das Projekt ist damit einer ökologischen „integrativen Unternehmensethik“ (Ulrich 1990) verpflichtet, nach der ökologische Ziele auf ihre Kompatibilität mit ökonomischen Zielen beurteilt werden mit der Absicht, das wirtschaftliche Überleben eines Unternehmens zu sichern und gleichzeitig die umsetzbaren ökologischen Belange in die betrieblichen Prozesse zu integrieren. Ulrich & Fluri (1992) bezeichnen diesen

Ansatz als „Schnittmengen-Modell des Verhältnisses zwischen Ethik und Unternehmenserfolg“.

Gegen diesen Ansatz läßt sich einwenden, dass er zu minimalistisch ist und dass nur diejenigen ökologischen Maßnahmen umgesetzt werden, die ökonomischen Zielsetzungen nicht widersprechen oder durch Kosteneinsparungen sowieso wirtschaftlich sinnvoll sind. Diesem Einwand kann angesichts der drohenden Umweltgefahren nicht widersprochen werden. Dennoch ist die Kooperation zwischen Wissenschaft und Unternehmen nach dem Prinzip der „integrativen Unternehmensethik“ unter den gegebenen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der einzige Weg, innovative wissenschaftliche Forschungsergebnisse zur umweltgerechten Produktentwicklung wenigstens teilweise unmittelbar und effizient in der betrieblichen Praxis umzusetzen.

Aufgabe wissenschaftlicher Bemühungen ist es darüber hinaus allerdings auch, ordnungspolitische Maßnahmen zum Umweltschutz in Form von Gesetzen und Verordnungen, welche den Markt durch Verbote und Auflagen regulieren sowie marktpolitische Maßnahmen, welche z.B. in Form von Umweltsteuern oder Subventionen Anreize für ein nachhaltiges Wirtschaften schaffen, zu beeinflussen. Die ordnungs- und marktpolitischen Maßnahmen setzen allerdings häufig eine erfolgreiche Kooperation zwischen Wissenschaft und Betrieben voraus oder müssen zumindest durch eine solche Kooperation ergänzt werden.

Ordnungspolitische Maßnahmen haben den Nachteil, dass sie den Unternehmen keine Anreize liefern, freiwillig vorgegebene Grenzwerte zu unterschreiten. Umweltschutzmaßnahmen werden lediglich als Pflicht verstanden, die zu erfüllen ist. Aufgrund direkter Vorgaben fehlt auch die Motivation, ökologisch innovative Lösungen zu entwickeln. Somit verlangsamt sich die Entwicklung der Technik bzw. der betrieblichen Forschung. Dies kann sogar dazu führen, daß technische Weiterentwicklungen bewusst zurückgehalten bzw. nicht realisiert werden, um den Staat nicht zu veranlassen, seine Grenzwerte dem „Stand der Technik“ anzupassen.

Bei marktpolitischen Maßnahmen wiederum sind die Handlungsräume der Politik durch den Einfluss wirtschaftlicher Verbände stark eingeschränkt. Die Widerstände gegen solche Maßnahmen sind leichter zu überwinden, wenn in Kooperationen zwischen Wissenschaft und Unternehmen effektive und effiziente Methoden und Instrumente des betrieblichen Umweltschutzes entwickelt und erprobt wurden.

Die Kooperation zwischen Wissenschaft und Unternehmen sollen im Folgenden an 2 Teilprojekten veranschaulicht werden.

### 3 Umweltgerechte Produktnutzung

#### 3.1

#### Produktnutzungsprozesse

Die Analyse der Nutzungsphase ist eine Komponente des Life cycle engineering. Ziel des Life cycle engineering ist es, die Umweltbelastungen eines Produktes über alle Phasen des Produktlebenslaufes (Entwicklung, Herstellung, Nutzung und Entsorgung) zu reduzieren. Zur Untersuchung der Umweltbeeinträchtigungen, die im Produktlebenslauf entstehen, hat sich die Prozessanalyse bewährt (vgl. Hubka & Eder 1992). Mit ihr lässt sich auch die Nutzungsphase analysieren. Die Nutzungsphase wird dabei zunächst in Teilphasen unterteilt: Kauf, Inbetriebnahme, Nutzung und Entsorgung. Zusätzlich werden alle wesentlichen Elemente und Einflussgrößen dargestellt, die in den Prozess ein- und ausfließen. Das Zusammenwirken der Elemente beschreibt den Prozess. In Abb. 30 sind die wesentlichen Prozesse und ihre Einflußgrößen in der Nutzungsphase am Beispiel der Nutzung elektrischer Haus- und Gartengeräte abgebildet.

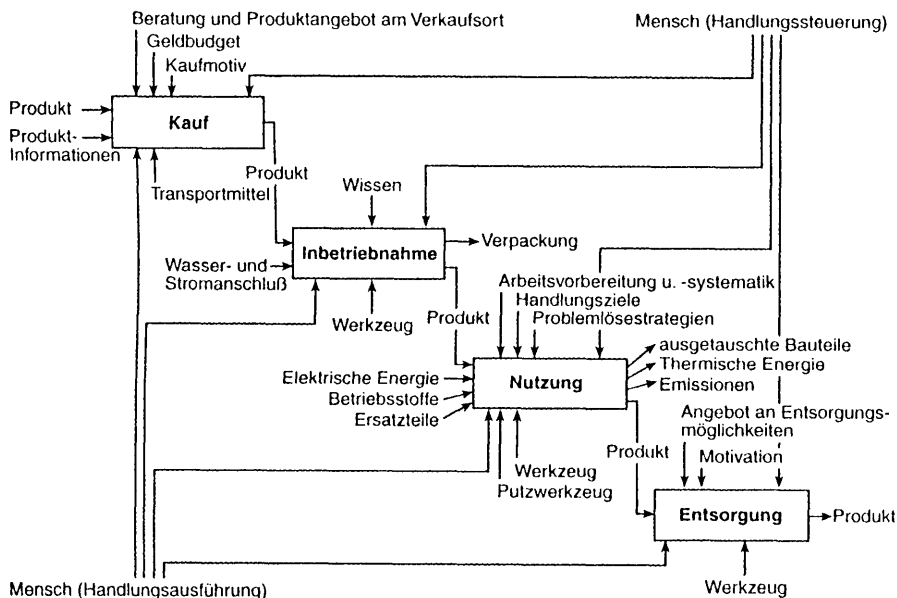


Abb. 30. Prozessmodell Nutzungsphase

In den Nutzungsprozess gehen vorwiegend das Produkt, die Produktinformationen, elektrische Energie, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Ersatzteile ein. Aus dem Prozess heraus gehen thermische Energie und Emissionen, darunter insbe-

sondere Verpackungsabfall, kaputte Produktteile ebenso Waschwasser bei der Reinigung. Hilfsmittel sind Transportmittel und Werkzeuge aller Art. Der Nutzungsprozess wird vorwiegend vom Nutzer gesteuert. Wesentliche menschliche Steuerungsparameter sind Wissen, Motive, Ziele und Persönlichkeitsmerkmale wie z.B. die Fähigkeit zur Arbeitsorganisation. Zusätzlich wird der Prozess gesteuert von externen Informationen, die der Nutzer verarbeitet und bei seiner Handlungssteuerung berücksichtigt. Solche Informationen, welche häufig bei der Verkaufsberatung gegeben werden, betreffen z.B. das Angebot an Entsorgungsmöglichkeiten.

Durch die Prozessanalyse wird ersichtlich, dass der Nutzer einen sehr großen Einfluss auf den Nutzungsprozess hat. So entscheidet beispielsweise der Nutzer, für welche Zwecke er ein Produkt verwendet, inwieweit er umweltschonende Möglichkeiten nutzt und wie er ein Produkt entsorgt.

Mit Hilfe der Prozessanalyse lassen sich Nutzungsprozesse beschreiben und beurteilen sowie Produktvarianten vergleichen. Aufgrund der Prozessanalyse lassen sich jedoch noch keine exakten Kriterien zur Verbesserung der Produkte bzw. zur Beeinflussung des Nutzungsprozesses durch die Produktgestaltung ableiten. Damit bereits bei der Entwicklung von Produkten abgeschätzt werden kann, welche Gestaltung die Benutzung des Produktes erleichtert, muß darüber hinaus berücksichtigt werden, welche Tätigkeiten der Nutzer mit dem Produkt ausführen wird und welche Konsequenzen die ausgeführten Tätigkeiten für die Umwelt haben werden.

Eine systematische Vorgehensweise zur präventiven Erarbeitung des Zusammenwirkens von Nutzer und Produkt bietet die Systemergonomie. Die Systemergonomie ist eine methodische und der Evaluation zugängliche Vorgehensweise bei der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen mit dem Ziel, den Informationsfluss zwischen den Systemelementen zu optimieren. Diese Optimierung dient der Erhöhung der Systemleistung und der Systemzuverlässigkeit. Eine systemergonomische Analyse kann Probleme in der Mensch-Maschine-Interaktion antizipieren und systematisch zur Erarbeitung von Lösungen beitragen. Eine systemergonomische Analyse von Mensch-Maschine-Systemen beinhaltet u.a. die folgenden Teiluntersuchungen, die im Anschluss ausgeführt werden:

- Analyse des Nutzer-Produkt-Systems
- Aufgabenanalyse
- Fehleranalyse
- Fehlerursachenanalyse
- Erstellung von Gestaltungsempfehlungen

### 3.2

## Problembereiche im Nutzer-Produkt-System

Zur Beschreibung und Analyse des Nutzerverhaltens wird zunächst die Systemstruktur definiert. Das Nutzer-Produkt-System ist ein Spezialfall des Mensch-Maschine-Systems, in dem sich die Systemelemente Nutzer, Aufgabe, Produkt und Umwelt unterscheiden lassen (s. Abb. 31).

Jegliches Verhalten im Nutzer-Produkt-System hat Auswirkungen auf die nahe und entfernte Umgebung. Im Mittelpunkt der vorliegenden Forschungsproblematik steht die Frage, ob ein Verhalten zu Umweltbelastungen oder Umweltschäden führt und zwar durch Probleme, die in der Interaktion des Nutzers mit dem Produkt und in der Interaktion des Nutzers mit der Aufgabe auftreten.

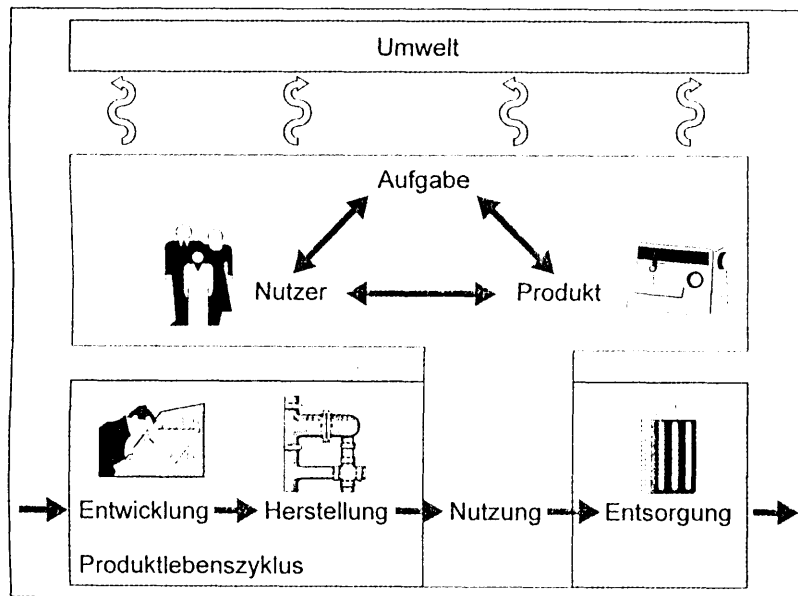


Abb. 31. Nutzer-Produkt-System

Probleme in Nutzer-Produkt-Systemen treten nie aufgrund nur eines Elementes auf, sondern sind immer in Schwachstellen im Gesamtsystem zu suchen. Eine Schwachstelle ist der Ort, an dem es zu Ausfällen und Schäden kommen kann. Sie sind begründet in Problemen, die als „mismatch“ (Nichtpassung) zwischen den Systemelementen aufgefasst werden können. Aus psychologischer Sicht interessieren v.a. die Nichtpassung zwischen Nutzer und Produkt, die sog. Nutzungsprobleme und die Nichtpassung zwischen Nutzer und Aufgabe, die als Aufgabenstellungsprobleme bezeichnet werden sollen (vgl. Abb. 32).

Nutzungsprobleme umfassen Nutzungsfehler und Nutzungsineffizienzen. Im Anschluß an handlungstheoretische Konzeptionen sollen unter Nutzungsfehlern Nutzungsprobleme verstanden werden, bei denen Nutzer ihr Handlungsziel innerhalb definierter Toleranzgrenzen nicht erreichen, obwohl die Zielverfehlung potentiell hätte vorhergesehen und vermieden werden können. Bei Nutzungsineffizienzen wird das Ziel zwar erreicht, aber ineffizient vorgegangen (Prümper 1994).

Die Untersuchung von Fehlern und Ineffizienzen hat sich im Arbeitsbereich als fruchtbare Methode zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle vielfach bewährt. Im privaten Haushaltsbereich greift die Fehleranalyse zu kurz. Viele Nutzer verfolgen keine ökologischen Ziele und können deswegen auch keine ökologischen Fehler begehen. Umweltschädigende Verhaltensweisen beruhen bei ihnen v.a. auf Aufgabenstellungsproblemen. Dabei lassen sich 2 Formen von Problemen unterscheiden:

- Von kognitiven Aufgabenstellungsproblemen soll gesprochen werden, wenn Nutzer aus Unwissenheit umweltschädliche Ziele anstreben.
- Wenn sich Nutzer bewußt umweltschädlich verhalten, liegen motivationale Aufgabenstellungsprobleme vor.

Bei den motivationalen Problemen gibt es vornehmlich 2 Erklärungsmöglichkeiten. Wählt der Nutzer aus konkurrierenden Handlungszielen bewußt ein umweltschädliches Ziel aus, so beruht das Verhalten auf mangelnder Selektionsmotivation. Bei fehlender Realisierungsmotivation, d.h. bei fehlender Motivation, einen positiv bewerteten Handlungsplan auch auszuführen, spielen der hohe Handlungsaufwand, soziale Normen und die mangelnde Zielbindung eine wichtige Rolle.

Abb. 32 stellt die diskutierten Problembereiche im Nutzer-Produkt-System dar. Umweltschädigendes Verhalten des Nutzers im Nutzer-Produkt-System umfasst Nutzungsfehler, Nutzungsineffizienzen und Aufgabenstellungsprobleme. Zur vereinfachten Darstellung sollen diese Verhaltensweisen im Folgenden als „Nutzungsfehler“ bezeichnet werden, da in einer ersten Analyse des Nutzerverhaltens v.a. ein allgemeiner Überblick über die Beziehungen von Nutzerverhalten und Umweltschäden gewonnen werden soll.

Das umweltschädigende Verhalten im Nutzer-Produkt-System läßt sich, unabhängig davon, ob es auf Nutzungsproblemen oder auf Aufgabenstellungsproblemen beruht, nach dem Ausmaß der von ihm bewirkten Umweltschädigungen bewerten. Umweltschädigungen liegen in Form von Emissionen in die Umwelt und von Entnahmen aus der Umwelt vor. Emissionen sind in erster Linie Verunreinigungen der einfachen Umweltmedien. Zu den Entnahmen zählen der Abbau von Rohstoffen und Bodenschätzen. Das Nutzerverhalten betrifft direkt und indirekt beide Formen der Umweltschädigungen, insbesondere durch hohen elektrischen Energieverbrauch, durch Verbrauch von Wasser und sonstigen Hilfs- und Zusatzstoffen, durch Emissionen, aber auch indirekt durch umweltschädliches Entsorgen, durch Minderung der Produktlebensdauer und durch Ersatzteilebedarf etc.

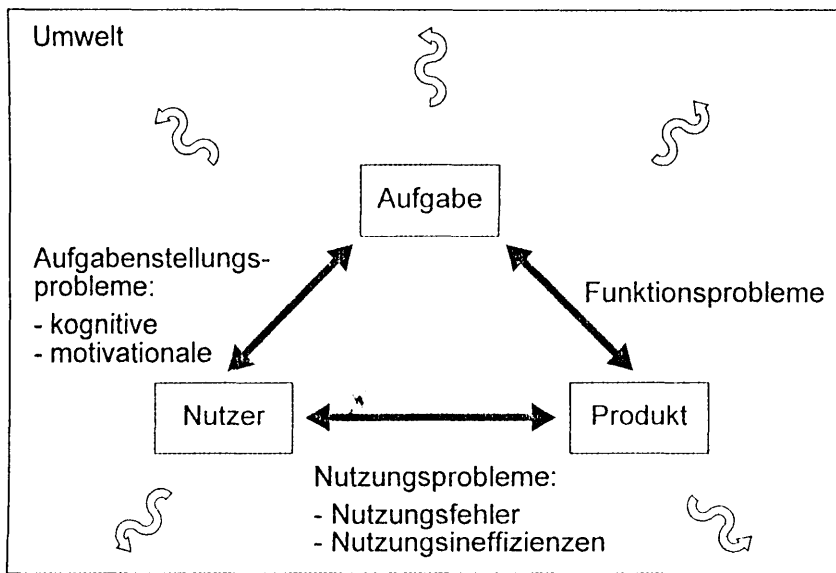


Abb. 32. Problembereiche im Nutzer-Produkt-System

Bei der Bewertung des Nutzerverhaltens bezüglich umweltrelevanter Konsequenzen stehen 2 Probleme im Vordergrund:

- das Problem der Legitimation der Experten
- das Problem der Halbwertszeit des Expertenwissens

Beim Problem der Legitimation der Experten ist zu diskutieren, wer über das nötige Umweltwissen verfügt und aufgrund dieses Wissens in der Lage ist, Kriterien zur Bewertung der Handlungen hinsichtlich deren Umweltauswirkungen zu erarbeiten oder vorzugeben. Diese Bewertung gestaltet sich deshalb schwierig, weil die Grenzen zwischen Umweltbelastung, Umweltbeeinträchtigung und Umweltschädigung fließend und nicht objektiv fixierbar sind. Darüber hinaus richtet sich die Bewertung der Umweltfreundlichkeit einer Handlung nicht nur nach objektiven Kriterien, sondern muß immer wieder gesellschafts- und wirtschaftspolitisch ausgehandelt werden. Deshalb ist es schwierig, eine konkrete Personen- bzw. Expertengruppe zu benennen, die die Legitimation für diese Entscheidung erhalten soll.

Beim zweiten Problem geht es darum, daß das Wissen mit zunehmendem technischen Fortschritt eine immer kleinere Halbwertszeit hat. Wissenschaft ist eine kontinuierliche theoretisch und methodisch gesteuerte Analyse und Aneignung der Realität. Das durch Forschung erzeugte Wissen steht unter dem Prinzip der Revidierbarkeit und die durch Forschung gewonnenen Erkenntnisse werden zum Gegenstand weiterer Forschung. Auch die von Experten diskutierten Kriterien zur Bewertung des Nutzerverhaltens müssen ständig überarbeitet und erneuert wer-

den. Wurde ein Produkt aufgrund modernster wissenschaftlicher Erkenntnisse umweltfreundlicher und benutzungsfreundlicher entwickelt, hergestellt und vermarktet, liegen i. d. R. bereits neue Erkenntnisse vor, die dieses Produkt in einem anderen Licht erscheinen lassen.

Das Anliegen dieser Untersuchungen ist es deshalb, zunächst Nutzungsfehler allgemeiner Art zu erheben und ein einfaches, praktikables und der Fragestellung angemessenes Bewertungsschema unter Beteiligung vieler Expertenkreise zu erstellen. Weiterhin muß der Forschungsprozess, insbesondere die eingesetzten Erhebungs- und Auswertungsverfahren, objektiv, reliabel und valide gestaltet werden, um die nötige Transparenz und Grundlage für den kommunikativen Austausch mit anderen Lehrmeinungen zu schaffen.

### 3.3

#### Aufgabenbearbeitung durch das Nutzer-Produkt-System

Das Verhalten des Nutzers im Nutzer-Produkt-System muss als Handlung betrachtet werden, deren wesentliches Merkmal die Zielerreichung ist. Handlungen werden von internen Repräsentationen der Ziele, der Wege und der Mittel gesteuert. Fehler oder Unzulänglichkeiten der internen Repräsentation bewirken fehlerhafte Handlungsausführung. Um über die Produktgestaltung auf das Handeln im Nutzer-Produkt-System Einfluss nehmen zu können, müssen die Handlungen und die Unzulänglichkeiten der internen Repräsentation bei der Produktnutzung genau beschrieben werden. Die Unzulänglichkeiten der internen Repräsentation werden im Kap. 3.6 aufgegriffen. Zunächst soll die Aufgabenanalyse zur Beschreibung der Handlungen vorgestellt werden.

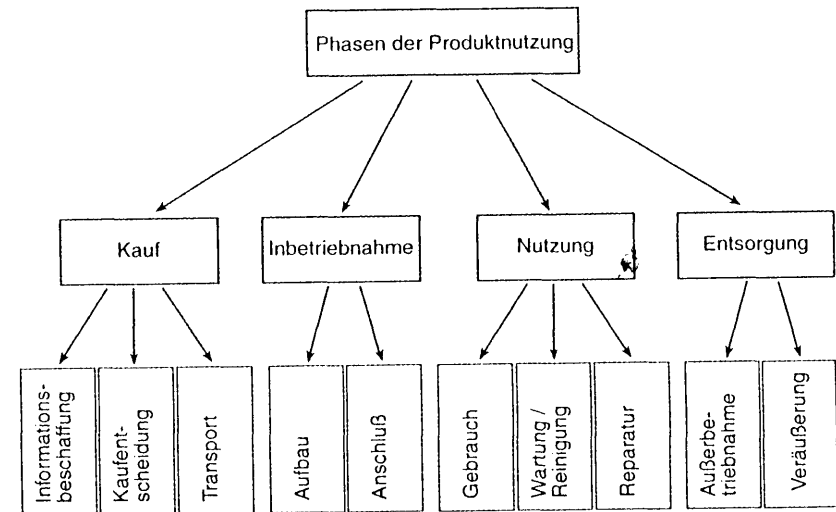


Abb. 33. Bearbeitung von Aufgaben mit Elektrohaushaltsgeräten

Die Handlungen während der Produktnutzung sind Kauf, Inbetriebnahme, Nutzung und Entsorgung. Für die einzelnen Aufgaben dieser Phasen wurden nach handlungstheoretischen Gesichtspunkten produktspezifische, umweltgerechte Handlungsziele, Handlungsteilziele und die entsprechenden Aktionsprogramme beschrieben. Die Beschreibung orientierte sich an den Gebrauchsanweisungen, an Verhaltensbeobachtungen bei der Nutzung sowie an Expertenurteilen. Abb. 33 stellt die ersten 2 produktunabhängigen Ebenen dieser Aufgabenanalyse dar.

Eine weiterführende Analyse der Teilaufgaben muß produktspezifisch fortgeführt werden. Exemplarisch wurde für die Benutzung eines Staubsaugers eines bekannten Herstellers in einer vorgegebenen standardisierten Sauganordnung eine GOMS-Analyse<sup>4</sup> durchgeführt. Mittels der GOMS-Analyse lassen sich Aufgaben, Teilaufgaben, Operatoren und Auswahlregeln modellieren sowie Ausführungszeiten und Lernaufwand abschätzen, die für die Vorhersage von Nutzungsfehlern wichtige Hinweise liefern (Card et al. 1983 zitiert nach Wandmacher 1993). Abb. 34 zeigt einen Ausschnitt aus der durchgeführten GOMS-Analyse.

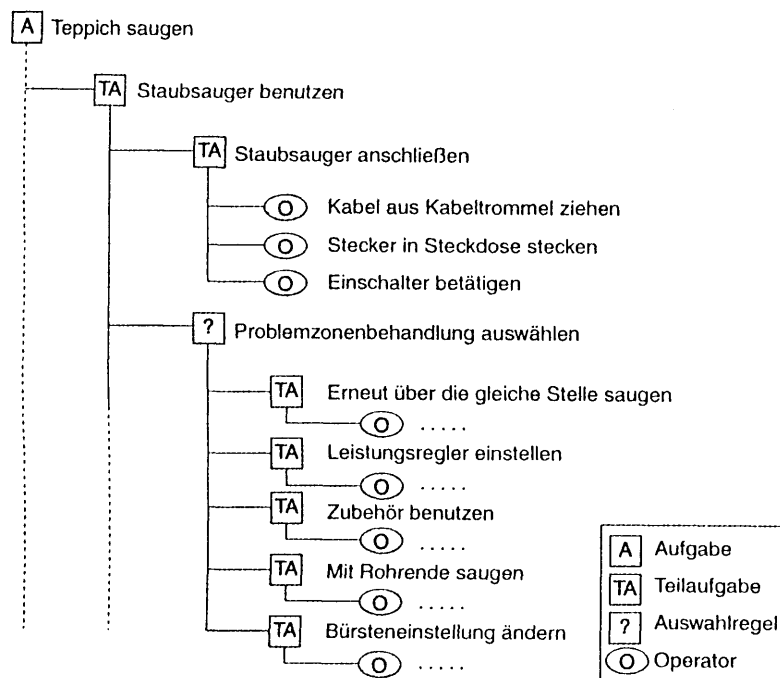


Abb. 34. Ausschnitt aus der GOMS-Analyse des Staubsaugens

<sup>4</sup> Der Name GOMS ist ein Akronym für eine angenommene kognitive Struktur des Nutzers und steht für goal (Aufgabe), option (Operator), method (Teilaufgabe) und selection rule (Auswahlregel). Das GOMS-Modell ist eine Methode zur Modellierung der Aufgabenbearbeitung mit einem gegebenen System.

Mit der GOMS-Analyse kann bereits in frühen Phasen der Konstruktion abgeschätzt werden, welche Aspekte der Benutzungsoberfläche des Produktes für die Einfachheit, Fehlerfreiheit und Umweltgerechtigkeit der Benutzung kritisch sind. Auch sind Vorhersagen über den Ausführungsaufwand und die Performanz möglich. So ergab z.B. die durchgeführte GOMS-Analyse der Benutzung eines Staubsaugers, daß das Öffnen und Schließen des Staubsaugerdeckels, das Ein- und Ausschalten des Staubsaugers sowie das Einstellen des Leistungsreglers häufig wiederkehrende Teilaufgaben sind, die deshalb besonders gut ausgeführt werden müssen. Tatsächlich konnte im Labor beobachtet werden, daß Nutzer gerade bei diesen Teilaufgaben Probleme hatten und sie häufig fehlerhaft durchführten.

Die GOMS-Analyse hat sich ebenfalls als Checkliste für die Auswertung von Laboruntersuchungen bewährt. Fehler konnten damit schneller erkannt und auf-tretensorientiert klassifiziert werden können.

### 3.4 Datenerhebung

Um Informationen über typische Nutzungsfehler sowie deren Ursachen zu erhalten, wurden Daten am Beispiel der Nutzung verschiedener elektrischer Garten- und Haushaltsgeräte wie Staubsauger, Elektroherd, Kühlschrank, Waschmaschine, elektrische Heckenschere, Hochdruckreiniger und Rasenmäher erhoben.

Zur Erhebung von Daten wurden unterschiedliche Methoden eingesetzt. Tab. 6 gibt einen Überblick über die wichtigsten eingesetzten Datenerhebungsmethoden.

Tabelle 6. Eingesetzte Datenerhebungsmethoden

Methode	Kurzbeschreibung	Untersuchungsteilnehmer
Dokumentenanalyse	Auswertung von Kundenreklamationen, Schadensersatzfällen und Ersatzteilleisten	2 Unternehmen
Mündliche Befragung	Mündliche halbstrukturierte Interviews zu typischen Problemen bei der Produktnutzung und zu Produktverbesserungsvorschlägen	120 Nutzer 10 Experten
Schriftliche Befragung	Schriftliche Befragung zu typischen Verwendungsmöglichkeiten von Haushaltsgeräten	30 Nutzer 10 Experten
Laborbeobachtung	Beobachtung von Nutzern beim Staubsaugen einer genormten Teppichfläche mit anschließender halbstrukturierter Befragung der Nutzer zu kritischen Situationen beim Saugen anhand der Videoaufzeichnungen	56 Nutzer



Durch die Befragung von Nutzern und durch die Auswertung der Dokumente konnten zwar differenzierte Informationen über Nutzungsaufgaben, allgemeine Probleme bei der Nutzung und Anforderungen an die Produkte, aber nur wenig Informationen über Nutzungsfehler und deren Ursachen erhoben werden. Die Nutzer können ihr stark automatisiertes und habitualisiertes Verhalten nur ansatzweise reflektieren und beschreiben. Auch fehlt teilweise das Wissen, um Fehler, Ineffizienzen und Ineffektivitäten zu identifizieren. Die Verhaltensbeobachtung im Labor erwies sich in Kombination mit nachfolgenden Interviews (Laborbeobachtung) als geeignetere Methode. Mit ihr konnten die Nutzungsfehler objektiv, direkt und in ihrem jeweiligen situativen Kontext erhoben werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse aller Untersuchungen dargestellt, wobei die Daten zunächst auf-tretensorientiert (Fehleranalyse) und danach ursachenorientiert (Fehlerursachena-nalyse) beschrieben werden.

### 3.5 Fehleranalyse

Die erhobenen Daten sind zwar produktabhängig, doch lassen sich bei den meisten Fehlern produktspezifische Gemeinsamkeiten erkennen. Folgende Zusammenfassung gibt einen Überblick über typische Nutzungsfehler.

1. Bei der erstmaligen Inbetriebnahme und Nutzung beachten die meisten Nutzer die Produktinformationen oder lassen sich bei komplizierteren Geräten, wie z.B. dem Elektroherd, durch einen Fachmann beraten. Bei der erneuten Inbetriebnahme, v.a. von selten oder periodisch genutzten Geräten, treten jedoch Fehler auf. Dies gilt insbesondere für elektrische Gartengeräte, die nach der Überwinterung wieder in Betrieb genommen werden müssen, wobei dann die Gebrauchsanweisungen nicht mehr beachtet werden. Auch bei Haushaltsgeräten des täglichen Gebrauchs passieren Montagefehler. So gestaltet sich z.B. das Zusammenstecken der 2 Staubsaugerrohre für viele Nutzer als durchaus schwierig, weil die Rohre nicht markiert sind und so nur durch Ausprobieren aller Möglichkeiten die Lösung gefunden werden kann.
2. Viele Fehler treten bei der Arbeitsvorbereitung auf. Zur energiesparenden Nutzung müssen häufig vor dem Geräteeinsatz Aufräumarbeiten durchgeführt werden, beispielsweise vor dem Rasenmähen Äste und Steine entfernt oder vor dem Staubsaugen Möbel verschoben werden. Diese Tätigkeiten werden oft bei laufenden Motoren während der Nutzung erledigt und erhöhen damit erheblich den elektrischen Energieverbrauch.
3. Die meisten Fehler treten bei der eigentlichen Nutzung auf, obwohl die Nutzer mit dieser Phase – im Gegensatz zur Phase der Inbetriebnahme oder Entsorgung – am besten vertraut sind.
  - Bei der Nutzung von Geräten ist die Auswahl des falschen Programmes oder der unangemessenen Leistungsstufe sowie die falsche Auswahl und Dosie-

rung von Hilfs-, Betriebs- oder Reinigungsmitteln für umweltschädigendes Fehlverhalten maßgebend.

- Es geschehen jedoch auch viele kleinere Missgeschicke bei einfachen Bedientätigkeiten wie z.B. Abrutschen bei der Betätigung des Ein-/ Ausschaltens oder dem Abreißen von Laschen oder Schaltern durch zu starken Druck. Diese kleinen und versehentlichen „Hoppala – kaputtgegangen“-Fehler sind nicht zu unterschätzen, da dadurch Ersatzteile benötigt werden und die Herstellung eines neuen Ersatzteiles sowie die Entsorgung des alten Bauteiles Umweltbelastungen bedeuten.
  - Beim Gebrauch der Produkte bevorzugen viele Nutzer gewohnte, eingeübte und hoch automatisierte Handlungsgewohnheiten, die sie nur in seltenen Fällen den Umgebungsbedingungen anpassen. Ein Beispiel ist das Einstellen des Leistungsreglers des Staubsaugers: Obwohl der Regler bereits auf maximale Leistung gestellt wurde, greifen viele Nutzer immer wieder zum Leistungsregler, um ihn vielleicht doch noch ein kleines bisschen mehr aufdrehen zu können. Einmal erlernte Verhaltensweisen werden nur selten korrigiert oder gar zu Gunsten einer effizienteren Alternative aufgegeben. Das Geschirr wird von den Nutzern immer auf die gleiche Art in der Spülmaschine verteilt, auch wenn diese Beladungsart nicht sehr platzsparend ist. Handlungssequenzen laufen, wenn sie einmal initiiert wurden, automatisch und ohne Anpassung an situative Gegebenheiten ab. So saugen viele Nutzer mit dem Staubsauger über größere Dreckstücke und Zigarettenkippen mit dem Bürstenaufsatz hinweg, zerreiben den Dreck mit der Bürste, um ihn zu zerkleinern und besser aufsaugen zu können, statt sich einfach zu bücken und den Dreck mit der Hand aufzuheben oder den Bürstenaufsatz zu entfernen. Insbesondere fällt es den Nutzern schwer, neue und dazu noch effizientere Verhaltensweisen selbst zu entwickeln.
  - Produkte werden häufig zweckentfremdet und damit gesundheits- und umweltschädlich eingesetzt. Mit der elektrischen Heckenschere wird z.B. der Rasen geschnitten oder mit Hochdruckreinigern das Auto lackiert oder der Rasen auf Gartenwegen entfernt. Selbst bei Geräten mit eingeschränkter Funktionalität werden außergewöhnliche umweltschädliche Verwendungsmöglichkeiten entdeckt. Es gibt zum Beispiel Benutzer, die mit dem Staubsauger Laub, heiße Kaminasche und Wasser aufsaugen und mit dem Backofen des Elektroherds die Wohnung beheizen.
4. In den Phasen der Wartung, Reinigung und Reparatur fällt ein passives Nutzerverhalten auf. Die Reinigung der Geräte erfolgt in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus, der vorwiegend vom individuellen Reinheitsbedürfnis des Nutzers gesteuert wird und nicht vom Zustand des Gerätes. Die meisten Benutzer warten die Geräte nicht aktiv, sondern erwarten, daß ein Signal eine Störung des Gerätes anzeigt wird. Selbst dann wird die Störung jedoch oft nicht behoben, sondern vielmehr versucht, den Defekt durch umweltschädliche Strategien zu

kompensieren. Ist z.B. der Staubsaugerbeutel voll, wird dieser nicht ausgewechselt, sondern die Leistungsstufe erhöht. Auch bei Reparaturtätigkeiten fällt auf, wie unbeholfen und unwissend Nutzer reagieren. Statt nach angemessenen Problemlösestrategien zu suchen, werden Defekte mit umweltschädlichen Handlungen kompensiert. Saugt z.B. der Staubsauger nicht mehr richtig, wird die Saugleistung hochgestellt und der Druck der Bürste auf den Teppich verstärkt. Unter Laborbedingungen wurden sogar einige Nutzer beobachtet, die nach dem Entfernen des vollen Staubsaugerbeutels keinen neuen Beutel in den Staubsauger einlegten, obwohl welche zur Verfügung standen und den Dreck somit in den Innenraum des Staubsaugers einsaugten.

5. Bei der Entsorgung ist eine Verlagerung des Entsorgungsproblems in die nächste Generation zu beobachten. Viele Geräte werden zunächst im Keller oder in der Garage als Zweitgerät zwischengelagert, bevor sie an die erwachsen gewordenen Kinder weitergegeben werden. Sehr oft landen alte Geräte auch auf dem Sperrmüll in der Hoffnung, dass jemand das Gerät mitnimmt. Auch heute noch laden viele Benutzer ihre Geräte im Wald ab. Tatsächlich gaben fast alle befragten Nutzer an, noch kein einziges elektrisches Haus- oder Gartengerät wirklich entsorgt zu haben. Wenn dies mal der Fall sein sollte, so gaben sie an, gäbe es sicherlich städtische Institutionen, die dafür verantwortlich seien.

### 3.6 Fehlerursachenanalyse

Gemäß dem systemischen Ansatz gehen Fehlerursachen immer auf Schwachstellen im Nutzer-Produkt-System zurück und sind in einer Nichtpassung von Systemelementen zu begründen. Ursachen der Nutzungsfehler, die an den Schnittstellen zwischen Nutzer und Produkt und zwischen Nutzer und Aufgabe auftreten, sind aus psychologischer Sicht - im Vergleich zu Funktionsfehlern - von besonderem Interesse. Zunächst werden menschliche und produktbezogene Fehlerursachen getrennt diskutiert. Im Kap. 3.8 wird auf die Schnittstellengestaltung eingegangen.

Menschliche Fehlerursachen sind zurückzuführen auf kognitive Vorgänge in der fertigkeitsbasierten (skill based), regelbasierten (rule based) und wissensbasierten (knowledge based) Handlungsregulationsebene. Fertigkeitsbasierte Fehler lassen sich darauf zurückführen, dass aufgrund mangelnder Überwachung routinierte Bewegungen nicht an sich verändernde räumliche oder zeitliche Situationsbedingungen angepasst werden. Ursachen für regelbasierte Fehler sind die Anwendung situationsunangemessener Handlungsprozeduren aufgrund reduzierter Aufmerksamkeit oder die falsche Reproduktion von Prozeduren. Wissensbasierte Fehler lassen sich meist auf einen Mangel an Informationen oder die mangelnde oder irrationale Nutzung von Informationen zurückführen (Reason 1994).

Um zu entscheiden, ob Wissensfehler und kognitive Ineffektivitäten als die wichtigsten menschlichen Ursachen von Problemen im Nutzer-Produkt-System zu diskutieren sind, wurden zum Informationsstand der Nutzer über die umweltrele-

vanten Folgen des Gebrauchs von elektrischen Garten- und Haushaltsgeräten Befragungen durchgeführt. Fast alle Nutzer nannten als Konsequenzen der Nutzung bzw. der Fehlnutzung von Produkten den Verbrauch von Rohstoffen und Ressourcen sowie Schäden an Lebewesen, Maschinen und der Umwelt. Hierbei fällt auf, dass die befragten Personen nicht entsprechend der Konvention zwischen Verbrauch und Emissionen klassifizieren sondern zwischen Verbrauch und Schäden. Da bei Beschädigungen des Produktes zumeist ein Ersatzteil benötigt wird und bei deren Herstellung Verbräuche und Emissionen entstehen, entspricht die Klassifikation der befragten Nutzer in weiten Teilen der herkömmlichen Einteilung. Die relevanten Einflussgrößen der umweltrelevanten Folgen der Produktnutzung sind laut Angaben der befragten Nutzer die Programmwahl und die Nutzungsdauer. Die Nutzungsdauer ist abhängig von der Arbeitsvorbereitung und -systematik (z.B. Stühle wegrücken), der Arbeitsmenge bzw. -größe (z.B. Größe der zu saugenden Teppichfläche) und von einem individuell unterschiedlichen Faktor, der Motive und kulturelle Standards beinhaltet (z.B. Reinheitsbedürfnis). Eine Erhebung des Wissens von Verbrauchern über die Umweltrelevanz des Staubsaugens hat gezeigt, dass die befragte Personengruppe über ein allgemeines, vereinfachtes Wissen über das Staubsaugen und dessen umweltrelevante Folgen hat. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieses Wissen ausreicht, um die Folgen des eigenen Verhaltens beim Staubsaugen für die Umwelt hinreichend abzuschätzen. Die befragten Personen wussten, was es bedeutet, umweltfreundlich bzw. umweltschädlich zu saugen. Es konnten konkrete Verhaltensweisen benannt werden, die zu mehr bzw. weniger negativen Umweltauswirkungen (wie z.B. elektrischem Energieverbrauch) führen. Aufgrund der Untersuchungen kann davon ausgegangen werden, dass Nutzer zwischen umweltfreundlicher und weniger umweltfreundlicher Produktnutzung hinreichend gut unterscheiden können und dass deshalb die irrationale Nutzung von Informationen oder motivationale Nutzungsinneffektivitäten eine größere Rolle spielen als Wissensdefizite. (Allerdings muß diese Hypothese durch weitere Beobachtungen noch erhärtet werden).

Weitere Hinweise auf menschliche Fehlerursachen ergab die Auswertung der Antworten von nach dem Saugen befragten Nutzern nach kritischen Situationen und deren Ursachen beim Saugen. Die Befragung wurde anhand der Videoaufzeichnung des Saugvorganges und mit Hilfe von halbstrukturierten Interviewleitfäden durchgeführt. Zwar konnten nicht alle Fehler einer Handlungsregulationsebene und den damit verbundenen Fehlerursachen zugeordnet werden, doch ließen sich Tendenzen feststellen.

Insgesamt zeigte sich, dass die meisten Nutzungsfehler hauptsächlich aufgrund mangelnder Aufmerksamkeit und durch Ausführung einer nicht situationsangemessenen, aber gut geübten Prozedur passieren. Im Unterschied zu Befunden von Fehleranalysen aus dem Bereich der Arbeitssicherheit spielen beim umweltschädlichen Umgang mit Produkten Ineffizienzen und Ineffektivitäten eine größere Rolle.

Produktbezogene Fehlerursachen gehen zurück auf eine nicht menschengerechte Schnittstellengestaltung, auf mangelnde Fehlertoleranz der Produkte und auf Mängel bei der Informationsübermittlung.

Einige der erfassten umweltschädlichen Nutzungsfehler traten auf, weil die korrekte Aufgabenausführung mit dem Produkt beim Nutzer bestimmte wahrnehmungspsychologische und anthropometrische Gegebenheiten voraussetzt, die der Mensch aufgrund seiner biologischen Fähigkeiten nicht erfüllen kann. So steht einem Menschen, der z.B. einen Hebel aus einer bestimmten räumlichen Position aus bedienen soll, nur eine bestimmte maximale Kraft zur Verfügung.

Andere Nutzungsfehler wären vermeidbar gewesen, wenn das Produkt die Korrektur eines falschen Befehles akzeptiert hätte, wie z.B. die Korrektur eines eingegebenen Waschprogrammes der Waschmaschine während des Waschvorganges.

Viele Fehler basierten darauf, daß dem Nutzer eine wichtige Information nicht zur rechten Zeit zur Verfügung steht, wie z.B. eine Angabe über die Richtung der einzulegenden Batterie in das dafür vorgesehene Fach oder eine Markierung am Staubsaugerrohr, die andeutet, wie die zwei Rohre ineinander gesteckt werden müssen. Wichtige Funktionen sind nicht oder unklar gekennzeichnet. Häufig fehlen sogar Angaben in der Gebrauchsanweisung. Viele Gebrauchsanweisungen sind nicht verständlich geschrieben. In der Betriebsanleitung eines Hochdruckreinigers einer bekannten Firma findet sich zum Beispiel folgender Hinweis:

„Zulässig ist ein Anschluß bei freiem Auslauf (Abschnitt 4.2.1 der DIN 1988, Teil 4/ 4.2.1) oder bei kurzzeitigem Anschluß auch ein Rohrunterbrecher mit beweglichem Teil (A2 gemäß Abschnitt 4.2.2 der vorgenannten DIN)“. Insgesamt zeigte sich, dass viele Produkte über ein schlechtes Design verfügen, die biomechanischen Voraussetzungen der Nutzer nicht berücksichtigt sind und die Produkte fehlerintolerant sind.

### 3.7

#### Fehlerbewertung

Die Ressourcen für die umweltgerechte Produktgestaltung sind beschränkt. Um eine effiziente Verbesserung der Produktgestalt zu gewährleisten, müssen Nutzungsfehler bzw. Schwachstellen im Nutzer-Produkt-System bewertet und priorisiert werden. Diese Priorisierung umfaßt auch die Maßnahmen zur Behebung der Schwachstellen.

Auf der Grundlage der zuvor genannten Fehler- und Schwachstellenanalysen wurde für die Bewertung von Schwachstellen ein Grob-schema entwickelt, das mit Experten aus dem Bereich Qualitätswesen eines Unternehmens, das Gartengeräte herstellt, eingesetzt und überprüft wurde. Das Schema sieht 2 Bewertungsschritte vor:

- Jede Schwachstelle wird im Hinblick auf ihr Risiko eingeschätzt, wobei sich diese Beurteilung an der Auftretenswahrscheinlichkeit des Handlungsfehlers

(menschliche Fehlerwahrscheinlichkeit) und am Ausmaß der Umweltfolgen des Verhaltens orientiert.

- Anschließend erfolgt eine Bewertung der geplanten Maßnahme im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit. Dazu wird der erforderliche Aufwand zur Behebung der Schwachstelle abgeschätzt. Diese Bewertung erfolgt durch Expertenteams. Abb. 35 zeigt die Bewertung von exemplarischen Schwachstellen.

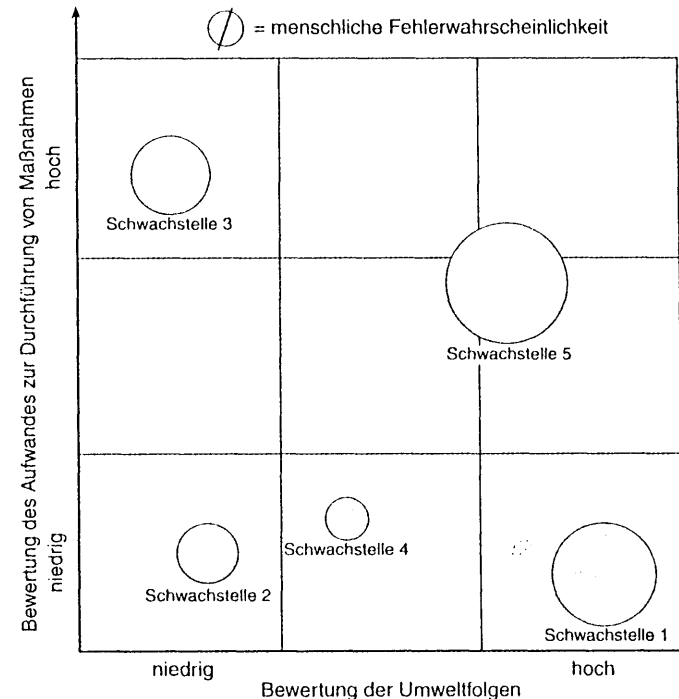


Abb. 35. Gewichtung von Schwachstellen im Nutzer-Produkt-System

Aus der 3fachen Bewertung der Schwachstellen bezüglich ihrer Auftretenshäufigkeit, ihrer Umweltfolgen und ihres Behebungsaufwandes lassen sich diejenigen Schwachstellen im Nutzer-Produkt-System priorisieren, die für die ökologische Bilanz bezüglich Energie- und Rohstoffverbrauch sowie Emissionen wichtig und gleichzeitig einfach zu beheben sind.

Zur Erarbeitung von Bewertungsschablonen hat sich die Methode der moderierten Gruppensitzung mit Experten als brauchbar erwiesen. Die oben beschriebenen Bewertungskriterien müssen jedoch noch überprüft und mit Experten aus anderen Fachgebieten wie Umweltingenieuren, Juristen mit Spezialisierung im Umweltrecht oder Verbraucherberatern abgestimmt werden.

### 3.8

#### Anforderungen an die Produktgestaltung

Aus der Analyse, Diagnose und Bewertung von Problemen im Nutzer-Produkt-System können Empfehlungen und Vorgaben für die Produktgestaltung abgeleitet werden. Als Vorgabe für Produktentwickler kann ein Kriterienkatalog dienen, der sich an Vorschlägen aus dem Produktdesign und der Softwareergonomie orientiert. Er soll für die Gestaltung von Nutzer-Produkt-Benutzungsschnittstellen, welche die umweltfreundliche Nutzung fördern sollen, erweitert werden. Ausgangspunkt für die Ergänzung sind typische und umweltrelevante Nutzungsfehler, Nutzungsineffektivitäten und Nutzungsineffizienzen sowie deren Ursachen.

Ein detailliertes Schema zur präventiven Ableitung von Gestaltungsempfehlungen auf der Basis von Daten aus Fehlern und Fehlerursachen steht noch aus. Aufgrund bisheriger empirischer Daten lässt sich schlussfolgern, dass sich Maßnahmen zur Gestaltung umweltgerechter Produkte v.a. mit der Erhöhung der Selbstbeschreibungsfähigkeit der Produkte, deren Fehlertoleranz sowie der Erzeugung eines Benutzungskomforts, der die umweltfreundliche Produktnutzung fördert, befassen müssen.

Kriterien zur benutzungs- und umweltgerechten Gestaltung von Haushaltsgeräten lassen sich z.B. aus den in den von Norman (1988) entwickelten Merkmalen der Benutzungsoberflächen - Handlungsaufforderungen (Affordances), Handlungseinschränkungen (Constraints), Kompatibilität (Mapping) und Sichtbarkeit (Visibility) - ableiten:

- Um Benutzungsfehler zu vermeiden, sollte bei der Konstruktion darauf geachtet werden, dass durch physikalische Handlungseinschränkungen Fehler nicht möglich sind. Es sollte z.B. nicht möglich sein, die Kaffeemaschine einzuschalten, wenn sich die Kanne nicht an ihrem Platz befindet. Erst wenn Handlungseinschränkungen nicht mehr angewendet werden können, sollte man Handlungsaufforderungen, Kompatibilität und Sichtbarkeit verwenden.
- Handlungsaufforderungen sollten überall dort eingesetzt werden, wo es nur eine richtige Handlungsalternative gibt. Sie sollten auf die richtige Handlung verweisen oder die Handlungsalternativen mit den verschiedenen Handlungszielen in Verbindung bringen. Knöpfe, Hebel und Schalter z.B. müssen so gestaltet sein, daß man nicht erst experimentieren muß, um herauszufinden, wie sie funktionieren.
- Kompatibilität sollte berücksichtigt werden, wenn es verschiedene Handlungsalternativen gibt, die zu verschiedenen Zielen führen. Wenn z.B. die Herdschalter in einem ähnlichen Quadrat wie die Herdplatten angeordnet wären, könnte man Energie und kaputte Herdplatten sparen, die durch das Einschalten falscher Herdplatten entstehen.

- Sichtbarkeit kann dort eingesetzt werden, wo Handlungseinschränkungen und Handlungsaufforderungen nicht mehr möglich sind. Wenn die Schublade einer Waschmaschine, in die das Waschpulver eingefüllt wird, gleichzeitig ein Meßbecher wäre, also entsprechende Markierungen am Innenrand hätte, dann würde das dem Nutzer helfen, kein überflüssiges Waschmittel zu verwenden.

Weitere Zugänge zur Bewertung und Gestaltung von Nutzer-Produkt-Systemen sind Entwurfsrichtlinien und Standards wie z.B. die 7 Grundsätze der Dialoggestaltung nach EN 9241-0 - Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Fehlerrobustheit, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit.

Insbesondere dann, wenn die Möglichkeiten des guten Designs ausgeschöpft sind, kommt der Fehlerrobustheit eine wichtige Rolle zu. Nicht alle möglichen Nutzungsfehler können bei der Produktentwicklung antizipiert und in der Produktgestaltung berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist es wichtig, dass Nutzungsfehler vom Nutzer korrigiert werden können. Um dies zu erreichen, muss ein Produkt den Prozess stoppen, den Fehler rückmelden und eine erneute Eingabe durch den Nutzer akzeptieren. Dies ist z.B. bei Staubsaugern im Bereich der Leistungsstufenwahl durchaus realisierbar.

Auf der Grundlage dieser bereits vorhandenen Gestaltungsempfehlungen und der erhobenen Daten muß ein logisch aufgebauter Kriterienkatalog entwickelt werden. Ein systematischer Kriterienkatalog, der als Arbeitsgrundlage und Checkliste für Produktentwickler dienen kann, müsste den Zusammenhang zwischen Nutzungsfehlern, Fehlerursachen und der Gestaltung des Produktes bzw. der Benutzungsschnittstellen darstellen.

### 3.9

#### Validierung und betriebliche Anwendungsmöglichkeiten der Ergebnisse

Neben der kontinuierlich fortlaufenden prozess- und aktionsforschungsorientierten Evaluation des Forschungsprojektes sind für die Validierung der vorliegenden Forschungsergebnisse unter anderem experimentelle Vergleiche von Produktvarianten geplant. Ein existierendes konkretes Produkt soll mit einem neuen Produkt verglichen werden, das aufgrund der erarbeiteten Gestaltungsempfehlungen entwickelt wurde. Im experimentellen Kontext könnten dann die 2 Produkte z.B. hinsichtlich elektrischem Energieverbrauch und der Anzahl an Nutzungsfehlern bei der Benutzung des Produktes verglichen werden. Mit diesem Evaluationsverfahren können keine absolut gültigen Bewertungsmaßstäbe und verbindlichen Problemlösungsvorschläge geboten werden, doch kann das Verfahren dazu verhelfen, innerhalb eines gegebenen situativen Kontextes die Wahrscheinlichkeit für die Auswahl einer besseren Produktalternativen zu erhöhen und die Wahl einer schlechteren Alternative zu verringern (vgl. Wottawa 1990).

Weiterhin sollen die entwickelten Methoden und Instrumente zur Unterstützung der Konstrukteure bei der Produktentwicklung in der Industrie eingesetzt und erprobt werden. Zwei sich ergänzende Methoden sollen hier kurz genannt werden:

1. Fragebogen zur präventiven Fehlnutzungsdiagnose elektrischer Haus- und Gartengeräte:  
Dieser Fragebogen ist analog zur Fehlermöglichkeits- und Einflußanalyse (FMEA) aufgebaut und enthält 3 Checklisten: eine Aufgaben- und Prozessanalyse zur auftretensorientierten Analyse der Schwachstellen im Nutzer-Produkt-System, eine Fehlerursachenanalyse sowie einen Maßnahmenkatalog. Dieser Fragebogen kann als Arbeitsgrundlage in Produktentwicklungsteams zur präventiven Erkennung von Schwachstellen an Produkten, die erst auf dem Zeichenbrett existieren, eingesetzt werden.
2. Umweltorientiertes Nutzer-Produkt-Prüflabor:  
Dieses Prüflabor dient dem Test von Produkten, die als Prototypen vorliegen, jedoch noch nicht vermarktet werden. Die Produktprototypen sollten durch Nutzer im Labor unter standardisierten Bedingungen benutzt und getestet werden. Dabei sollten im Unterschied zu herkömmlichen betrieblichen ergonomischen Testreihen die Umweltaspekte der Produktnutzung besonders berücksichtigt werden. Das umweltorientierte Nutzer-Produkt-Prüflabor enthält Aufbauanleitungen, Durchführungspläne und Auswertungsschablonen.

Es ist zu prüfen, ob diese 2 Methoden in den Unternehmen produktunabhängig eingesetzt werden können und auf wissenschaftliche und zugleich praktikable Art die Unternehmen dazu in die Lage versetzt, eigenständig Schwachstellen in Nutzer-Produkt-Systemen zu untersuchen.

## **4 Kundenorientierte Umweltgerechtigkeit von Produkten**

### **4.1**

#### **Umweltbezogene Produktwahrnehmung und Produktbeurteilung**

Umweltgerechte Produkte können sich nur am Markt halten, wenn sie die Anforderungen der Kunden in ihrer Rolle als Käufer erfüllen. Es genügt deswegen nicht, das Nutzungsverhalten nach wissenschaftlichen Methoden zu untersuchen und in einem „expertokratischen“ Vorgehen die Eigenschaften eines Produkts für die umweltgerechte Nutzung zu verbessern. Darüber hinaus müssen auch diejenigen Produkteigenschaften, nach welchen der Kunde ein Produkt unter Umweltgesichtspunkten wahrnimmt, beurteilt und im Umfeld der Wettbewerberprodukte präferiert, erfasst und realisiert werden.

Die umweltbezogene Produktwahrnehmung und -beurteilung wurde bisher nur ansatzweise in die Produktentwicklung miteinbezogen. Teilweise, wenn auch unsystematisch, wird sie im Rahmen des kundenorientierten Qualitäts-

managements berücksichtigt. Die kundenorientierte Qualität bestimmt sich dabei aus dem Maß der Übereinstimmung von Kundenanforderungen und Merkmalsausprägungen eines Produkts. Zur Verbesserung dieser Qualität und zur Unterstützung ihres Managements wurden mehrere Verfahren vorgeschlagen, mit deren Hilfe die Qualitätsanforderungen der Kunden erfasst sowie die Umsetzung dieser Anforderungen in interne Spezifikationen und die unternehmensbezogene Kontrolle dieser Umsetzung vorgenommen werden sollen. Im Zusammenhang mit der Konstruktion und Produktentwicklung werden v.a. das Quality Function Deployment (QFD) und die Fehlermöglichkeits- und Einflußanalyse (FMEA) empfohlen (vgl. VDI-Gesellschaft 1994).

Wie die zuvor angeführte Studie zum „Status quo der umweltgerechten Produktentwicklung“ (Rüttinger & Schramme 1996) jedoch zeigt, werden diese Verfahren von den Betrieben nur zögerlich und nicht vollständig übernommen. Ein gewichtiger Schwachpunkt der Verfahren ist die diagnostische Ermittlung und Aufbereitung der Kundenanforderungen sowohl im Allgemeinen wie auch hinsichtlich der ökologischen Anforderungen im Speziellen. Hierfür geben die Verfahren kaum Hilfestellung. Als Erhebungsmethoden werden häufig freie Abfragen und Beschwerdeanalysen durchgeführt, wobei nur technische, funktionale und ökonomische Qualitätsaspekte vorgegeben werden. Somit ist der ökologieorientierte Informationsfluss vom Kunden zur Konstruktion bzw. zur Produktentwicklung nicht ausreichend sichergestellt.

Diese Frage der ökologiebezogenen Kundenerwartungen und Beurteilungskriterien wurde auch in der bisherigen ökologisch-psychologischen Forschung kaum aufgegriffen. Im Rahmen dieser Forschung wurde v.a. versucht, unter dem Stichwort „Ökologisches Bewußtsein“ die Einstellung zu ökologischen Problemen zu definieren und zu messen. Im Laufe der letzten Jahre wurde hierzu eine Reihe theoretischer Konzeptionen und Meßverfahren vorgeschlagen. Wie die Übersichtsarbeiten von Spada (1990), Grob (1991), und Kruse (1995) jedoch belegen, ist es bisher nicht gelungen, den Begriff Umweltbewusstsein einheitlich zu definieren und damit einhergehend auch nicht übereinstimmend zu messen. Je nach Fragestellung wird Umweltbewusstsein als Umwelterleben und Umweltbetroffenheit, als Umweltwissen, als umweltbezogene Wertorientierung (affektive Einstellungskomponente), als umweltrelevante Verhaltensintention oder als manifestes umweltgerechtes Verhalten definiert, wobei der Bedeutungsumfang von Umweltbewusstsein mehrere der genannten Komponenten umfassen kann. Auch blieb die Operationalisierung der Konstruktdimensionen bisher auf eher allgemeine ökologische Sachverhalte beschränkt. Dabei zeigte sich allerdings, dass sich das Umweltbewusstsein in verschiedenen Verhaltensbereichen unterschiedlich auswirkt, weswegen diese Bereiche gesondert untersucht werden müssen.

Eine stärkere Beachtung fanden die Produktwahrnehmung und die Produktbeurteilung in marktpsychologischen Untersuchungen (vgl. zusammenfassend Monhemius 1993). Da es in diesen Untersuchungen jedoch hauptsächlich um die Bestimmung von umweltorientierten Marktsegmenten geht, wurden v.a. allgemeine

kauforientierte Präferenzstrukturen und Einstellungen sowie weniger die Produktmerkmale erhoben. Die Produktwahrnehmung und -beurteilung wurde dabei so global erfasst, dass daraus keine Vorschläge für die umweltgerechte Produktentwicklung abgeleitet werden können.

Zur Erfassung von Produkteigenschaften, welche unter dem Aspekt der kundenorientierten oder marktorientierten Umweltgerechtigkeit von Wichtigkeit sind, wurde für den Bereich elektrischer Haushalts-, Hobby und Gartengeräte eine Untersuchungsstrategie festgelegt, nach der Untersuchungen zu folgenden Fragestellungen durchgeführt werden:

- Welche Merkmale umfasst die Dimension Umweltgerechtigkeit aus Käufersicht?
- Wie lassen sich die Merkmale gruppieren?
- An welchen Indikatoren werden die Merkmale der Umweltgerechtigkeit erkannt?
- Wie wichtig ist die Umweltgerechtigkeit des Produkts für die Kaufentscheidung?
- Welche Quellen werden zum Informationsgewinn für die Einschätzung der Umweltgerechtigkeit der Merkmale herangezogen?
- Wie können die Merkmale und Indikatoren der Konsumenten an den Konstrukteur übermittelt werden.
- Wie können Konsumenten in den Prozess der Konstruktion eingebunden werden und umweltorientierte Konstruktionsvorschläge unter dem Aspekt der Marktgerechtigkeit oder Kundenakzeptanz machen?

## 4.2

### Umweltgerechte Produkte: Alltags- und Expertenbegriffe

In ersten Studien zur Wichtigkeit umweltgerechter Produkteigenschaften beim Kaufentscheid wurden Kunden unmittelbar nach dem Kauf von elektrischen Kleingeräten in Kaufhäusern nach den Kriterien ihrer Entscheidung befragt. Dabei ergaben sich als die wichtigsten Produkthaspekte die drei stabilen, intersituativ konsistenten Kriterien Preis, funktionale Qualität/Bedienungskomfort und Aussehen/Design sowie als viertes, etwas weniger wichtiges Kriterium die Marke. Die Umweltfreundlichkeit der Produkte spielte eine untergeordnete und unwichtige Rolle (s. Abb. 36).

Diese Ergebnisse entsprechen bisherigen Untersuchungen zum Konsumentenverhalten. So werden beispielsweise von Raffée & Silberer (1981) als konsistent wahrgenommene Produkteigenschaften, die als Kriterien in den Kaufentscheid eingehen, die 6 Kategorien Preis, materiale Qualität, funktionale Qualität, Marke, ästhetische Informationen sowie sonstige produktbezogene Konditionen benannt. Auch von anderen Autoren (vgl. Monhemius 1993) werden ähnliche Eigenschaften formuliert.

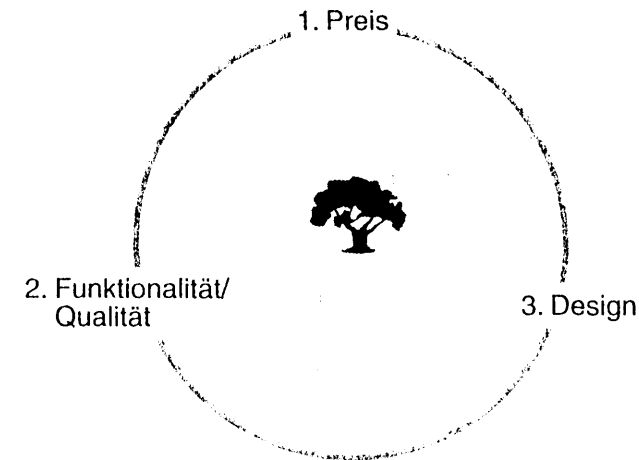


Abb. 36. Kriterien beim Kaufentscheid

Eine genauere Analyse der Befragungsergebnisse wies allerdings darauf hin, daß die Bedeutung des Begriffs Umweltgerechtigkeit bei vielen Personen sehr eng und teilweise mit den anderen, als wichtig eingestuften, Produktmerkmalen konfundiert ist, v.a. mit der Funktionalität/Qualität. Dies gilt z.B. für die Produktlebensdauer, die Ersetzbarkeit von Verschleisssteilen, die Wartungsfreundlichkeit und die Reparaturmöglichkeit.

Diese Vermutung bestätigte sich zunächst in einer Untersuchung, in der Käufer elektrischer Kleingeräte in einem freien Interview danach befragt wurden, welche Produkteigenschaften sie unter dem Begriff Umweltgerechtigkeit von Produkten subsumieren. Kognitiv repräsentierte Merkmale der Umweltgerechtigkeit sind vorrangig der Energieverbrauch (elektrischer Energieverbrauch, Solarbetrieb, Isolierschichten, Stufenschalter etc.) und die Recyclebarkeit des Materials (Trennbarkeit, Weiterverwendbarkeit etc.) sowie in weit geringerem Maße Aspekte der Entsorgung, Nutzungsdauer und Wartungsfreundlichkeit. Das aktive, frei produzierte Umweltwissen umfasst bei den meisten Kunden also nur eine begrenzte Auswahl der Merkmale, die unter dem Begriff Umweltgerechtigkeit subsumiert werden können.

Die Vermutung bestätigte sich weiterhin in einer Untersuchung, in welcher zunächst durch Experten wichtige technische Merkmale einer Kaffeemaschine nach qualitativen wie nach ökologischen Gesichtspunkten festgelegt wurden. Bei einer Befragung in Kaufhäusern wurden Käufer von Kaffeemaschinen gebeten, aus diesen Merkmalen die Eigenschaften einer „guten“ und einer „umweltgerechten“ Kaffeemaschine zu bestimmen. Die Rangreihe der Merkmale für die „umweltgerechte“ Kaffee-Maschine ist derjenigen der „guten“ Kaffeemaschine sehr ähnlich. Die beiden Rangreihen unterscheiden sich nur dadurch, dass bei der „guten“ Kaffeemaschine ökologischen Merkmalen, welche für die Nutzungsphase

von besonderer Wichtigkeit sind, ein hohes Gewicht zugemessen wird. Ökologische Eigenschaften, welche nicht die Nutzungsphase, sondern vor- und nachgelagerte Produktlebensphasen betreffen (ökologische Produktion, Recycling, Entsorgung etc.), werden weniger stark unter einem „guten“ Produkt subsumiert als ökologische Merkmale, welche für die Nutzungsphase (elektrischer Energieverbrauch, Wartung, Hilfsmittel etc.) wichtig sind. Aus dieser Untersuchung lässt sich der Schluss ziehen, dass die Begriffe von Umweltgerechtigkeit und Qualität teilweise konfundiert sind.

Die Diskrepanz zwischen dem Alltagsbegriff über umweltgerechte Produktmerkmale vieler Konsumenten und dem Expertenbegriff legte die Vermutung nahe, dass sich umweltfreundliche Produkteigenschaften als gewichtiger herausstellen, wenn nicht frei und global nach der Wichtigkeit umweltgerechter Produkteigenschaften beim Kaufentscheid gefragt wird, sondern wenn die umweltbezogenen Produkteigenschaften umfassend und strukturiert zur Beurteilung vorgegeben werden.

#### 4.3

##### Umweltbezogene Produktmerkmale und Merkmalsdimensionen

Um den Umfang und das Gewicht umweltgerechter Merkmale detaillierter zu untersuchen, wurde deshalb auf der Grundlage der zweidimensionalen Matrix „Produktlebensphasen • relevante Umweltschädigungen“ ein umfassender standardisierter Fragebogen zur Erfassung der produktorientierten Umweltkriterien (Produktmerkmale) bei Kaufentscheidungen entwickelt. Er umfaßt 90 Items, die in 2facher Version vorgegeben werden. Einmal wird danach gefragt, wie wichtig ein bestimmtes Umweltkriterium beim Kauf elektrischer Kleingeräte ist und zum anderen, wie häufig dieses Kriterium berücksichtigt wird. Darüber hinaus enthält der Fragebogen Items zum Preis, zur Funktionalität/Qualität und zum Design.

Die Ergebnisse einer ersten Kundenbefragung, an der 100 Personen teilnahmen, lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Auch bei dieser Untersuchung erweisen sich der Preis und die Funktionalität/Qualität als die wichtigsten Kaufkriterien.
- Die Befunde belegen weiterhin, dass mehrere Merkmale, welche die Umweltgerechtigkeit eines Produkts mitbestimmen, wie z.B. die Multifunktionalität, die Gesundheitsfreundlichkeit (z.B. keine giftigen Produktmaterialien), geringe Emissionen und geringer Verschmutzungsgrad, als wichtiger eingestuft und beim Kauf häufiger berücksichtigt werden als der Energieverbrauch und die Recyclebarkeit, die beiden wichtigsten Aspekte des Umwelt-Alltags-Begriffes.
- Einige der umweltbezogenen Produktmerkmale spielen beim Kaufentscheid sogar eine größere Rolle als das Design/Aussehen und belegen damit, dass die Wichtigkeit umweltorientierter Kriterien bisher unterschätzt wurde.

- Der von den Kunden genannte wichtigste ökologische Aspekt bei der Kaufentscheidung ist die Frage, ob ein elektrisches Produkt überhaupt angeschafft oder nicht besser durch manuelle Geräte ersetzt werden soll („Notwendigkeit eines Produkts“). Dieser Aspekt, der dem Kauf vor- und übergeordnet ist, betrifft weniger das Produkt als die Motivstruktur und den Lifestyle der Konsumenten.
- Zwischen der Wichtigkeitseinstufung (wie wichtig ist ein Produktmerkmal?) und der Häufigkeitseinstufung (wie häufig wird ein Merkmal beim Kaufentscheid berücksichtigt?) gibt es typische Unterschiede. Sie resultieren v.a. aus Wissensdefiziten. Einige Produktmerkmale können beim Kauf nicht entsprechend ihrer Wichtigkeit als Kaufkriterien berücksichtigt werden, weil es an der Kenntnis konkreter Indikatoren für diese Umweltmerkmale mangelt (z.B. Entsorgung, Recycling). Für andere Produktmerkmale (z.B. Materialien) fehlt das fachspezifische Wissen, da sie oft mit zeitlicher Verzögerung und räumlich und/oder materiell transformiert die Umwelt beeinflussen. Den Konsumenten mangelt es insbesondere an Wissen über Umweltaspekte von Produktlebensphasen, die der Nutzung vorausgehen oder ihr folgen, z.B. darüber, inwieweit ein Produkt umweltgerecht hergestellt und recycelt/entsorgt wird.

Um die Dimensionalität des produktmerkmalsbezogenen Wissens zu bestimmen, wurde eine Faktorenanalyse berechnet. Es ergaben sich sowohl für die „Häufigkeit“ wie für die „Wichtigkeit“ konsistent 3 unabhängige Faktoren:

- Faktor 1: ökologische Aspekte außerhalb der Nutzungsphase: Energie- und Rohstoffverbräuche vor und nach der Nutzungsphase, Abbaubarkeit etc.
- Faktor 2: Aspekte der Nutzungsphase: Robustheit, Funktionalität, Reparatur- und Wartungsmöglichkeiten etc. Hierbei werden Qualitätsaspekte und ökologische Aspekte vermischt
- Faktor 3: Aspekte der Belastung des Nutzers durch das Produkt: Giftigkeit, Emissionen etc.

Bei der zuvor beschriebenen Studie wurden die umweltbezogenen Produkteigenschaften systematisch nach den beiden Dimensionen Produktlebensphasen und Art der Umweltschäden entwickelt. In einer weiteren Studie wurde untersucht, ob sich die damit gewonnenen Ergebnisse bei einer Befragung, die sich stärker an den Sichtweisen der Konsumenten orientiert, wiederholen lassen. Es wurden deswegen zunächst in einer moderierten Gruppensitzung ohne inhaltliche Vorgaben von 14 Verbrauchern allgemeine Umweltaspekte oder -dimensionen herausgearbeitet, die für sie beim Kauf von Staubsaugern bedeutsam sind. Da diese Aspekte sehr allgemein waren, wurden in einem zweiten Schritt konkretere Merkmale der Produkte oder Produktinformationen, welche unter den Dimensionen subsumiert werden können, gesammelt. Auf der Grundlage dieser Merkmale wurde ein Fragebogen entwickelt, mit dem 22 aktuelle Käufer von elektrischen Kleingeräten

und 68 potentielle Kunden in Kaufhäusern nach der Wichtigkeit des jeweiligen Merkmals beim Kaufentscheid befragt wurden. Bei den Käufern zeigt sich folgende Reihenfolge der ökologierelevanten Dimensionen nach ihrer Wichtigkeit (jede Dimension umfaßt mehrere Merkmale oder Items):

- gute Aufgabenangemessenheit
- Langlebigkeit
- leichte Wartung
- leichte Ersatzteilbeschaffung
- geringe Emissionen
- geringer elektrischer Energieverbrauch (Stromverbrauch)
- Recyclebarkeit
- Zeitlosigkeit
- Multifunktionalität
- geringer Energieverbrauch bei der Produktion
- kurze Anfahrtswege bei der Produktion

Bei den potentiellen Käufern ergab sich eine sehr ähnlich Reihenfolge.

Die wichtigsten Merkmale (Items) sind:

- (Funktionalität des Geräts)
- Qualität des Materials (Langlebigkeit)
- gute Verarbeitung (Langlebigkeit)
- Saugen auf verschiedenen Bodenbelägen (Aufgabenangemessenheit)
- unkomplizierter Geräteaufbau (Wartung)
- variable Saugleistung (Aufgabenangemessenheit)
- Kundendienst in Nähe (Ersatzteilbeschaffung)
- Garantiezeit (Langlebigkeit)
- (Preis des Geräts)
- Marke des Geräts (Langlebigkeit)
- Preis der Ersatzteile (Ersatzteilbeschaffung)
- Hinweise auf Stromverbrauch in der Betriebsanleitung (Stromverbrauch)
- Verständlichkeit der Betriebsanleitung (Wartung)

Diese Befunde bestätigen die Ergebnisse der zuvor beschriebenen Untersuchung. Für den Konsumenten stehen diejenigen ökologische Aspekte im Vordergrund, welche die Nutzungsphase betreffen, die mit der Funktionalität/Qualität konfundiert sind und teilweise in Verbindung mit finanziellen Vorteilen stehen (Aufgabenangemessenheit, Langlebigkeit, Wartung, Ersatzteilbeschaffung, geringer elektrischer Energieverbrauch etc.) oder die seine Gesundheit betreffen (Emissionen etc.) und weniger die ökologischen Aspekte anderer Produktlebensphasen wie z.B. die Recyclebarkeit. Aus den Ergebnissen ist weiterhin zu sehen, dass sich bei einer spezifisch an der Kundensicht orientierten Befragung der Preis nicht als wichtigstes Produktmerkmal erweist.

Die faktorenanalytische Auswertung ergibt eine differenziertere Faktorenstruktur als bei der ersten Befragung. Es konnten 6 Faktoren extrahiert werden, die 70 % der Varianz aufklären:

- Faktor 1: Energieverbrauch allgemein (in allen Produktlebensphasen)
- Faktor 2: Multifunktionalität (Variationsmöglichkeiten, Zubehör etc.)
- Faktor 3: Marke (Marke, Bekanntheitsgrad der Firma etc.)
- Faktor 4: Entsorgung/Recyclebarkeit
- Faktor 5: Benutzerfreundlichkeit (verständliche Informationen, einfacher Aufbau etc.)
- Faktor 6: Leistungsregulierung (Stufenregulierung, variable Saugleistung etc.)

Nicht bestätigen ließ sich ein Faktor „Gesundheit“ (Giftigkeit, Emissionen etc.).

Um den Begriff „ökologisches Produkt“ der Verbraucher genauer zu erfassen, wurde der zuvor beschriebene Fragebogen ein zweites Mal vorgelegt. Diesmal sollten die Verbraucher angeben, wie stark man an dem jeweiligen Merkmal erkennen kann, ob ein ökologisches Produkt vorliegt.

Bei den Ergebnissen zu dieser Befragung fällt auf, dass v.a. solche Aspekte als wichtig eingestuft werden, die einen direkten Einfluß auf die Umwelt haben, wie z.B. „Recyclebarkeit“, „geringe Emissionen“ und „geringer Stromverbrauch“. Indirekte Dimensionen wie „Multifunktionalität“ oder „Aufrüstbarkeit“ werden dagegen als weniger charakteristisch für ein ökologisches Produkt angesehen. Diese Ergebnisse bestätigen die zuvor vorgenommene Unterscheidung zwischen produktbezogenem Alltagsbegriff und Expertenbegriff.

In einem weiteren Schritt wurden mit einer Gruppe von Verbrauchern schließlich konkrete Indikatoren am Produkt oder in den Produktinformationen gesammelt, die Hinweise für die zuvor genannten Umweltkriterien sind. In einer Befragung in Kaufhäusern wurden 90 Kunden aufgefordert anzugeben, inwieweit sie an dem jeweiligen Hinweis die Ausprägung der jeweils zugeordneten ökologischen Dimension erkennen können.

Die Auswertung dieser Befragung zeigt, dass die Verbraucher zwar relativ gut angeben können, was sie unter einem ökologischen Produkt verstehen und welche allgemeinen Kriterien ein solches Produkt erfüllen muß, daß sie aber große Probleme mit der Zuordnung konkreter Indikatoren haben. Die vorgegebenen Möglichkeiten wurden generell als wenig typisch für die entsprechenden ökologischen Produktmerkmale eingestuft. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass ökologische Produkteigenschaften die Kaufentscheidung wesentlich stärker beeinflussen würden, wenn sie eindeutiger und einfacher erkennbar wären.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, dass:

1. in bisherigen Untersuchungen die Wichtigkeit umweltorientierter Produktmerkmale als Kaufkriterien unterschätzt wurde, weil die Umweltgerechtigkeit zu global erfasst und dabei nur vom sehr eingeschränkten Alltagsbegriff der Konsumenten ausgegangen wurde;
2. viele umweltbezogenen Produktmerkmale wichtige Kaufkriterien sind, von den Kunden allerdings nicht als Umwelteigenschaften aufgefaßt werden (z.B. die Wartungsfreundlichkeit). Diese Merkmale betreffen die Nutzung und nicht die der Nutzung vor- und nachgelagerten Produktlebensphasen. Einige der von den



Kunden als typische Umweltmerkmale bezeichneten Produktmerkmale hingegen, wie z.B. die Recyclinggerechtigkeit, sind unwichtige Kaufkriterien. Sie haben keine Auswirkungen auf die Nutzungsphase;

3. das Gewicht der Umwelteigenschaften beim Kaufentscheid teilweise erhöht werden könnte, wenn eindeutige Indikatoren für diese Merkmale zur Verfügung ständen. Damit zusammenhängend werden vor allem bessere Produktinformationen gefordert.
4. Es ist geplant, die angeführten Untersuchungsergebnisse, die bisher nur mit Befragungen gewonnen wurden, in Kaufverhaltensstudien mit anschließenden Interviews zu validieren. Sollten sie sich in solchen Kaufbeobachtungsinterviews bestätigen und sollte sich dabei auch zeigen - was in den vorliegenden Studien teilweise zutraf - dass umweltorientierte Kunden präzise Vorschläge für umweltgerechtere Produkte machen können, dann liegt es nahe, unter dem Aspekt der kundenorientierten Umweltgerechtigkeit „Konstrukteur-Kunden-Team-Entwicklungslabors“ einzurichten.

## 5 Evaluation

Die beschriebenen Forschungsprojekte haben zum Ziel, Methoden und Instrumente zu entwickeln, mit denen Herstellerfirmen von elektrischen Haushalts-, Garten- und Hobbygeräten im präventiven und integrierten Umweltschutz unterstützt werden können. Die Evaluation der Forschungsprojekte betrifft entsprechend dem kooperativen Vorgehen zwischen Vertretern der Wissenschaft und interessierten Unternehmen:

- die Kooperation zwischen Wissenschaft und interessierten Unternehmen
- die Umsetzung der entwickelten Instrumente und Methoden in der betrieblichen Praxis
- die wissenschaftliche Vorgehensweise.

In der psychologischen Evaluationsforschung wird unter Evaluation im Allgemeinen die systematische Sammlung von Informationen, mit der die Zielerreichung einer Maßnahme überprüft werden (Kontrollfunktion) und/oder mit der die Erfolgswahrscheinlichkeit einer Maßnahme erhöht werden soll (Verbesserungsfunktion) verstanden. Nach der Art des Ziel- und Kriterienbereichs, nach der Breite der Evaluation, nach der Art der Zielsetzung und nach der Partizipation der Betroffenen lassen sich tendenziell 4 Strategien unterscheiden:

- Ergebnisorientierte Ansätze konzentrieren sich auf die Ergebnisse von Maßnahmen oder den Output, z.B. die Leistung oder den Gewinn.
- Prozessorientierte Ansätze evaluieren auch die einzelnen Maßnahmen oder Maßnahmenteilschritte, z.B. die Planung, Steuerung und Kontrolle einer Maßnahme.
- Bei ebenenorientierten Ansätzen findet die Evaluation auf verschiedenen aufeinander aufbauenden Ebenen statt, wobei z.B. von der Leistung einer Einzelperson bis zum aggregierten Unternehmenserfolg evaluiert wird.

- Aktionsforschungsorientierte Ansätze binden die Betroffenen sehr stark in die Evaluation mit ein. Die Evaluation dient der kontinuierlichen sachlichen Verbesserung von Maßnahmen und gleichzeitig der Erhöhung ihrer Akzeptanz.

Entsprechend der kooperativen Beziehung zwischen Wissenschaftlern und Unternehmen ist die Evaluation im vorliegenden Forschungsprojekt dem Ansatz der Aktionsforschung verpflichtet.

Um die *Kooperation und die betriebliche Umsetzung der entwickelten Methoden und Instrumente*, z.B. von Checklisten und Kriterienkatalogen, sicherzustellen, wurde ein Fragebogen entwickelt, mit dem systematisch ihre Akzeptanz in den Betrieben, insbesondere bei den Produktentwicklern, untersucht wird. Dieser Fragebogen orientiert sich an der „Theorie der geplanten Handlung“ (Ajzen 1986, 1991).

Nach dieser Theorie lässt sich die Akzeptanz als die Absicht oder Intention bestimmen, eine Handlung auszuführen, d.h. Methoden und Instrumente der umweltgerechten Produktentwicklung zu nutzen. Dabei wird folgende kausale Kette der Handlungsentstehung postuliert: Das beobachtbare Handeln wird zunächst unmittelbar durch die Intention oder Absicht, dieses Handeln auszuführen, determiniert. Die Stärke der Handlungsintention hängt dabei von der Stärke 3er theoretisch unabhängiger Konstrukte ab:

- der Einstellung gegenüber der Handlung;
- den wahrgenommenen Erwartungen wichtiger Dritter gegenüber der Handlungsdurchführung (subjektive Norm)
- der wahrgenommenen Schwierigkeit, die Handlung durchzuführen (wahrgenommene Handlungskontrolle)

Die Einstellung hängt von Attributen oder Merkmalen ab, die mit dem Einstellungsobjekt verknüpft sind. Diese Attribute sind beliebige Kognitionen, bei Handlungen z.B. erwartete Konsequenzen. Die Verbindung eines Attributs mit einem Einstellungsobjekt wird Überzeugung (belief) genannt (z.B. „der Einsatz einer neuen Methode führt zu Zeitverlusten“). Die Stärke, mit welcher die Überzeugungen mit einem Einstellungsobjekt verbunden sind, wird als subjektive Wahrscheinlichkeit bezeichnet. Neben der Wahrscheinlichkeit, mit der Attribute und Einstellungsobjekt verbunden sind, wird jedes Merkmal auf einer Bewertungsdimension als positiv bzw. negativ beurteilt. Diese Bewertungen (evaluations) bestimmen, ob zu einem Objekt eine positive oder negative Einstellung besteht.

Eine mangelnde Akzeptanz (Handlungsabsicht) kann nach der „Theorie der geplanten Handlung“ zurückgeführt werden auf:

- die geringe Attraktivität der Handlungskonsequenzen (z.B. Kostenerhöhung)
- die geringe Wahrscheinlichkeit, mit der positive Konsequenzen auftreten
- konträre Erwartungen wichtiger Dritter
- mangelnde Ressourcen (z.B. unzureichendes Wissen oder Zeitmangel)

In Interviews und Befragungen wird die Nutzungsakzeptanz für die Methoden und Instrumente jeweils nach folgenden Schritten ermittelt:

- Auflistung der Merkmale der Methoden und Instrumente sowie der Handlungsfolgen, welche die Nutzung des jeweiligen methodischen oder instrumentellen Produkts erleichtern bzw. erschweren
- Einschätzung der Nutzungsfolgen nach ihrer Bedeutsamkeit
- Einschätzung der Nutzungsfolgen nach ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit
- Bewertung der Handlungsfolgen nach einem vorgegebenen mehrdimensionalen Kriterienkatalog
- wartungen wichtiger Dritter
- Erfassung wichtiger Überzeugungen der Handlungskontrolle

Nach der „Theorie der geplanten Handlung“ lassen sich präventive Akzeptanzanalysen, die im Rahmen einer kontinuierlichen Entwicklung von Maßnahmen erforderlich sind, durchführen. Präventive Analysen erfassen allerdings häufig nicht die Akzeptanzprobleme die bei der tatsächlichen Anwendung auftreten. Viele Probleme können erst bei der Handlungsdurchführung erkannt und in ihrer Wichtigkeit eingeschätzt werden. Beim präventiven Vorgehen wird deswegen zunächst ein konkreter und differenzierter Handlungsplan der Maßnahmenanwendung, der auch ihre situativen Bedingungen umfaßt, erstellt. Erst ein solcher Handlungsplan erlaubt es annähernd, den Aufwand und die Schwierigkeiten einer Maßnahmendurchführung offenzulegen und die erwartete Attraktivität der Handlungsergebnisse zu überprüfen.

Die systematische Akzeptanzanalyse ist ein partizipatives Evaluationsmanagement, in dessen Verlauf im Zusammenhang mit den auftretenden Problemen und Widerständen kontinuierlich die Ziele der Maßnahmen sowie die Kriterien und das Design der Überprüfung bestimmt und die Bewertung der Veränderungen vorgenommen werden.

Das beschriebene Vorgehen lässt sich auch als eine Strategie des kundenorientierten Qualitätsmanagements begreifen. Die Leistungen des Forschungsprojekts haben dann Qualität, wenn sie den Anforderungen der Kunden, im vorliegenden Fall die Unternehmen, entsprechen. Diese Qualität wird in den Akzeptanzanalysen kontinuierlich überprüft.

Das Qualitätsmanagement erstreckt sich allerdings nicht nur auf den kooperierenden „internen“ Kunden in den Unternehmen, sondern vermittelt über diesen Kunden und direkt untersucht in den Studien zur kundenorientierten Umweltgerechtigkeit auch auf den unternehmensexternen Kunden. Dieser Ansatz entspricht dem zuvor angeführten Prinzip der „integrativen Unternehmensethik“. Die Umweltgerechtigkeit von Produkten wird als Aspekt der kundenorientierten Qualität verstanden. Es ist zu untersuchen, inwieweit ein Unternehmen durch eine umweltgerechte Produktentwicklung eine höhere Qualität unter Umweltaspekten gewinnt, die zu Differenzierungs-, Innovations- und Kostenführerschaftsvorteilen führt.

- Differenzierungsvorteile sind gegeben, wenn es einem Anbieter gelingt, die umweltbezogenen Anforderungen der Kunden an die Produkte besser zu erfüllen als die Wettbewerber.
- Umweltorientierte Innovationsvorteile entstehen durch das Angebot neuartiger umweltschonender Produkte.
- Kostenführerschaft kann durch einen höheren Umsatz infolge der besseren Produktqualität und/oder durch Innovationen gewonnen werden.

Diese Vorteile können nur realisiert werden, wenn die umweltgerechten Produktmerkmale vom Kunden wahrgenommen werden und wenn er im Kauf und in der Nutzung einen Beitrag zur Verwirklichung seiner eigenen ökologischen Zielsetzungen sieht. Entsprechend dieser Argumentation ist ein Produkt gut, wenn es die umweltbezogenen Erwartungen der Kunden erfüllt, und die umweltgerechte Produktentwicklung ist gut, wenn sie die umweltbezogenen Kundenerwartungen valide erfasst und in den Produkten realisiert. Der Evaluation der Instrumente zur Diagnose der Kundenerwartungen kommt deswegen im Rahmen der umweltgerechten Produktentwicklung eine zentrale Bedeutung zu. Diese Evaluation steht im Mittelpunkt der *Erfolgsmessung der wissenschaftlichen Vorgehensweise*. Dabei wird in den wissenschaftlichen Studien nicht nur untersucht, welche Umweltaspekte die Produktwahrnehmung des Kunden umfasst und wie die Umweltaspekte der Produkte an den Kunden kommuniziert werden können, sondern auch mit welchen anwendungsorientierten Instrumenten die Unternehmen die umweltbezogenen Kundenerwartungen valide erfassen können.

Das wissenschaftliche Vorgehen ist allerdings nicht nur kundenorientiert, sondern auch normativ. Die Definition der Nutzungsfehler setzt z.B. voraus, dass die Nutzungshandlungen nach ökologischen Kriterien bewertet werden. Auch lässt die Erfüllung von umweltbezogenen Kundenerwartungen viele unterschiedliche technische Produktvarianten zu, die nach ökologischen Kriterien bewertet werden müssen. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass es eine „absolut umweltfreundliche“ Nutzung technischer Produkte und ein „absolut umweltfreundliches“ Produkt nicht gibt. Jedes technische Produkt bewirkt durch seine Herstellung und seine Nutzung eine Belastung der Umwelt. Die Verbesserung von Produkten und die Verbesserung der Nutzung sind nur mehr oder weniger große Annäherungen an einen idealen Zielzustand.

Die Bewertung dieser Annäherung ist ein spezielles Problem der Evaluation, das durch zahlreiche Zielkonflikte zwischen ökologischen Kriterien verschärft wird. Zielkonflikte bei der ökologischen Produktoptimierung treten z.B. auf zwischen der Miniaturisierung und der Demontagefreundlichkeit, zwischen der Haltbarkeit von Werkstoffen und dem Werkstoff-Recycling oder zwischen dem Material Kunststoff und dem Material Metalle (vgl. Behrendt & Kreibich 1994).

Für die Bewertung der Handlungen im Nutzer-Produkt-System liegen Bewertungskriterien nur in Ansätzen vor, weil umweltfreundliches Nutzungsverhalten häufig nicht präzise definiert werden kann. Zum Teil beruht dies auch auf ökolo-

gischen Zielkonflikten. Eine Nutzung, welche z.B. die Langlebigkeit eines Produktes unterstützt, steht im Zielkonflikt mit einer Nutzung, welche neue, jedoch weniger Energie verbrauchende Produkte einsetzt.

Teilweise liegen jedoch auch grundsätzliche Wissenslücken vor. Wann ist z.B. das Staubsaugen umweltfreundlich? Sicher wenn der Leistungsregler situationsangemessen, d.h. in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad der zu reinigenden Fläche, eingestellt wird. Was heißt aber situationsangemessen konkret? Sicher ist das Staubsaugen auch umweltfreundlich, wenn der Staubbeutel rechtzeitig ausgewechselt wird, d.h. dann, wenn die Saugleistung nachläßt. Was heißt aber nachlassende Saugleistung für den Nutzer konkret? Die Saugleistung läßt ja schon nach, wenn der Saugbeutel beginnt, sich zu füllen.

Diese Beispiele sollen zeigen, daß die Evaluation der Nutzungsphase nach ökologischen Kriterien und der damit abgestimmten Produktentwicklung z.Z. nur sehr grob vorgenommen werden kann und dass für den Bereich der nutzerorientierten Entwicklung umweltgerechter Produkte ein sehr großer Forschungsbedarf besteht.

## Literatur

- Ajzen, I. (1986). From intentions to action: A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckmann (eds.), *Action-control: From cognition to behavior*. P. 11-39. Heidelberg: Springer.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. Some unresolved issues. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, S. 179-211.
- Behrend, S. & Kreibich, R. (1994). *Ecodesign. Umweltorientierte Konstruktion von Produkten*. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung 17.
- Bohner, J. & Rüttinger, B. (1997). *Ökologische Wahrnehmungs- und Beurteilungsdimensionen*. Institutsbericht. TU Darmstadt.
- Grob, A. (1991). *Meinung - Verhalten - Umwelt*. Bern: Lang.
- Hubka, V. & Eder, W. E. (1992). *Einführung in die Konstruktionswissenschaft*. Springer: Berlin.
- Kruse, L. (1995). Globale Umweltveränderungen: Eine Herausforderung an die Psychologie. *Psychologische Rundschau*, 46, 81-92.
- Lasser, M. & Rüttinger, B. (1997). Umweltfreundliche Produktentwicklung. *Schweizerische Technische Zeitschrift* 11 18-22.
- Monhemius, K. Ch. (1993). *Umweltbewußtes Kaufverhalten von Konsumenten*. Frankfurt: Lang.
- Norman, D. (1988). *The Psychology of everyday Things*. New York: Basic Books.
- Prümper, J. (1994). Fehlerbeurteilungen in der Mensch-Computer-Interaktion: Reliabilitätsanalyse und Training einer handlungsorientierten Fehlertaxonomie. Münster: Vaxmann.
- Raffée, H. & Silberer, G. (1981). *Informationsverhalten des Konsumenten. Ergebnisse empirischer Studien*. Wiesbaden: Gabler.
- Reason, J. (1994). *Menschliches Versagen – Psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Rüttinger, B. & Schramme, S. (1996). Die Entwicklung umweltgerechter Produkte. *Sozialwissenschaftliche Technikforschung in Hessen* 1/2, 55-66.
- Spada, H. (1990). Umweltbewußtsein: Einstellung und Verhalten. In L. Kruse, C. F. Graumann & E.-D. Lantermann (Hrsg.), *Ökologische Psychologie*. München: PVU, 623-631.
- Ulrich, P. & Fluri, E. (1992). *Management. Eine konzentrierte Einführung*. Bern: Haupt.
- Ulrich, P. (1990). Wirtschaftsethik auf der Suche nach der verlorenen ökonomischen Vernunft. In P. Ulrich (Hrsg.), *Auf der Suche nach einer modernen Wirtschaftsethik. Lernschritte zu einer reflexiven Ökonomie*. Bern: Haupt.
- VDI-Gesellschaft Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb (1994). *Wege zum erfolgreichen Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung*. Düsseldorf: VDI-Verl. (VDI-Berichte; 1106).
- Wandmacher, J. (1993). *Software-Ergonomie*. Berlin: de Gruyter.
- Wottawa, H. (1990). *Lehrbuch Evaluation*. Stuttgart: Huber.
- Züst, R. (1997). Betriebliches Umweltmanagement – Mehr Systemverständnis ist gefordert. In *Betriebswissenschaftliches Institut BWI (Hrsg.), Blickwechsel. Betriebswissenschaft und Innovation*. S. 53-65. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.