

econcept, Agentur für Ökologie- und Designberatung
in Kooperation mit
Heidelberger Druckmaschinen AG

Implementation von ökologischen Produktgestaltungskonzepten in Unternehmen der Maschinenbauindustrie

Abschlussbericht des Forschungsprojektes,
unter dem AZ: 16408 gefördert von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Von

Regina Nickel, Ursula Tischner
econcept

Henning Eggers, Eike Frühbrodt, Ingrid Amon-Tran
Heidelberger Druckmaschinen AG

Köln im Januar 2002

Dieser Bericht kann bezogen werden bei
econcept,
Agentur für Ökologie- und Designberatung
Redwitzstr.7
D-50937 Köln
Tel.: 0221/420 26 -76 Fax: -74
Email: u.tischner@econcept.org
Internet: www.econcept.org

ec[]ncept

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

**UMWELT
STIFTUNG**

Az	16408	Referat	21/0	Fördersumme	100.000,00 DM
Antragstitel	Implementation von ökologischen Produkt-Gestaltungskonzepten in Unternehmen der Maschinenbauindustrie				
Stichworte	Konzept; Konstruktion; Produkt; Information; Kongress; Kreislauf				
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
30 Monate	04/1999	10/2002	Keine		
Zwischenberichte:	alle 6 Monate Kurzbericht				
Bewilligungsempfänger	Econcept Ursula Tischner Redwitzstr. 7 50937 Köln			Tel	0221/4202676
				Fax	0221/4202674
				Projektleitung	Ursula Tischner, econcept
				Bearbeiterin	Ursula Tischner, econcept
Kooperationspartner	Heidelberger Druckmaschinen AG Business Unit Prepress				

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Ziel des Projektes war es, die umweltrelevanten Stärken und Schwächen der Heidelberger Produkte herauszustellen und dann Methoden und Instrumente zu entwickeln, die im Unternehmensalltag helfen, die Produkte unter ökologischen (und ökonomischen) Gesichtspunkten zu verbessern. Besonders wichtig war die Integration des produktbezogenen Umweltschutzes in die normalen Geschäftsabläufe von strategischem Management, Produktentwicklung und -gestaltung, Produktion und Marketing.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Implementation von Öko-Design in das Unternehmen Heidelberger Druckmaschinen AG beinhaltete die folgenden Schritte:

- 1 Umwelthanforderungen identifizieren: Analyse der bestehenden bzw. notwendigen Rahmenbedingungen des Marktes und der Gesellschaft,
- 2 Ökologische Schwachstellen am Produkt aufdecken: ganzheitliche Analyse, welche die Schwerpunkte und Ansatzpunkte der ökologischen Optimierung in dem jeweiligen Produktkontext darstellt, analog eine betriebswirtschaftliche Analyse zu Teilbereichen des Produktlebensweges,
- 3 Implementierung der Ergebnisse auf Produktebene: Verankerung in der betrieblichen Organisation mittels Konstruktionshandbüchern, Online-Datenbanken, Organisationsanweisungen, interner Kommunikation und Schulungen (Neugestaltung von Prozessabläufen, Definition von Konstruktionsnotwendigkeiten, Bestimmung der Verantwortlichkeiten und Bereitstellung der notwendigen Dokumentation)
- 4 Systematische Umsetzung der Ergebnisse in die Produktentwicklung und die Förderung des betrieblichen und gesellschaftlichen Dialogs zu den Zielen und Gestaltungsoptionen ökologischer Produktentwicklung,
- 5 Ökologischen Mehrwert der Produkte verkaufen: externe Kommunikation, Marketing und Schulung der Mitarbeiter.



100

Flow rate and water level

Flow rate (m³/s)	Water level (m)
0	0
10	10
20	20
30	30
40	40
50	50
60	60
70	70
80	80
90	90
100	100

Ergebnisse und Diskussion

Folgende Schritte auf dem Weg zum zukunftsfähigen Produkt wurden erarbeitet:

1. **Umweltanforderungen identifizieren:** wie z.B. Kundenwünsche, unternehmerisches Selbstverständnis, Umwelt- und Innovationsimage, gesellschaftliche Wertvorstellungen, Umwelt-Kosteneffekte und (Umwelt) rechtliche Anforderungen. Entwickelt wurde z.B. eine Umweltrechtsdatenbank, die den Mitarbeitern über das Intranet zur Verfügung steht.
2. **Ökologische Schwachstellen am Produkt aufdecken:** Für den Scanner **TOPAZ 2+** wurden eine Material- und Energiebilanz erstellt, Fertigung, Nutzung und die Zerlegung beim Entsorger untersucht. Dabei wurden zwei Methoden genutzt: Total Primary Energy und Eco-Indicator 95. Die Analysen zeigten, dass die größten Umweltbelastungen in der Produktions- und Nutzungsphase der Geräte auftreten. Umweltentlastungspotenziale liegen z.B. in der Reduktion des Energieverbrauchs im Gebrauch und die Optimierung der Recyclingfähigkeit, insbesondere bezogen auf den Einsatz von Aluminium und Stahl. Das Verfahren der LCA stellte sich für die standardisierte Prüfung der Produktgestaltung als zu aufwendig heraus. Sie bietet aber die Möglichkeit, von den wichtigsten Produktgruppen exemplarisch Input/Outputströme zu analysieren und erlaubt eine Schwachstellenanalyse und Kennzahlbildung zur Produktbewertung. Schlussfolgerung im Projekt war es daher, mit Tools in der Produktentwicklung zu arbeiten, die im Sinne des Life Cycle Thinking wirken, aber kosten- und Zeitsparender angewendet werden können als LCA. Überlegt wurden außerdem Ansätze zu einer LCA nahen, standardisierte Datenbank zur Bewertung von Werkstoffen, Verfahren und Recyclingmethoden.
3. **Implementierung der Ergebnisse auf Produktebene:** Umgesetzt wurden z.B. die Senkung des Energieverbrauchs im Gebrauch und Stand-by-Modus oder die Erleichterung der Demontage des Aluminiums durch eine veränderte Verbindungstechnik. Es wurde auf Beryllium verzichtet, Kunststoff und Aluminium gekennzeichnet, Entsorgungsanweisungen entwickelt und die Zusammenarbeit mit den Lieferanten gestärkt. Beim Nachfolgemodell des TOPAZ 2+, dem **Nexscan F4000** wurden z.B. der Stromverbrauch um 20% gesenkt, ein netzseitiger Hauptschalter und eine automatische Abschaltung der Durchlichtbeleuchtung eingebaut und ein deutlich geringerer Materialeinsatz im Vergleich zum Vorgängermodell erzielt: 90 kg statt 150 kg Gesamtgewicht.
4. **Systematische Integration der Ergebnisse in den Produktentwicklungsablauf:** Der Heidelberger Entwicklungsprozess ist als Quality Gate Prozess organisiert. Nach bestimmten Abschnitten der Entwicklung wird in den so genannten Gates über die Freigabe des Entwicklungsprojektes für die nächste Phase entschieden. In diese Entscheidungspunkte wurden vom Businessplan bis zur Markteinführung Umweltaspekte in Form von Tools, Kriterien oder Teilnahme der Umweltexperten in den Entscheidungsgremien integriert. Für die alltägliche Arbeit der Produktentwickler wurden im Projekt Tools entwickelt: z.B. ein Umweltentwicklungshandbuch, das unter anderem Check- und Stofflisten, Anweisungen zur Werkstoffauswahl, Werkstoffverträglichkeit, Kennzeichnung und demontageverträglichen Verbindungen enthält. Zur Motivation und Schulung der Mitarbeiter stehen durch die Projektarbeit Plakate und ein Bildschirmschoner sowie Schulungsunterlagen zur Verfügung. Aufbauend auf den Projektergebnissen wurden schließlich bindende Umweltleitlinien für die gesamte Unternehmensgruppe formuliert. Derzeit werden die Guidelines zu Stoffen, Batterien, Kennzeichnung, Energie international abgestimmt, weitere werden folgen.
5. **Ökologischen Mehrwert der Produkte verkaufen:** Die Heidelberger Aktivitäten im produktbezogenen Umweltschutz wurden/werden intern und extern vorgestellt und kommuniziert, z.B. im Environmental Information Center der Heidelberger Druckmaschinen AG auf der Fachmesse DRUPA 2000 oder in Broschüren und Umweltberichten des Unternehmens.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Erfahrungen, die in diesem Projekt gewonnen wurden, wurden Projekt begleitend in mehreren internen und externen Workshops vorgestellt und diskutiert. Des Weiteren stellte das Forschungsteam die Ergebnisse in Form von Veröffentlichungen und auf zahlreichen Veranstaltungen vor und diskutierte die Ansätze mit der Fachöffentlichkeit.

Fazit

Rückblickend bewertend fassen die Kooperationspartner das Projekt als sehr erfolgreich zusammen. Es hat neue konstruktive Ideen und Konzepte geliefert, die gut in den betrieblichen Alltag zu implementieren waren, neue Gestaltungskonzepte konnten bereits umgesetzt werden und fruchten nicht nur in ökologischen Gewinnen sondern bringen insbesondere den Kunden der Heidelberger Druckmaschinen AG ökonomische Vorteile. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vieler Abteilungen wurden hinsichtlich der ökologischen Ziele des Unternehmens sensibilisiert und motiviert. Wichtig für den anhaltenden Erfolg des Projektes ist die kontinuierliche Fortentwicklung der Projektergebnisse und die Übertragung auf den Gesamtkonzern, was bereits innerhalb des Projektzeitraumes erfolgte.

Produkt	Produktionsfaktor	Produktionsfaktor
Produkt A	Produktionsfaktor 1	Produktionsfaktor 2
Produkt B	Produktionsfaktor 1	Produktionsfaktor 2

1. Schritt

Produktionsfaktor 1
Produktionsfaktor 2
Produktionsfaktor 3
Produktionsfaktor 4
Produktionsfaktor 5

Produktionsfaktor 1
Produktionsfaktor 2
Produktionsfaktor 3
Produktionsfaktor 4
Produktionsfaktor 5

Produktionsfaktor 1
Produktionsfaktor 2
Produktionsfaktor 3
Produktionsfaktor 4
Produktionsfaktor 5

Produktionsfaktor 1
Produktionsfaktor 2
Produktionsfaktor 3
Produktionsfaktor 4
Produktionsfaktor 5

Produktionsfaktor 1
Produktionsfaktor 2
Produktionsfaktor 3
Produktionsfaktor 4
Produktionsfaktor 5

2. Schritt

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis von Bildern und Tabellen	5
Verzeichnis von Begriffen und Definitionen	6
0 Zusammenfassung	11
1 Einleitung	13
2 Zielsetzung des Projektes, Begründung und Aufgabenstellung	15
3 Implementation von ökologischen Produktgestaltungskonzepten in Unternehmen der Maschinenbauindustrie	17
3.1 Darstellung der Vorgehensweise	17
3.2 Ergebnisse	17
3.2.1 Umweltaanforderungen identifizieren	17
3.2.2 Ökologische Schwachstellen am Produkt aufdecken	23
3.2.3 Implementierung der Ergebnisse auf Produktebene	30
3.2.4 Systematische Umsetzung der Ergebnisse in die Produktentwicklung	32
3.2.5 Ökologischen Mehrwert der Produkte verkaufen	38
3.3 Diskussion der Ergebnisse	43
3.4 Bewertung der Ergebnisse unter ökologischen, technologischen, ökonomischen Aspekten	44
3.5 Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse während und nach dem Vorhaben	45
4. Fazit und Ausblick	46
Literaturverzeichnis	47
Anhang	49

Verzeichnis von Bildern und Tabellen

Abbildungen

	Seite	
Abb. 1:	ELIS – die Umweltrechtdatenbank im Heidelberger Intranet	19
Abb. 2:	Kundenbefragung zur Wichtigkeit verschiedener Umweltbelastungen	20
Abb. 3:	Kategorisierung der für EcoDesign hilfreichen Instrumente	21
Abb. 4:	Umweltbelastung durch einen TOPAZ 2+	23
Abb. 5:	Umweltersparnisse durch das Recycling des TOPAZ 2+	24
Abb. 6:	Umweltbelastungen durch eine Quickmaster 46-2	24
Abb. 7:	Quality Gate Prozess	35
Abb. 8:	Dreiteiliges Poster zum Thema Ökologische Produktgestaltung	37
Abb. 9:	Impressionen vom Abschlusskongress	41
Abb. 10:	Presseresonanz auf den Abschlusskongress	42

Tabellen

Tab. 1:	Vergleich verschiedener LCA-Software	23
Tab. 2:	Bewertung der Einzelteile des Delta Towers hinsichtlich ihrer Demontage- und Recyclingfähigkeit.	26
Tab. 3:	Kostenanalyse der Demontage bzw. des Recyclings des Delta Towers	28
Tab. 4:	Entsorgerpreise der EU-Länder Deutschland, Schweden, England und der USA	29
Tab. 5:	Slogans des Bildschirmschoners zum Thema Ökologische Produktgestaltung	37

Tabellen im ANHANG:

Tab. W:	Interne Schulungen zum Thema „Ökologische Produktgestaltung“	49
Tab. X:	Vorträge zum Thema „Ökologische Produktgestaltung“	50
Tab. Y:	Veröffentlichungen zum Thema „Ökologische Produktgestaltung“	51
Tab. Z:	Diplomarbeiten und andere Studien im Rahmen des Projektes	52

Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

Aufarbeitung

Behandlungsprozess für das Überarbeiten gebrauchter Teile, Baugruppen oder kompletter Geräte für deren Wieder- oder Weiterverwendung oder die Rückführung in den Produktionsprozess.

Bottom-Up/Top-Down

Top-Down

Bei einem Top-Down Ansatz beschließt die Firmenleitung einen ökologischen Prozess innerhalb des Unternehmens zu etablieren und gibt entsprechende Vorgaben/ Anweisungen an die Mitarbeiter weiter.

Bottom-Up

Bei Bottom-Up Prozessen geht die Initiative für den ökologischen Verbesserungsprozess innerhalb eines Unternehmens meist von einer kleinen Gruppe engagierter Mitarbeiter aus, welche die Keimzelle bilden.

Im Idealfall werden beide Vorgehensweisen miteinander verschränkt.

Design for Environment (DFE)/ umweltgerechtes Design:

Der Begriff des umweltgerechten Design lässt sich in folgende Einzelbereiche splitten:

- **Materialeffizientes Design:**
Optimierung des Materialeinsatzes durch Werkstoffsubstitution, Leichtbau, zuschnittgerechte Formgebung, Miniaturisierung, Multifunktionalität und Vereinfachung (Beschränkung auf wesentliche Funktionen).
- **Materialgerechtes Design:**
Die "richtige Gestaltung" für das jeweilige Material finden, Vorzug regenerierbarer vor nicht-regenerierbaren Materialien, Erschließen neuer Einsatzfelder für regenerierbare Materialien, Verzicht auf bestandsgefährdete Tier- und Pflanzenprodukte, Einsatz lokaler Materialien, Einsatz von Sekundärrohstoffen und Übereinstimmung von Material- und Produktwertigkeit.
- **Energieeffizientes Design:**
Reduzierung des Energieverbrauchs in allen Phasen des Produktlebenszyklus, Substitution endlicher durch regenerative Energieträger, Erschließung neuer Einsatzfelder für alternative Energien.
- **Schadstoffarmes Design:**
Schadstoffarme Materialauswahl, etwa Vermeidung von Schwermetallen und schadstoffhaltigen Hilfsstoffen, schadstoffarme Gebrauchs- und Entsorgungsphase
- **Abfallvermeidendes bzw. vermindertes Design**
- **Langlebiges Design:**
Vermeidung von Wegwerf- und Einmalprodukten, Einsatz von hochwertigen, reparaturfähigen Materialien sowie "Patinaeffekt" (Altern in Schönheit), stabile Konstruktionsprinzipien, Modular-Design/Modulbauweise, Reparatur- und wartungsfreundliches Design, leichte Austauschbarkeit von Bauteilen, leicht lösbare Verbindungen, zeitbeständiges Design: Verzicht auf modische Gestaltung, hoher Bedienungs- und Nutzungskomfort.
- **Recyclinggerechtes Design:**
Demontagefreundliches Design, Werkstoff-, Bauteil- und Gerätezeichnung, recyclinggerechte Materialauswahl (stoffliche Verwertung), Verringerung der Materialvielfalt, Vermeidung von Verbundwerkstoffen und Integration von Anforderungen der Wiederverwendung und -verwertung in die Gestaltung
- **Entsorgungsgerechtes Design:**
Vermeidung von Materialien, deren Entsorgung mit umweltbelastenden Emissionen verbunden ist, Einsatz biologisch abbaubarer Materialien und Kennzeichnung sowie Separierbarkeit von Schadstoffen.
- **Logistikgerechtes Design:**
Reduzierung von Produktvolumen und -gewicht, Reduzierung von Verpackungsvolumen und -gewicht sowie logistikgerechte Formgebung.

Downcycling

Beschreibt den Umstand, dass viele Recyclingtechniken dazu führen, dass ein Rohstoff beim Rezyklieren an Qualität verliert. Beispielsweise werden beim Papierrecycling die Fasern der Grundmasse kürzer, das recycelte Papier ist weniger reißfest. Bei Kunststoffen muss häufig ein hoher Anteil an Primärrohstoff zugegeben werden, damit das Material wiederverwendet werden kann. Je reiner ein Kunststoff sortiert wird, desto besser lässt er sich recyceln. Das Ende des Downcycling ist erreicht, wenn der Material- und Energieaufwand beim Recyceln eine neue Verwendung des recycelten Rohstoffes nicht mehr rechtfertigt. Bestenfalls kann dann noch bei der "thermischen Verwertung" (Verbrennen) der Energiegehalt genutzt werden.

EG-Öko-Audit Verordnung

Auch EMAS-VO "Environmental Management und Audit Schema" (vgl. A3).

Diese Verordnung ist seit dem 01.04.1995 für alle europäischen Mitgliedsländer gültig. Eine Beteiligung der Unternehmen ist freiwillig. Durch das Audit sollen die durch Unternehmen verursachten umweltrelevanten Faktoren einheitlich erfasst und bewertet werden. Eine Bewertung richtet sich dabei nach den technischen Gegebenheiten (dem Stand der Technik im jeweiligen Land) und bezieht sich auf einen konkreten Standort. Die Durchführung eines Audits kann durch interne oder externe Sachverständige erfolgen. Es muss ein vorgegebenes Verfahren durchlaufen werden, das z.B. ein Input-Output-Bilanzierung des Standortes, das Einführen eines Umweltmanagementsystems, das Festlegen von Umweltzielen für die nächsten drei Jahre enthält. Das Unternehmen kann sich validieren und zertifizieren lassen und darf dann das Öko-Audit-Symbol auch in der Kommunikation nach außen verwenden.

Auf internationaler Ebene wurden die ISO 14001 ff. zur Zertifizierung von Umweltmanagementsystemen entwickelt, die etwas geringeren Anforderungen als EMAS stellt.

Emissionen

Bezeichnung für die Abgabe fester, flüssiger oder gasförmiger Schadstoffe, die Wasser, Boden oder Luft verunreinigen oder Menschen und Umwelt belasten. Hierzu gehören auch Geräusche, Erschütterungen und Strahlungen.

End-of-Pipe-Technik

Dieser Begriff bezeichnet technische Maßnahmen, des nachsorgenden Umweltschutzes wie Filteranlagen, Kläranlagen etc., die dazu dienen, auftretende Emissionen (Abgase, Abwasser, Lärm), Schadstoffe und andere Problemstoffe zu vermeiden bzw. kontrollierbar und entsorgbar zu machen. End-of-Pipe-Strategien sind meist teuer und greifen erst, wenn der Schaden (auftretende Problemstoffe) schon entstanden ist. Sinnvoller und in der Regel kostengünstiger ist es, Umweltbelastungspotentiale schon bei der Entwicklung eines Produktes zu bedenken und vorausschauend zu vermeiden, dann sind nachsorgende Techniken nicht mehr nötig.

Integrierte Produktentwicklung (Simultaneous Engineering)

Die integrierte Produktentwicklung soll dem schnellen und koordinierten Projektfortschritt dienen. In Teams arbeiten Spezialisten aus verschiedenen Bereichen teilweise zusammen und teilweise parallel an der Entwicklung und Verbesserung von Produktgruppen, dadurch wird das gesamte Wissen der Beteiligten auf das Produkt konzentriert und somit die Effizienz der Entwicklung kontinuierlich verbessert. Die Zusammenarbeit macht ein aufwendiges Schnittstellenmanagement innerhalb des Unternehmens überflüssig.

Integrierter Umweltschutz

Dieser Begriff beschreibt den Gegensatz zu End-of-Pipe-Lösungen. Er beinhaltet den produktionsintegrierten Umweltschutz, der sich auf die Produktionsprozesse bezieht und den produktintegrierten Umweltschutz, der sich auf Produktplanung, -entwicklung und -gestaltung bezieht. Integrierte Umweltschutzmaßnahmen sind vorsorgende Maßnahmen, die innerhalb eines Betriebes durchgeführt werden, um Schadstoffe, Emissionen und Abfälle zu vermeiden, Energie und Material einzusparen. Neue, umweltfreundliche Technologien zu integrieren ist dabei nur ein kleiner Teil der Aufgabe. Wichtig für die Einführung eines ganzheitlichen Umweltschutzes im Unternehmen ist eine Kooperation aller Unternehmensbereiche. Umweltbezogene Strategien, Managementsysteme, Organisationsstrukturen und Controllingssysteme sind hilfreich.

ISO 14001 ff.

Die ISO 14001 ff. bezeichnet eine international gültige Normenserie, die für das Einführen und Etablieren, für die Überprüfung und die Zertifizierungspraxis von Umweltmanagementsystemen in Unternehmen erarbeitet wurde (siehe auch EG-Öko-Audit Verordnung). In der ISO-Norm 14001 werden die Anforderungen an ein Umweltmanagement festgelegt. Unternehmen soll durch diese Norm ermöglicht werden, ein Umweltmanagementsystem im Einklang mit anderen unternehmensinternen Anforderungen innerhalb des Unternehmens einzurichten. Die Norm soll für jedes Unternehmen anwendbar sein, ungeachtet der Größe, der geographischen, kulturellen und sozialen Bedingungen. Das übergeordnete Ziel ist die Förderung des Umweltschutzes und die Verbindung von ökologischen mit ökonomischen Vorteilen (vgl. A3).

ISO 14040

Teil der ISO 14000 Serie, der sich auf Produktökobilanzen bezieht. In diesen Normen werden die Rahmenbedingungen einer Bilanzierungsmethode standardisiert, die der Entscheidungsfindung bei der Produkt- und Prozessentwicklung dient. Die Produktökobilanz ist ein Instrument, mit dem ökologische Verbesserungspotenziale von Produkten in den verschiedenen Phasen ihres Lebenswegs erkannt und bemessen werden können (vgl. A1.2.1) Das wird erreicht durch:

- die Zusammenstellung einer Sachbilanz der Stoff- und Energieströme, die mit dem Produkt entlang seines Lebenswegs verbunden sind

- Beschreibung der potenziellen Auswirkungen auf die Umwelt
- Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich der Zielsetzung der Ökobilanz

Dabei wird das gesamte Produktsystem betrachtet.

ISO TR 14062

Entwurf als Teil der ISO 14000 Serie, der sich auf die Integration von Umweltaspekten in Produktentwicklung und -gestaltung bezieht.

Derzeit im ISO Abstimmungsprozess wird voraussichtlich in 2002 verabschiedet. Der Technische Report gibt einen Überblick über best practice, Methoden, Tools und Beispiele der umweltgerechten Gestaltung von Produkten und bezieht sich auch auf Dienstleistungen.

Kaskadennutzung

Dieser Begriff beschreibt die Strategie, Produkte oder ihre Komponenten so lange wie möglich im Wirtschaftssystem zu nutzen. Dabei werden Nutzungskaskaden durchlaufen, die vom hohen Wertschöpfungslevel schrittweise in tiefere Niveaus münden, bis schließlich eine Entsorgung unvermeidlich ist. Ein hochwertiges Regal kann zunächst vom Hersteller zurückgenommen werden, wenn es der Erstbesitzer nicht mehr haben möchte. Es kann aufgearbeitet und als neuwertig wieder verkauft werden. Dann kann es vom Zweitnutzer nach Gebrauch auf dem Gebrauchtwarenmarkt veräußert werden. Der Drittnutzer nutzt es vielleicht einige Zeit im Wohnraum vererbt es dann an sein Kinder, die es in ihrer Studentenbude einsetzen. Von dort aus geht es an den Nachmieter über, der es noch als Kellerregal benutzt. Dann landet es auf dem Sperrmüll und wird von der Entsorgungsfirma in Einzelteile zerlegt und stofflich verwertet, bzw. teilweise verbrannt.

Kennzahlen

Durch Kennzahlen lässt sich der Erfolg ökologischer Veränderungsprozesse innerhalb eines Unternehmens planen und beurteilen. Dabei ist es für ein Unternehmen sinnvoll, nur solche Kennzahlen zu entwickeln, die für die Praxis wichtig und handhabbar sind (vgl. Kapitel 2).

Beispiele:

Eine Kennzahl für Materialeffizienz ergibt sich z.B. aus dem Verhältnis der hergestellten Produkte zur Menge der eingesetzten Materialien:

$$\text{Materialeffizienz} = \frac{\text{Produktoutput}}{\text{Materialinput}}$$

Mit Hilfe dieser messbaren Kennzahl lassen sich Ziele für das Unternehmen festlegen:

Die Materialeffizienz soll sich im nächsten Jahr um 20% verbessern.

Außerdem lässt sich die Entwicklungsrichtung eines Unternehmens über einen Zeitraum überprüfen und somit das Erreichen der gesteckten Ziele kontrollieren.

Materialeffizienz im Vorjahr im Vergleich zum laufenden Jahr

Kumulierter Energieaufwand (KEA)

Instrument zur Ermittlung des Energieaufwandes während des gesamten Lebenszyklusses für ein bestimmtes Produkt.

LCA (Life Cycle Assessment, Lebenszyklusanalyse)

Der englischsprachige Begriff für die Ökobilanzierung von Produkten.

Life Cycle Thinking (Lebenszyklusweite Betrachtung, Produktliniendenken)

Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus eines Gutes. Vom ersten Spatenstich bei der Rohstoffgewinnung über die Gebrauchsphase bis hin zur Entsorgung der kleinsten Einzelteile sollen ökologische, ökonomische, aber auch soziale und ethische Auswirkungen der Produkte bedacht werden. Life Cycle Thinking unterscheidet sich von Life Cycle Assessment (Ökobilanzen), da es eine Betrachtungsweise ist und nicht – wie die LCA – ein Bewertungsinstrument.

Meilensteine/Gates

Meilensteine markieren bestimmte Abschnitte innerhalb eines Produktentwicklungsprozesses, die vor Beginn der Entwicklung festgelegt werden und mit Zielvorgaben verknüpft sind. Meilensteine dienen der Kontrolle einzelner Abschnitte im Produktentwicklungs- und Produktionsablauf.

MIPS (Material-Input pro Serviceeinheit)

Ein Maß, für den Material- und Energieverbrauch von Gütern über den gesamten Lebenszyklus in Relation zum bereitgestellten Service, den das Gut bietet. Der Naturverbrauch wird in Kilogramm (oder Tonnen) angegeben und als "ökologischer Rucksack" des Produktes bezeichnet.

Nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development)

Dieser Begriff ist 1992 auf der UNCED-Konferenz der vereinten Nationen in Rio de Janeiro international diskutiert und von über 170 Ländern als Leitbild akzeptiert worden. Das Schriftstück zum Leitbild ist die Agenda 21. Der Begriff Sustainable Development bezeichnet eine dauerhafte Entwicklung, welche die Bedürfnisse heutiger Generationen befriedigt, ohne zukünftigen Generationen die Möglichkeiten zu nehmen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Das Leitbild fußt auf drei Säulen: der ökonomischen, ökologischen und sozialen Entwicklung. Keiner der drei Bereiche kann langfristig ohne den andern entwickelt werden.

Das bedeutet unter ökologischen Gesichtspunkten z.B.,

- dass die Abbauraten erneuerbarer Rohstoffe deren Regenerationsrate nicht überschreiten,
- dass nicht erneuerbare Ressourcen nur in dem Umfang genutzt werden, wie gleichwertiger Ersatz in Form erneuerbarer Ressourcen geschaffen werden kann,
- dass Stoffeinträge in die Umwelt sich an der Belastbarkeit der Umwelt orientieren,
- dass das Zeitmaß der menschlichen Eingriffe in die Natur in angemessenem Verhältnis zum Zeitmaß der natürlichen Regeneration steht.

Ökobilanz/Lebenszyklusanalyse

Eine Ökobilanz ist eine möglichst umfassende Ermittlung der Umweltauswirkungen von Produkten, Produktgruppen, Systemen, Verfahren oder Verhaltensweisen. Sie dient der Offenlegung von Schwachstellen, der Verbesserung der Umwelteigenschaften, der Entscheidungsfindung (z.B. in der Beschaffung und im Einkauf), der Förderung umweltfreundlicher Produkte und Verfahren, dem Vergleich alternativer Verhaltensweisen und der Begründung von Handlungsempfehlungen in Bezug auf ihre Umweltauswirkungen. Je nach zugrundeliegender Fragestellung wird die Bilanz um weitere Aspekte ergänzt, z.B. eine Beurteilung der Umweltschutzeffizienz finanzieller Mittel. Die Produktökobilanz berücksichtigt – im Gegensatz zur Produktlinienanalyse (s.u.) nur Umweltaspekte, keine sozialen oder ethischen Aspekte.

Recycling

Im deutschen Sprachgebrauch wird der Begriff Recycling in Produktrecycling und Materialrecycling unterteilt.

Produktrecycling ist

- Weiterverwendung
Nutzung des weitgehend unveränderten Produktes für eine vom Erstzweck verschiedene Verwendung
Beispiel: Senfglas als Trinkglas
- Wiederverwendung
Wiederholte Verwendung eines Produktes oder von Produktteilen für den gleichbleibenden Verwendungszweck
Beispiel: Pfandflasche, Austauschmotor

Materialrecycling ist

- Weiterverwertung
Wiedereinsatz von Stoffen und Produkten in bereits früher durchlaufene Produktionsprozesse unter partieller oder völliger Formauflösung und -veränderung
Beispiel: Altglaseinsatz bei der Glasherstellung
- Wiederverwertung
Einsatz von Stoffen und Produkten in noch nicht durchlaufene Produktionsprozesse unter Umwandlung zu neuen Werkstoffen und Verlust der Materialidentität
Beispiel: Herstellung von künstlichem Rohöl aus Kunststoffabfällen

Anzustreben ist ein Recycling auf möglichst hohem Niveau. Wird das recycelte Material oder Produkt durch das Recycling minderwertiger, spricht man von Downcycling (s.o.).

Ressourcenproduktivität

Die Menge an Gütern und Dienstleistungen, die aus einer bestimmten Einsatzmenge an Ressourcen (Material und Energie) gewonnen wird. Ressourcenproduktivität ist der Kehrwert der Material- und Energie-Inputs pro Serviceeinheit (vgl. MIPS). Unter ökologischen Gesichtspunkten ist es sinnvoll, die Ressourcenproduktivität zu steigern. Dann wird weniger Umwelt verbraucht für das Anbieten einer gleichen oder sogar besseren Funktion/Dienstleistung.

Supply Chain Management (SCM)

Mit Zulieferbetrieben werden Absprachen getroffen und Verträge ausgearbeitet, um die Umweltqualität von benötigten Rohstoffen und Halbzeugen zu verbessern und so die ökologischen Qualitätsansprüche und Verbesserungen in der gesamten Produktionsskette von der Rohstoffgewinnung bis zur Endmontage im Unternehmen zu realisieren. Je nach Stärke des managenden Unternehmens gegenüber den Lieferanten und der Kooperationsbereitschaft der Zulieferer kann hier auf Kooperation oder Konfrontation gesetzt werden.

Sustainable Development

Siehe oben „Nachhaltige Entwicklung“.

Total Quality Management (TQM), Total Environmental Quality Management (TEQM)

Als Qualitätsmanagement wird ein System bezeichnet, das bei Produktionsabläufen die Produktqualität nachprüfbar sicherstellen soll. Um dies zu garantieren, ist eine entsprechende Dokumentation (Qualitätshandbuch) notwendig. Mit Total Quality wird dabei die ganzheitliche Wertorientierung innerhalb eines Unternehmens benannt. Nicht nur die Produkte, sondern auch die Arbeitsinhalte, die Unternehmenskultur, die Organisation und die internen und externen Beziehungen zu Kollegen, Kunden und Lieferanten sollen von hoher Qualität sein. In Qualitätszirkeln, Teams und Gremien wird an der kontinuierlichen Verbesserung dieser Elemente gearbeitet. Ein Unternehmen, das alle genannten Elemente optimiert, kann seine spezifische Qualität als Wettbewerbsvorteil verankern. Beim Total Environmental Quality Management (TEQM) wird die Umweltqualität als wichtiges Element hervorgehoben.

Trade-Offs (Zielkonflikte)

Bei der Gestaltung ökologischer Produkte können Zielkonflikte auftreten, die eine eindeutige Entscheidung für ein Material, ein Verfahren, eine Konstruktion etc. erschweren. Diese Zielkonflikte sind beispielsweise:

- Langlebigkeit kontra Produktinnovation
- Produktminiaturisierung kontra Demontagefreundlichkeit
- Einsatz hochwertiger und langlebiger Materialien kontra Kostengünstigkeit
- Stabile Konstruktion kontra minimiertem Materialeinsatz
- Leichtbau mit Verbundmaterialien kontra Recyclingfreundlichkeit
- Schadstoffreduktion im Gebrauch kontra Materialeffizienz

Umweltaudit (Umweltbetriebsprüfung)

Ein Managementinstrument, das eine systematische, dokumentierte, regelmäßige und objektive Bewertung der Leistung der Organisation, des Managements und der unternehmensinternen Abläufe zum Schutz der Umwelt umfasst. Die Ziele sind dabei:

- Erleichterung der Managementkontrolle von Verhaltensweisen, die Auswirkungen auf die Umwelt haben können
- Beurteilung der Übereinstimmung mit der Umweltpolitik des Unternehmens

Umweltmanagement

Systematische organisatorische Maßnahmen eines Unternehmens, mit denen es versucht, seine Umweltbelastungen zu reduzieren. Dadurch reagiert es z.B. auf Umweltschutzanforderungen des Staates, des Marktes und/oder der Bevölkerung (vgl. ISO 14001ff. und EG-Öko-Audit).

0 – Zusammenfassung

Das Projekt „Implementation von ökologischen Produktgestaltungskonzepten in Unternehmen der Maschinenbauindustrie (Aktenzeichen: 16408)“ wurde von der **Deutschen Bundesstiftung Umwelt** gefördert und von der **Agentur für Ökologie- und Designberatung, econcept** und der **Heidelberger Druckmaschinen AG, Businessunit Prepress** von Januar 1999 bis Ende 2001 bearbeitet.

Ziel des Projektes war es, die umweltrelevanten Stärken und Schwächen der Heidelberger Produkte herauszustellen und dann Methoden und Instrumente zu entwickeln, die im Unternehmensalltag helfen, die Produkte unter ökologischen (und ökonomischen) Gesichtspunkten zu verbessern. Besonders wichtig war die Integration des produktbezogenen Umweltschutzes in die normalen Geschäftsabläufe von strategischem Management, Produktentwicklung und -gestaltung, Produktion und Marketing.

Folgende **Schritte auf dem Weg zum zukunftsfähigen Produkt** wurden erarbeitet:

- 1 Umwelanforderungen identifizieren:** wie z.B. Kundenwünsche, unternehmerisches Selbstverständnis, Umwelt- und Innovationsimage, gesellschaftliche Wertvorstellungen, Umwelt-Kosteneffekte und (Umwelt) rechtliche Anforderungen. Entwickelt wurde z.B. eine Umweltdatenbank, die den Mitarbeitern über das Intranet zur Verfügung steht.
- 2 Ökologische Schwachstellen am Produkt aufdecken:** z.B. durch die Methode des Life Cycle Assessment (LCA), einer Methode zur Ermittlung der Umweltbelastungen über alle Produktlebensphasen, d.h. von der Herstellung über die Nutzungsphase bis hin zu Recycling und Entsorgung. Für den Scanner **TOPAZ 2+** wurden eine Material- und Energiebilanz erstellt, Fertigung, Nutzung und die Zerlegung beim Entsorger untersucht. Dabei wurden zwei Methoden genutzt: Total Primary Energy und Eco-Indicator 95. Die Analysen zeigten, dass die größten Umweltbelastungen in der Produktions- und Nutzungsphase der Geräte auftreten. Umweltlastungspotenziale liegen z.B. in der Reduktion des Energieverbrauchs im Gebrauch und die Optimierung der Recyclingfähigkeit, insbesondere bezogen auf den Einsatz von Aluminium und Stahl. Das Verfahren der LCA ist für die standardisierte Prüfung der Produktgestaltung zu aufwendig. Sie bietet aber die Möglichkeit, von den wichtigsten Produktgruppen exemplarisch Input/ Outputströme zu analysieren und erlaubt eine Schwachstellenanalyse und Kennzahlbildung zur Produktbewertung. Schlussfolgerung im Projekt war es daher, mit Tools in der Produktentwicklung zu arbeiten, die im Sinne des Life Cycle Thinking wirken, aber kosten- und zeitsparender angewendet werden können als LCA. Überlegt wurden außerdem Ansätze zu einer LCA-nahen, standardisierten Datenbank zur Bewertung von Werkstoffen, Verfahren und Recyclingmethoden.
- 3 Implementierung der Ergebnisse auf Produktebene:** Umgesetzt wurden z.B. die Senkung des Energieverbrauchs im Gebrauch und Stand-by-Modus oder die Erleichterung der Demontage des Aluminiums durch eine veränderte Verbindungstechnik. Es wurde auf Beryllium verzichtet, Kunststoff und Aluminium gekennzeichnet, Entsorgungsanweisungen entwickelt und die Zusammenarbeit mit den Lieferanten gestärkt. Beim Nachfolgemodell des TOPAZ 2+, dem **Nexscan F4000** wurden z.B. der Stromverbrauch um 20% gesenkt, ein netzseitiger Hauptschalter und eine automatische Abschaltung der Durchlichtbeleuchtung eingebaut und ein deutlich geringerer Materialeinsatz im Vergleich zum Vorgängermodell erzielt: 90 kg statt 150 kg Gesamtgewicht.
- 4 Systematische Integration der Ergebnisse in den Produktentwicklungsablauf:** Der Heidelberger Entwicklungsprozess ist als Quality Gate Prozess organisiert. Nach bestimmten Abschnitten der Entwicklung wird in den sogenannten Gates über die Freigabe des Entwicklungsprojektes für die nächste Phase entschieden. In diese Entscheidungspunkte wurden vom Businessplan bis zur Markteinführung Umweltaspekte in Form von Tools, Kriterien oder Teilnahme der Umweltexperten in den Entscheidungsgremien integriert. Für die alltägliche Arbeit der Produktentwickler wurden im Projekt Tools entwickelt: z.B. ein Umweltentwicklungshandbuch, das unter anderem Check- und Stofflisten, Anweisungen zur Werkstoffauswahl, Werkstoffverträglichkeit, Kennzeichnung und demontageverträglichen Verbindungen enthält. Zur Motivation und Schulung der Mitarbeiter stehen durch die Projektarbeit Plakate und ein Bildschirmschoner sowie Schulungsunterlagen zur Verfügung. Aufbauend auf den Projektergebnissen wurden schließlich bindende Umweltleitlinien für die gesamte Unternehmensgruppe formuliert. Derzeit werden die Guidelines zu Stoffen, Batterien, Kennzeichnung, Energie international abgestimmt, weitere werden folgen.

- 5 Ökologischen Mehrwert der Produkte verkaufen:** Die Heidelberger Aktivitäten im produktbezogenen Umweltschutz wurden/werden intern und extern vorgestellt und kommuniziert, z.B. im Environmental Information Center der Heidelberger Druckmaschinen AG auf der Fachmesse DRUPA 2000 oder in Broschüren und Umweltberichten des Unternehmens, sowie durch Projekt begleitende Vorträge und Publikationen.

1 – Einleitung

Der Betriebliche Umweltschutz konnte in den letzten Jahren einen regelrechten Boom erleben. Begriffe wie Öko-Audit, Umweltmanagementsystem oder Umweltbetriebsprüfung wurden zu gängigen Schlagwörtern. Darüber hinaus ist die Integration ökologischer Kriterien in den Produktentwicklungsprozess spätestens mit den Veröffentlichungen des VDI¹ und des DIN² in Deutschland zu einem breiten Thema geworden. Obwohl die wesentlichen Kriterien eines Ökodesigns bereits erarbeitet sind,^{3,4} sind weitere praxisnahe Untersuchungen erforderlich, um diese Kriterien systematisch unter Berücksichtigung ökonomischer Effekte in den betrieblichen Entwicklungsprozess zu integrieren.

Sowohl bei der ökologischen Schwachstellenanalyse innerhalb von Unternehmen bzw. spezieller der Produktentwicklung, als auch bei der Entwicklung ökologischer, nachhaltiger Konzepte und Umsetzungsstrategien wird die Kooperation von Wissenschaft und Praxis in hohem Maß vorangetrieben.

Das hier beschriebene Forschungsprojekt diente genau diesem Thema der Implementation von ökologischen Produktgestaltungskonzepten in ein Unternehmen der Maschinenbauindustrie, der Heidelberger Druckmaschinen AG, Business Unit (BU) Prepress in Kiel, und hatte die Praxistauglichkeit von Methoden und Instrumenten im Fokus.

Ausgangssituation

Die Heidelberger Druckmaschinen AG ist weltweit einer der führenden Anbieter von Offsetdruckmaschinen. 1850 als Gießerei und Maschinenfabrik gegründet, hat sich die Unternehmensgruppe durch den Ausbau ihres Kerngeschäftes, Druckmaschinen, und den Zukauf von Spezialanbietern entlang der Druckprozesskette kontinuierlich zum Systemanbieter erweitert. Insgesamt machte die Heidelberger Druckmaschinen AG im Geschäftsjahr 2000/2001 mit fast 26.000 Mitarbeitern in mehr als 170 Ländern weltweit einen Umsatz von 5,303 Mrd. Euro.⁵ Fast 87% des Umsatzes wurden im Ausland erzielt.

Seit dem 1.1.1997 gehört die Linotype-Hell AG in Kiel als selbstständige Business Unit Prepress zum Heidelberger Konzern. Der Bereich Prepress vertritt den Sektor der Druckvorstufe, sie ist u.a. für Belichter und Scanner zuständig. Im Bereich Prepress sind derzeit ca. 800 Mitarbeiter beschäftigt. Die Heidelberger Prepress teilt sich in die Betriebsteile Forschung und Entwicklung, Produktion und Verwaltung auf und ist zuständig für die Entwicklung und Produktion von innovativen Systemen für die Druckvorstufe. Dazu gehören vor allem Scanner und Belichter mit entsprechender Software. Das hier beschriebene Projekt war noch mit der Linotype Hell GmbH konzipiert worden, die dann im Zuge der Übernahme durch die Heidelberger Druckmaschinen AG zur BU Prepress und schließlich in HD Digital umbenannt wurde. Die Übernahme ging mit Umstrukturierungen einher und hatte den positiven Effekt, dass die in diesem Projekt bezogen auf die BU Prepress erarbeiteten Konzepte konzernweit übernommen und mitgetragen wurden. Ende 2001 wurde die Heidelberger Druckmaschinen AG komplett neu organisiert. Der Bereich Prepress wurde einem anderen Bereich zugeschlagen. In dieser Zusammenfassung wird der Bereich beschrieben, der von 1997 bis 2001 vorhanden war.

Um die Umweltpolitik in allen Bereichen konsequent umzusetzen und die erreichten Umweltstandards weiter auszubauen, hat die Heidelberger Druckmaschinen AG beschlossen an allen Produktions- und Entwicklungsstandorten Umweltmanagementsysteme einzuführen. Zurzeit sind dreizehn von siebzehn Standorten nach der EG-Öko-Audit-Verordnung validiert bzw. nach der international gültigen Norm ISO 14001 zertifiziert.

Die Verantwortung für die kontinuierliche Verbesserung des Umweltschutzes trägt bei der Heidelberger Druckmaschinen AG das für den Bogenoffset zuständige Vorstandsmitglied. Umweltbeauftragte und Umweltmanagementvertreter sind gemeinsam für die Umsetzung der Umweltpolitik vor Ort zuständig. An einigen Standorten gibt es außerdem die gesetzlich erforderlichen Beauftragten für Abfall, Immissionsschutz, Gewässerschutz, Gefahrgut und Strahlenschutz. Wichtiger Punkt des Umweltmanagementsystems ist die Beteiligung der Mitarbeiter.

¹ Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.) (1993): VDI-Richtlinie 2243. Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte.

² DIN (2001): Leitfaden für die Berücksichtigung von Umweltaspekten bei der Produktentwicklung und Normung

³ Vgl. Schmidt-Bleek, F./ Tischner, U. (1995): Produktentwicklung. Nutzen gestalten – Natur schonen

⁴ Vgl. Tischner et al. (2000): Was ist Ecodesign? Ein Handbuch für ökologische und ökonomische Gestaltung

⁵ Vgl. Heidelberger Druckmaschinen AG (Hrsg.): Report 2000/2001

Umweltschutz in der Druckindustrie

Umweltschutz war schon immer ein wichtiges Thema in der Druckindustrie. Seien es VOC-Emissionen oder Papierabfall, Entsorgung von Reinigungsmitteln oder Farbbreien – die Umweltauswirkungen des Druckprozesses sind den Beteiligten seit langem bekannt. Auch haben die Druckmaschinenhersteller schon viel Know-How und Geld in die Entwicklung umweltverträglicherer Verfahren gesteckt – vom Bleisatz der Buchdruckmaschinen der 60er-Jahre bis hin zu den heutigen, weitestgehend „sauberen“ Offsetmaschinen war es ein weiter Weg. Dennoch: Auch nach so vielen Jahren ist immer noch Raum für Verbesserungen.

Mit steigenden Anforderungen, Auflagen und Gesetzen bezüglich der Integration von Umweltschutz sowohl in den betrieblichen Ablauf als auch in die hergestellten Produkte fand sich die Heidelberger Druckmaschinen AG vor folgende Aufgaben gestellt:

- Beseitigung der Ungewissheit über die internationale Gesetzgebung und deren Einfluss auf das Unternehmen,
- Beachtung der wachsenden Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit,
- Erweiterung, Koordinierung und Etablierung der sporadischen Aktivitäten zu „Umweltschutz am Produkt“ im eigenen Haus,
- Entwicklung eines Zielbilds für Umweltschutz am Produkt,
- Entgegenreten der aggressiven Vermarktung von „Umweltschutz am Produkt“ durch andere Unternehmen.

Zunächst einmal waren klare und verbindliche Leitlinien die Voraussetzung für erfolgreichen Umweltschutz. Die Heidelberger Gruppe hat daher bereits 1993 eine eigene Umweltpolitik verabschiedet. Anfang 1998 wurde bei der BU Prepress in Kiel damit begonnen, die Verbesserungspotenziale für eine umweltgerechte Gestaltung von Produkten systematisch zu erfassen, um sie zukünftig bereits im Stadium der Produktentwicklung berücksichtigen zu können.

Das Projekt „Implementation von ökologischen Produktgestaltungskonzepten in Unternehmen der Maschinenbauindustrie“ wurde als Teilbereich des Qualitätsmanagements in das Umweltmanagement der Heidelberger Druckmaschinen AG integriert. Alle Abteilungen des Bereiches Prepress wurden einbezogen (Entwicklung, Marketing, Operations, Service etc.). Die Umweltauswirkungen des Bereiches übernahm die Koordinierung des Projektes im Unternehmen und stimmte diese mit der Umweltzentrale in Heidelberg ab. Extern wurde das Projekt federführend geleitet von Ursula Tischner, Geschäftsführerin der Agentur econcept Köln. Interne Unterstützung erfuhr das Projekt durch den Umweltbeauftragten des Standortes Kiel Henning Eggers, den Referenten Produkt & Umwelt Eike Frühbrodt (erst Kiel dann Heidelberg) und Ingrid Amon-Tran (Heidelberg).

2 – Zielsetzung des Projektes, Begründung und Aufgabenstellung

Mit der Übertragung der Produktverantwortung an die Hersteller will der Gesetzgeber im Kreislaufwirtschaftsgesetz die zu großen Stoffströme der industriellen Produktion und die Abfälle reduzieren. Dem stehen einige Hemmnisse gegenüber: In der Druckvorstufe ist trotz Dematerialisierung der Geräte durch die schnellen Innovationszyklen der gesamte Stoffumsatz bei verringerter Rendite gestiegen. Der Erfahrungsschatz in Unternehmen zum ökologischen Produktdesign ist gering. Oft werden nur einfache Kriteriensysteme genutzt, die einer komplexen ökologischen Wirklichkeit langfristig nicht entsprechen können. Betriebliche strategische Entscheidungen zur weiteren Produktentwicklung müssen sich daher auf robuste ökologische Aussagen gründen. Zu prüfende These in diesem Projekt ist die häufig getroffene Einschätzung, dass die analytischen Tools der Lebenszyklusanalyse zu komplex, zu langwierig und für die betrieblichen Entscheidungsfindung alleine nicht tauglich sind. In praktischen Demonstrationsprojekten wie dem hier vorgestellten können sie bewertet und weiter entwickelt werden. Ökonomische Gesichtspunkte müssen mit berücksichtigt werden. Mit dem ökologischen Produkt sollte die Rendite wachsen, um einen großen Anreiz in den Unternehmen zu erzeugen. Die ökologische Sachkompetenz der Unternehmen muss gestärkt werden, da nur eine ständige Dialog orientierte Auseinandersetzung mit ökologischen Fragen eine langfristige Entwicklung und kontinuierlichen Anpassung an sich verändernde Rahmenbedingungen der ökologischen Produktstrategie erlaubt.

Aufgabenstellung

Das Projekt setzte sich daher zum Ziel, anwendungsbezogene ökologische Produktgestaltungskonzepte unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Kriterien beispielhaft in ein Unternehmen der Maschinenbauindustrie zu implementieren. Umweltanforderungen sollten identifiziert, die ökologischen Schwachstellen am Produkt identifiziert werden und die Ergebnisse auf Produktebene implementiert und in der Produktentwicklung umgesetzt werden. Die Entwicklung einer Strategie „Wie verkaufe ich den ökologischen Mehrwert der Produkte“ bildete den Abschluss. Das Projekt stellte sich außerdem folgende Punkte zur Aufgabe

- Die entwickelten Ansätze zum Umweltschutz sollten in die üblichen Abläufe der Produktentwicklung integriert werden,
- Die Informationsbasis sollte verbreitert und die erforderlichen Tools bereitgestellt werden,
- Programme zur Schulung und Sensibilisierung der Mitarbeiter, Kunden und der Öffentlichkeit sollten entwickelt werden,
- Die Ergebnisse sollten dazu dienen, Produkte der Heidelberger Druckmaschinen AG ökologisch zu optimieren.

Nutzen des Projektes für kleine und mittlere Unternehmen

Das Projekt bietet vielfältigen Nutzen für kleine und mittlere Unternehmen, die wissenschaftliche Praxis und Lehre sowie die organisatorische Weiterentwicklung der beteiligten Unternehmen. Zusammenfassend sollen die vielfältigen Nutzenaspekte des Projektes aufgelistet werden.

- Erstellung einer breiten Umwelt bezogenen Informationsgrundlage für Firmen
- Entwicklung von praxisnahen Ökocontrolling-Instrumenten zur kosten- und ressourceneffektiven Gestaltung der Produktionsprozesse
- Identifikation von betriebswirtschaftlichen Potenzialen bei Ökodesignprojekten
- Erstellung von allgemein nutzbaren Konstruktionshandbüchern, die auch auf andere Firmen allgemein übertragbar sind
- Schulungsunterlagen zur Fortführung von Lehrgängen für Produktentwickler
- Erfahrungen zu Integration von Ökodesign in ein Unternehmen
- Beispielhaftes Demonstrationsprojekt für andere Unternehmen
- Nutzbare Methoden zur Ökobilanzierung
- Förderung des Dialogs in der Öffentlichkeit und in der Wissenschaft

Die Erfahrungen, die in der Geschäftseinheit Prepress der Heidelberger Druckmaschinen AG gewonnen werden, können auf kleine und mittlere Unternehmen transferiert werden. Die von der DBU bereitgestellten Fördermittel wurden insbesondere für die Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Methodik, die Übertragbarkeit auf kleine und mittlere Unternehmen und die Veröffentlichung der dabei gewonnenen Informationen eingesetzt. Das Projekt zielt bewusst darauf ab, Instrumente zur Ökobilanzierung, Lebenskostenrechnung und zum Ökodesign zu entwickeln, die ohne Hilfe externer Berater und ohne die ständige Mitarbeit einer eigenen Umwelta Abteilung eingesetzt werden können. Dadurch werden die Projektergebnisse besonders für KMUs, die sich keine externen Berater leisten können, interessant.

3 – Implementation von ökologischen Produktgestaltungskonzepten in Unternehmen der Maschinenbauindustrie

3.1 Darstellung der Vorgehensweise

Die Implementation von Öko-Design in das Unternehmen Heidelberger Druckmaschinen AG beinhaltete die folgenden Schritte:

- Umweltanforderungen identifizieren: Analyse der bestehenden bzw. notwendigen Rahmenbedingungen des Marktes und der Gesellschaft,
- Ökologische Schwachstellen am Produkt aufdecken: ganzheitliche Analyse, welche die Schwerpunkte und Ansatzpunkte der ökologischen Optimierung in dem jeweiligen Produktkontext darstellt, analog eine betriebswirtschaftliche Analyse zu Teilbereichen des Produktlebensweges,
- Implementierung der Ergebnisse auf Produktebene: Verankerung in der betrieblichen Organisation mittels Konstruktionshandbüchern, Online-Datenbanken, Organisationsanweisungen, interner Kommunikation und Schulungen (Neugestaltung von Prozessabläufen, Definition von Konstruktionsnotwendigkeiten, Bestimmung der Verantwortlichkeiten und Bereitstellung der notwendigen Dokumentation)
- Systematische Umsetzung der Ergebnisse in die Produktentwicklung und die Förderung des betrieblichen und gesellschaftlichen Dialogs zu den Zielen und Gestaltungsoptionen ökologischer Produktentwicklung,
- Ökologischen Mehrwert der Produkte verkaufen: externe Kommunikation, Marketing und Schulung der Mitarbeiter.

3.2 Ergebnisse

Im folgenden werden die Arbeitsschritte und Projektergebnisse ausführlicher dargestellt.

3.2.1 Umweltanforderungen identifizieren: Analyse der bestehenden rechtlichen Anforderungen bzw. der notwendigen Rahmenbedingungen des Marktes und der Gesellschaft

Folgende Vorinformationen wurden zur Identifizierung der aussagekräftigsten ökologischen Entscheidungs-/Bewertungshilfen- „Tools“ gesammelt

- Zu verschiedenen von HD hergestellten Geräten (Scanner, Druckmaschinen) wurden Informationen zur Herstellung, eingesetzten Materialien in Herstellung und Nutzenphase, zur Verpackung und Logistik gesammelt.
- Verschiedene Umwelt bezogene *Materialdatenbanken* (z.B. Idemat und andere) wurden identifiziert und teilweise als Software für die weitere Nutzung im Projekt installiert.
- Ebenso wurde unterschiedliche LCA-Software (Cumpan, debis), GaBi (IKP, PE Product Engineering), TEAM (Ecobilan Group) and Umberto (ifu / ifeu)⁶ hinsichtlich ihrer Praktikabilität getestet.
- Demontage- und Recyclingstudien wurden an verschiedenen Geräten der Heidelberger Druckmaschinen durchgeführt und erste Ansätze zur Kennzeichnung von Maschinenteilen entwickelt. Auf dieser Basis wurden Entsorgungsanweisungen für den Kunden/Entsorger konzipiert.
- Auf Basis der Auswertung der relevanten deutschen und europäischen Gesetze ergänzt durch Listen, die von anderen Firmen veröffentlicht wurden, wurde eine Liste der in der Branche eingesetzten Gefahrstoffe (verbotene und bedenkliche Stoffe) erarbeitet. Sie bildete die Grundlage

⁶ Eike Frühbrodt, Heidelberger Druckmaschinen AG (1998): LCA Software Review. An up-to-date overview of the European market

für die erarbeitete Gefahrstoffliste. Außerdem wurde eine internationale Datenbank Umweltrecht aufgebaut und ins Intranet gestellt.

- In verschiedenen studentischen Projekt- bzw. Seminararbeiten wurden als *Benchmarks* angewandte *Kriterien zur umweltfreundlichen Produktgestaltung* in vergleichbaren Industriebranchen oder Produktgruppen identifiziert, u.a. sollten auch Kriterien von Umweltzeichensystemen für elektronische Produkte ausgewertet werden. Es wurden jedoch wenig brauchbare und auf die im Projekt untersuchte Branche übertragbare Beispiele durch die Studentengruppe identifiziert.
- Es wurden Kostenrecherchen für die Demontage des Delta Towers sowie die Entsorgung von zwei Abfallprodukten aus dem Druckprozess für die Länder Deutschland, Schweden, England und USA durchgeführt.
- Es erfolgte eine Analyse einer bereits von den Heidelberger Druckmaschinen erarbeiteten Marketingstrategie. Auf diesen Ergebnissen aufbauend wurde eine neue Strategie speziell unter Einbeziehung ökologischer Aspekte entwickelt.

Konkretes Ergebnis: ELIS – die Umweltrechtsdatenbank

Als weltweit operierendes Unternehmen sollen die Produkte der Heidelberger Druckmaschinen AG alle internationalen umweltrechtlichen Anforderungen erfüllen – dies ist eine der Zielstellungen für ein umweltgerechtes Produkt. Was jedoch einfach und selbstverständlich klingt, lässt sich in der Praxis nur mit hohem Aufwand realisieren; schließlich ist das Umweltrecht von Land zu Land sehr unterschiedlich. Ob Emissionsgrenzen oder verbotene Stoffe – die Informationen hierüber müssen gesammelt und im Unternehmen kommuniziert werden.

Die Einhaltung umweltrechtlicher Vorschriften als pauschale Minimalforderung einer defensiven Umweltschutzstrategie greift in der heutigen Zeit zu kurz. Die Forderung nach einer Integration von Umweltschutzaspekten in alle betrieblichen Funktionsbereiche sowie in den gesamten Produktlebenszyklus und die Notwendigkeit der Einhaltung umweltrechtlicher Vorschriften erfordern dagegen von den Unternehmen ein vorausschauendes Wirtschaften⁷, d.h. ein aktives Regelungsmanagement mit einer ausgeprägten strategischen Komponente. Kern eines solchen Regelungsmanagements sind:

- ein systematisches Vorgehen zur Gewinnung von Informationen über die aktuellen und zukünftig zu erwartenden umweltrechtlichen Vorschriften (Übersicht verschaffen),
- Festlegung und Formulierung der internen Regelungspolitik und daraus abgeleitete konzernweit einheitliche, interne Umweltstandards
- und die gezielte Versorgung der Aufgabenträger mit Informationen über das daraus resultierende einzuhaltende Anforderungsniveau bei der Neu- und Weiterentwicklung von Produkten (Information aufbereiten und verteilen).

Für die Heidelberger Druckmaschinen AG wurden die erforderlichen Strukturen und Instrumente eines Informationssystems zur Erstellung der Regelungsübersicht, der Formulierung der internen Regelungspolitik und der Versorgung der Aufgabenträger mit dem angestrebten Informationsangebot entwickelt. Bei der Informationssammlung und -aufbereitung steht zunächst die Erarbeitung eines fundierten Überblicks über die aktuelle Regelungssituation und die Ableitung möglicher Entwicklungstrends im Mittelpunkt. Zur Abschätzung plausibler Veränderungstendenzen im Hinblick auf eine veränderte Rechtslage wurde dabei auf den Ansatz der *Policy*-Analyse zurückgegriffen.

Das zweite zentrale Element der Aufbereitung ist die angemessene und unternehmensspezifische Übertragung der umweltrechtlichen und -politischen Umfeldeinflüsse in interne Umweltstandards. Dafür wurden Instrumente zur Ermittlung und Gegenüberstellung des international strengen Anforderungsniveaus sowie der Dringlichkeit und inhaltlichen Bedeutung der Entwicklungstrends mit deren Relevanz für die Produktentwicklung erarbeitet. Dabei spielt die Beteiligung der verschiedenen betroffenen Stellen im Unternehmen eine bedeutende Rolle.

⁷ Vgl. Staudt, E.; Kriegesmann, B.; Fischer, A. (1992): „Umweltschutz und Innovationsmanagement“

Bei den Instrumenten zur Informationsdistribution steht die Wahl der adäquaten Zugangsmodi und Verteilungswege und -medien im Mittelpunkt. Die Darstellung der organisatorischen Eingliederung, des Ablaufs und der schrittweisen Einführung des Informationssystems und seiner Instrumente erfolgte vor dem Hintergrund der angestrebten Anwendung des Systems bei der Heidelberger Druckmaschinen AG. Die Versorgung der Aufgabenträger mit regelungsbezogenen Informationen stellt sich dabei als ein zweistufiger Informationsprozess dar. Die einzelnen Schritte und Instrumente wurden in ihren zeitlichen und logischen Zusammenhang gestellt und den jeweils verantwortlichen Stellen im Unternehmen zugewiesen, in Teilprozesse integriert und anhand entsprechender Ablaufdiagramme dargestellt. Zur schrittweisen Implementierung wurde dabei eine sukzessive Ausweitung des Untersuchungshorizonts vorgeschlagen.

Die Information der Aufgabenträger über das einzuhaltende umweltrechtliche Anforderungsniveau stellt zwar eine zwingend notwendige, jedoch keine hinreichende Bedingung zur tatsächlichen Umsetzung und Berücksichtigung der Umweltstandards in Zuge der Produktentwicklung dar.⁸ Der Versorgung mit regelungsbezogenen Informationen muss deshalb eine Beschäftigung mit produktstrategischen und technisch-konstruktiven Alternativen zur Erfüllung der Anforderungen oder zur Verminderung der Betroffenheit durch die Vorschriften ansetzen. Die Einhaltung der internen Regelungspolitik muss in die Aufgabenbeschreibung und Zielvorgaben der verschiedenen Aufgabenträger auf der strategischen und operativen Seite der Produktentwicklung sowie in die betrieblichen Anreizsysteme aufgenommen werden. Die Überprüfung der tatsächlichen Einhaltung der internen Umweltstandards muss in den Gesamtablauf an den verschiedenen Meilensteinen des Produktentstehungsprozesses integriert werden, sodass sichergestellt wird, dass die Produktinnovationen bei ihrer Markteinführung dem umweltrechtlichen Anforderungsniveau entsprechen und somit bei der Vermarktung von umweltrechtlicher Seite keine Probleme auftreten.

Das Informationssystem kann ebenso Informationen über den Bereich der Produktentwicklung hinaus, letztlich für die Formulierung von (Umwelt-)Strategien auf allen Unternehmensebenen, liefern. Die identifizierten relevanten Regelungsbereiche und Umfeldentwicklungen bieten außerdem Ansatzpunkte für eine gezielte Kommunikation mit den verschiedenen Anspruchsgruppen des Unternehmens.

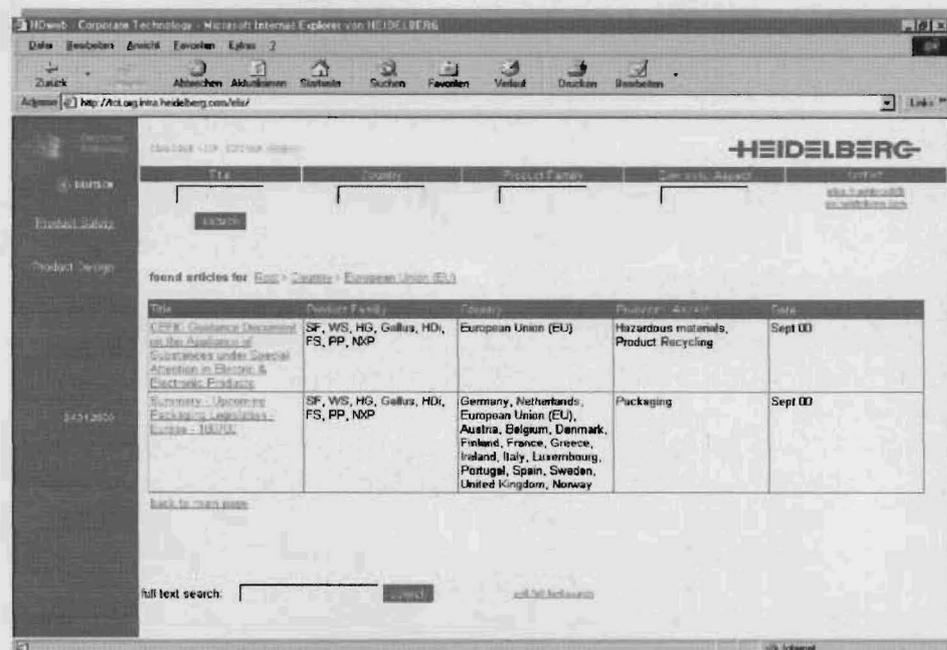


Abbildung 1: ELIS – die Umweltrecht Datenbank im Heidelberger Intranet

Entsprechend der oben aufgezeigten Vorgehensweise zur Implementierung des Informationssystems baute das Unternehmen ein Netzwerk aus Auslandsvertretungen, Verbänden und kommerziellen Informationsanbietern auf, das über das aktuell geltende internationale Umweltrecht und anstehende

⁸ Hahne, J. (1993): *Regelungsmanagement in der betrieblichen Forschung und Entwicklung (F&E)*. Bochum: Institut für angewandte Innovationsforschung.

Veränderungen berichtet. Dieser Input wird in der Zentrale gesichtet, die Bedeutung der einzelnen Meldungen wird bestimmt und die gesamten Informationen in die Datenbank Environmental Legal Information System *ELIS* in das Heidelberg-Intranet gestellt (vgl. Abbildung 1) – so können die Mitarbeiter weltweit abrufen, welche Umweltrichtlinien und Trends speziell ihre Produkte und ihre Tätigkeit betreffen. Weichen die einzelnen Regelungen der Staaten voneinander ab, kann ein Heidelbergweiter Standard festgelegt werden.

Kundenbefragung zum Umweltschutz

Zur Feststellung der Wichtigkeit verschiedener Umweltaspekte aus Sicht der Kunden der Heidelberger Druckmaschinen AG (hauptsächlich Druckereien) wurde eine Kundenbefragung zur individuellen Gewichtung von 12 Umweltbelastungen durchgeführt, deren Ergebnis in Abbildung 2 dargestellt ist.

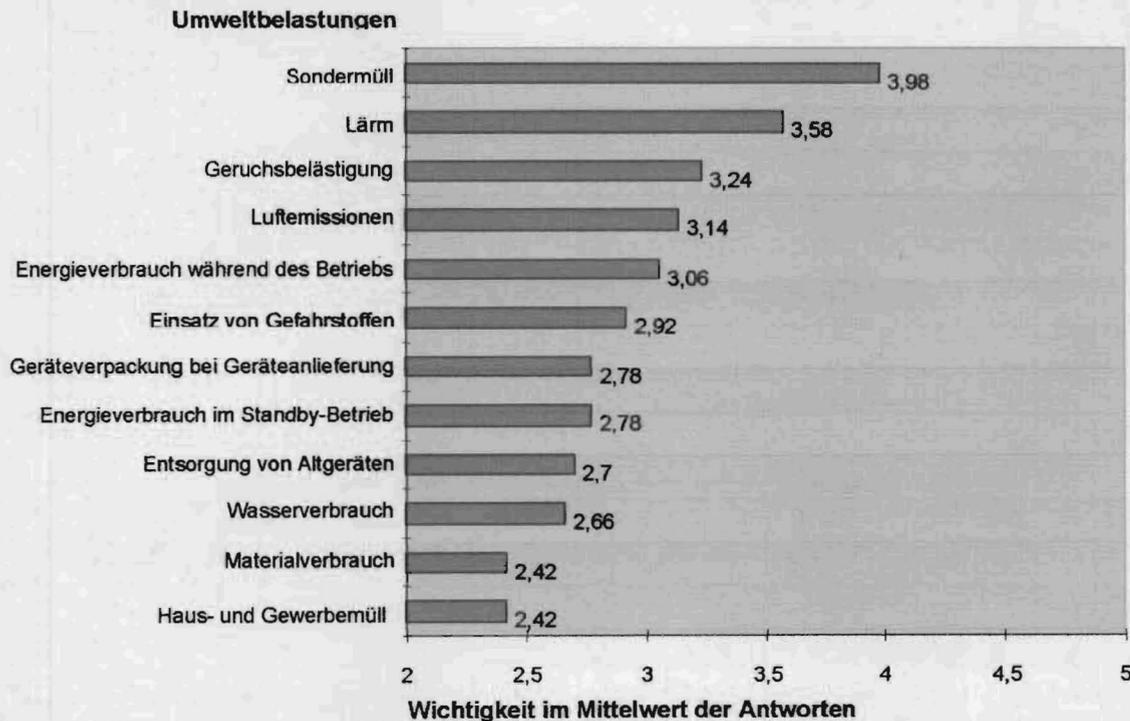


Abbildung 2: Kundenbefragung zur Wichtigkeit verschiedener Umweltbelastungen

Als wichtigste Umweltbelastung wurde von den Heidelberger Kunden das Aufkommen von Sondermüll betrachtet, gefolgt von Kriterien, welche die Belastungen am Arbeitsplatz betreffen, Lärm, Geruchsbelästigung und Luftemissionen. Darauf folgen in der Wichtigkeit Aspekte wie Energieverbrauch, Gefahrstoffe, Verpackung und Entsorgung, Wasser- und Materialverbrauch.

Sammlung bereits vorhandener Ecodesign Tools: welche sind für das Projekt nutzbar?

Aus der aktuellen EcoDesign-Literatur⁹ und -Praxis sind Hilfsmittel und Instrumente für EcoDesign bekannt, die für das Forschungsprojekt relevant sind. Die Abbildung 3 zeigt eine Kategorisierung dieser Tools entsprechend deren Aufgaben/ Anwendungsbereichen und ihrer Komplexität. Alle diese Tools können für die Produktplanung und -gestaltung eingesetzt werden.

⁹ vgl. Tischner, U. et al. 2000

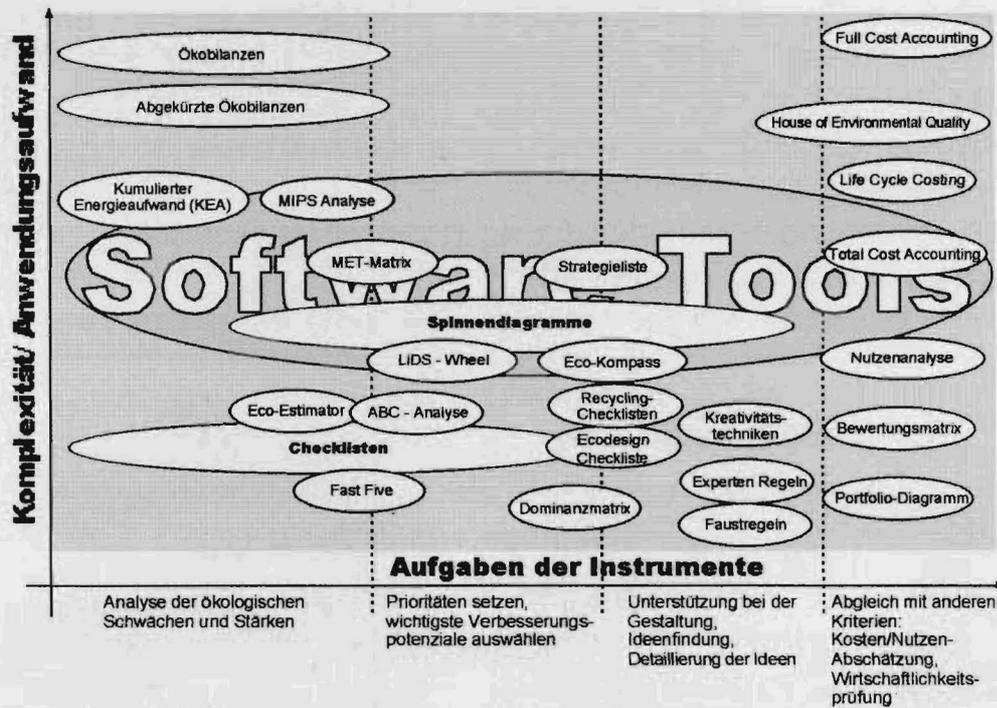


Abbildung 3 Kategorisierung der für EcoDesign hilfreichen Instrumente

Grundsätzlich lassen sich vier verschiedene Aufgabenbereiche der für die ökologische Produktgestaltung hilfreichen Instrumente unterscheiden:

- (1) ökologische Stärken-Schwächen-Analyse
- (2) Prioritäten setzen, wichtigste Verbesserungspotenziale auswählen
- (3) Umsetzung: Unterstützung bei der Gestaltung, Ideenfindung, Detaillierung der Ideen
- (4) Abgleich mit anderen wichtigen Kriterien: Kosten/Nutzen-Abschätzung, Wirtschaftlichkeitsprüfung

(1) Ökologische Stärken/ Schwächen analysieren

Während der Analyse sind die mit einem Produkt, einem Produktsystem, einer Dienstleistung oder einem Konzept verbundenen umweltbelastenden Faktoren zu identifizieren, zu quantifizieren und zu gewichten. Dies erfolgt in Abhängigkeit vom festgelegten Planungsumfang (verfügbare Zeit-, Personal-, Geldbudgets) mehr oder weniger detailliert.

Sehr ausführlich analysieren Ökobilanzen oder LCAs (Festlegung von Zielen und Untersuchungsrahmen, Erstellung der Sachbilanz, Wirkungsabschätzung, Auswertung). Hier werden zunächst die umweltbeeinträchtigenden Faktoren erhoben und danach ihre Wichtigkeit anhand ihres Einflusses auf grundlegendere Umweltkriterien bestimmt.

Bei einigen Instrumenten werden Analyse und Bewertung in einem Arbeitsschritt zusammengefasst (z.B. MIPS, KEA). In diesem Fall beruht die Bewertung der Umweltschädigung unmittelbar auf der Beurteilung einzelner umweltrelevanter Faktoren (z.B. Material- oder Energieeinsatz).

(2) Prioritäten setzen, wichtigste Verbesserungspotenziale auswählen

Sind die potenziellen Umweltauswirkungen des betrachteten Produktes/Systems, der betrachteten Dienstleistung ermittelt worden, müssen Prioritäten für die weitere Gestaltungsarbeit bestimmt werden. Selten lassen sich alle Umweltprobleme gleichzeitig bearbeiten. Diese Prioritätensetzung sollte zum einen berücksichtigen, welches die schwerwiegendsten Umweltauswirkungen sind, die als erstes bearbeitet werden sollten. Außerdem spielt die Frage eine wichtige Rolle, welche Änderungsmöglichkeiten im Einflussbereich des Unternehmens liegen. Und es sollten außerdem aktuelle und zu erwartende externe Rahmenbedingungen berücksichtigt werden wie z.B. Vorgaben des Gesetzgebers, Vorlieben der Kunden etc. Instrumente diesen Typs sind z.B. Portfoliodiagramme oder Dominanzmatrizen. Auch das House of (Environmental) Quality kann für die Priorisierung von vielfältigen Anforderungen eingesetzt werden.

(3) Umsetzung: Unterstützung bei der Gestaltung, Ideenfindung, Detaillierung der Ideen

Eine pragmatische Handlungsorientierung geht insbesondere von den einfach und schnell anwendbaren Instrumenten der dritten Spalte in Abbildung 3 aus. Ohne großen analytischen, und kalkulatorischen Aufwand vermitteln sie generelle und grundlegende Vorgehensweisen zum ökologischen Produktgestaltung. Sie bieten EcoDesign-Kriterien mehr oder weniger situationsspezifisch an, stellen sie kurz und prägnant dar und verzichten darauf, die Hintergründe in die Tiefe zu beleuchten.

Generell bietet sich dadurch ein gute Gesamtsicht der Kernpunkte, was für die am Entwicklungsprozess Beteiligten eine kontinuierliche Orientierung über die wichtigsten Aspekte der umweltgerechten Produktgestaltung ermöglicht. Im Fall von kurzen Produktentwicklungszeiten und einer knapp bemessenen Finanz- und Personaldecke kann über den handlungsorientierten Zugang erreicht werden, dass das Thema Umweltqualität dennoch angemessen in der Produktplanung berücksichtigt wird.

Instrumente zur Kreativitätsförderung sind weitere Tools, die selbstverständlich nicht nur für ökologische Produktgestaltung sondern auch für viele andere Bereiche nützlich sind.

(4) Abgleich mit anderen wichtigen Kriterien: Kosten/Nutzen-Abschätzung, Wirtschaftlichkeitsprüfung

Auf verschiedenen Stufen des Planungsprozesses müssen die Gestaltungsansätze bewertet werden und zwar nicht nur aus ökologischer Sicht sondern auch im Hinblick auf die übrigen Qualitätskriterien wie z.B. Funktionalität, Wirtschaftlichkeit, Marktfähigkeit, technische Machbarkeit. Dazu dienen Instrumente wie: Umweltkostenrechnung, Nutzenanalyse, House of Environmental Quality, Bewertungsmatrizen und Portfolios.

In der Regel benötigen Unternehmen mit einem bereits vorhandenen formalisierten Produktentwicklungsprozess lediglich drei bis vier verschiedene Tools, um die ökologischen Fragen und Inhalte in den bestehenden Prozessablauf zu integrieren:

In einer sehr frühen Phase der strategischen Planung (strategisches Management und Marketing).

Sollten die Rahmenbedingungen und Anforderungen an die Neuentwicklung systematisch geklärt werden. Dazu eignen sich SWOT-Analysen (Strength-Weaknesses-Opportunities-Threats) oder auch Szenario-Techniken.

Dann muss eine ökologische Schwachstellenanalyse herausstellen, welche Umweltprobleme mit dem bestehenden Angebot des Unternehmens verbunden sind. Hier könnten LCA, KEA, MIPS zum Einsatz kommen (Umweltfachleute). Da diese aber sehr aufwendig sind, ist insbesondere im Entwicklungsalltag eher der Einsatz von Checklisten, Spinnendiagramme also qualitativen Bewertungssystemen sinnvoll.

Checklisten, z.B. Gefahrstofflisten, oder zur Materialauswahl, recyclinggerechte Konstruktion etc. sind auch erfolgreich bei der Handlungsanleitung in der eigentlichen Produktentwicklung (Entwickler, Gestalter). Schließlich können sie auch an den verschiedenen Qualitätskontrollpunkten (Gates) im Entwicklungsprozess dazu dienen, die Einhaltung der formulierten (Umwelt-)Anforderungen zu checken.

Exkurs: Die LCA (Life Cycle Assessment = Ökobilanz)

Eine Reihe unterschiedlicher LCA-Software wurde im Projekt in Bezug auf verschiedene Kriterien verglichen, wobei die vier Tools *Cumpan* (debis), *GaBi* (IKP, PE Product Engineering), *TEAM* (Eco-bilan Group) and *Umberto* (ifu / ifeu)¹⁰ für die Analysen im Unternehmen in die engere Auswahl genommen wurden (vgl. Tabelle 1). Ausgewählt wurde letztendlich die Software *GaBi*, da sie in Bezug auf Funktionalität, Nutzerfreundlichkeit und Service besonders gut abschnitt, außerdem ein akzeptables Preis-Leistungsverhältnis vorweisen konnte.

¹⁰ Eike Frühbrodt, Heidelberger Druckmaschinen AG (1998): LCA Software Review. An up-to-date overview of the European market

Tabelle 1: Vergleich verschiedener LCA-Software (Bewertung von -- sehr negativ bis ++ sehr gut)

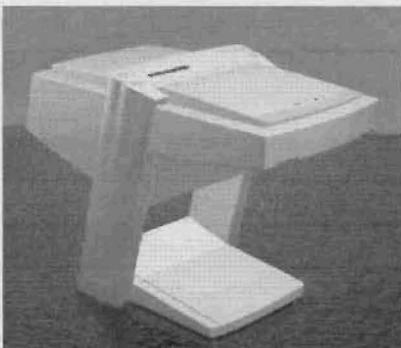
	CUMPAN	EcoPro	EUKLID	GaBi	KCL-ECO	PEMS	PIA	SimaPro	Team	Umberto
Funktionalität	+	-	0	++	+	0	-	-	+	++
Flexibilität	0	0	0	0	0	0	+	0	+	++
Datenbasis	+	-	0	+	-	0	--	+	++	-
Nutzerfreundlichkeit	+	-	0	++	+	-	--	-	0	0
Software Eigenschaften	+	0	0	+	+	0	+	0	-	-
Service	++	-	0	++	0	0	--	0	++	+
Kosten	--	0	--	+	-	0	++	++	--	0

3.2.2 Ökologische Schwachstellen am Produkt aufdecken

Life-Cycle-Assessment bei der Heidelberger Druckmaschinen AG

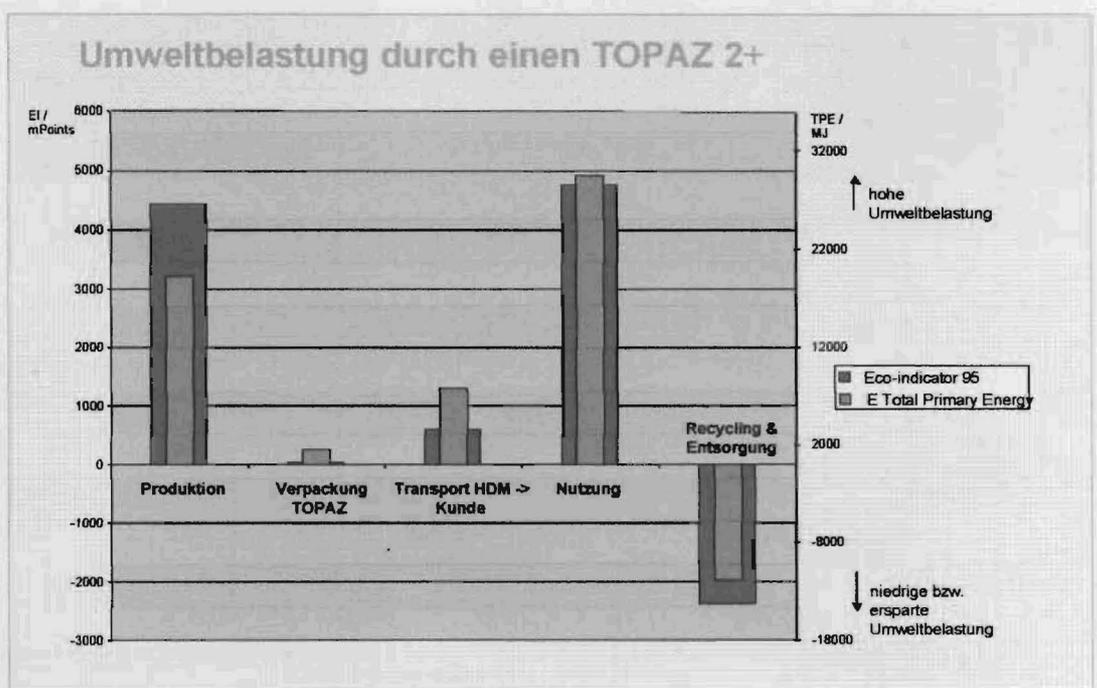
An drei verschiedenen Produkten der Heidelberger Druckmaschinen AG wurden LCAs durchgeführt. Im folgenden sind die Ergebnisse aufgeführt:

Scanner TOPAZ 2+



Die Ergebnisse der LCA des Topaz 2+ mit den Indikatoren *Eco-Indicator 95* (Pre, Niederlande) und *KEA (Kumulierter Energieaufwand)* stellen die Abbildungen 4 und 5 dar. Größte und fast gleich hohe Umweltbelastungen bringen die Produktions- und Nutzungsphase mit sich, während durch das Recycling der Produkte Ressourcen und Energie eingespart werden können. Hierbei liefert das Recycling von Aluminium den weitaus größten Einspareffekt, ein geringerer aber spürbarer Anteil kann dem Stahlrecycling zugeschrieben werden.

Abbildung 4



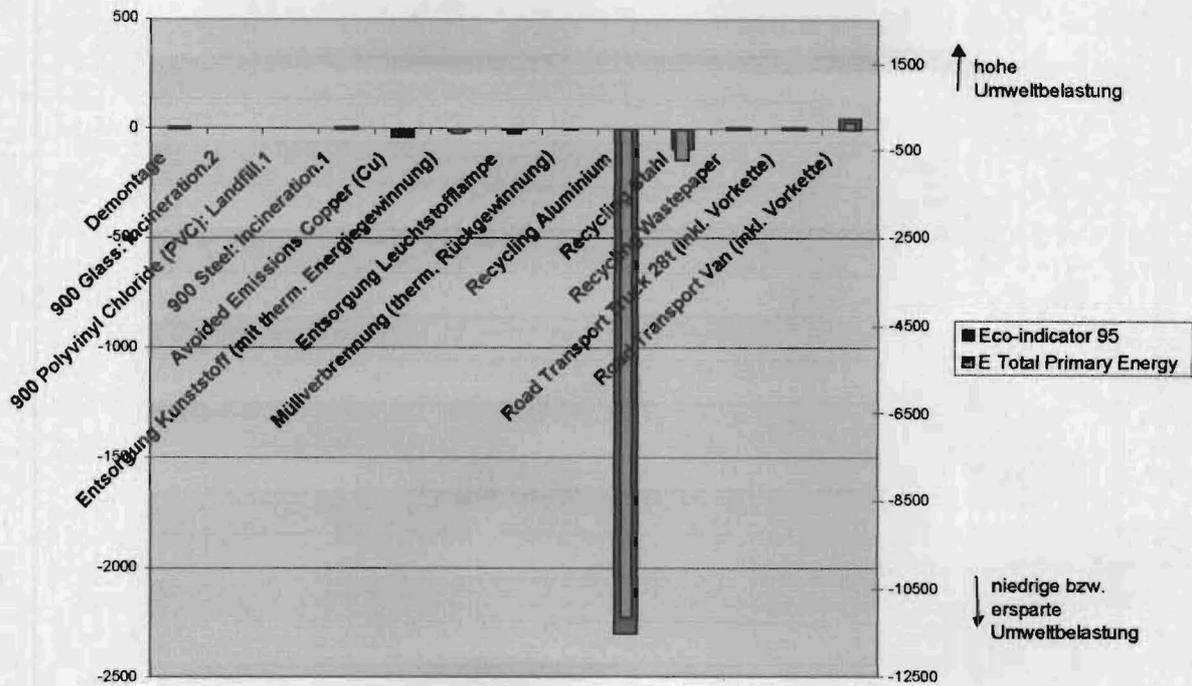


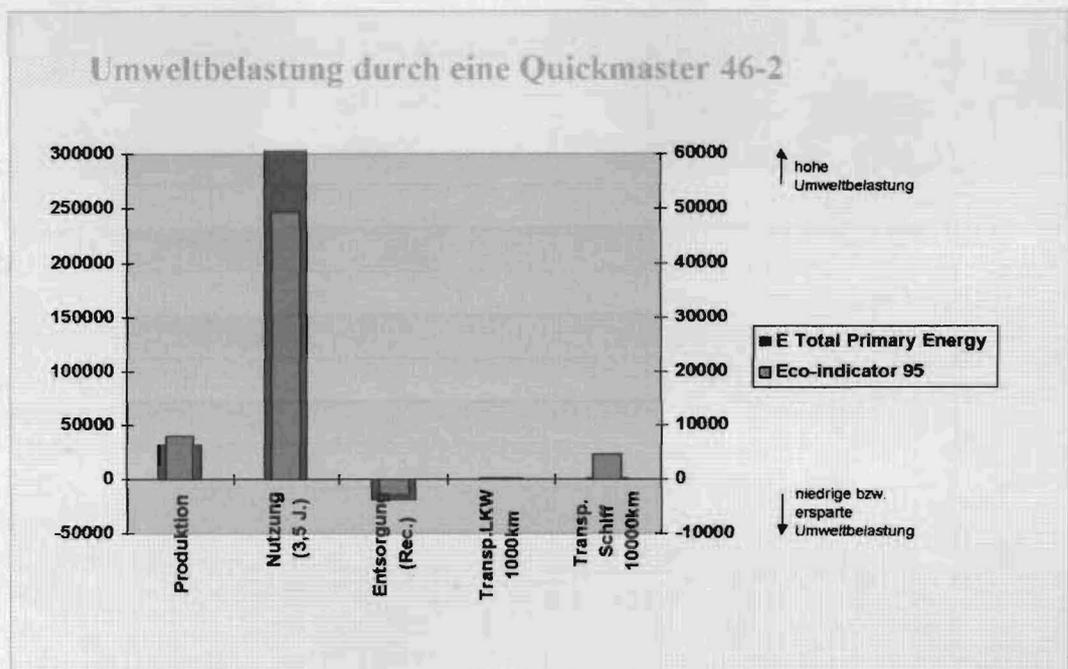
Abbildung 5: Umweltersparnisse durch das Recycling des TOPAZ 2+

Kleinoffsetmaschine Quickmaster 46-2



Für die Quickmaster 46-2 wurde eine vereinfachte LCA durchgeführt. Demnach liegen die Optimierungspotenziale der Kleinoffsetmaschine – noch extremer als beim Scanner – vorwiegend in der Nutzungsphase (vgl. Abbildung 6). Verbrauchsmaterialien, Energie und Makulatur beim Drucken überwiegen eindeutig die Umweltbelastungen über den gesamten Produktlebenszyklus. Zwei weitere wichtige Ergebnisse sind festzuhalten: Über 98 Prozent der Massenströme gehen in das Druckerzeugnis ein. Die Masse der Abfälle aus der Nutzung übersteigt nach 10 Jahren das Gewicht der Maschine um den Faktor acht.

Abbildung 6:



Bogenoffset-Druckmaschine Speedmaster 74

In einer dritten Ökobilanzstudie zur Bogenoffset-Druckmaschine SM 74, wurden Stoff- und Energieflussanalysen eingeschränkt für die Nutzenphase durchgeführt und ökologische Optimierungspotenziale beim Einsatz von Verbrauchsmaterialien und Hilfsstoffen bei der technischen Einrichtung der Maschinen identifiziert.

Die Ermittlung der Stoff- und Energieflüsse in der Nutzungsphase zeigt, dass für die verschiedenen bilanzierten Druckaufträge die Stoff- und Energieflüsse unterschiedlich sind und von einer Vielzahl von Parametern beeinflusst werden. Die Auswertung ergibt weiterhin, dass alle gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden. Kritisch sind jedoch die von der Druckmaschine ausgehenden Lärmemissionen. Die während der Nutzungsphase durch Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen entstehenden Umweltauswirkungen, die durch die stattfindenden Stoff- und Energieflüsse verursacht werden, sind auf Grund der Lebensdauer einer Bogenoffset-Druckmaschine als gering einzustufen.

Recyclingstudie

Die Wahl der Entsorgungsart ist von großer Bedeutung für die Umweltrelevanz eines Produktes. Unter Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsgedankens sollte ein jedes Gerät im Idealfall so entsorgt werden, dass möglichst viel des vorhandenen Restwertes ausgeschöpft wird. Ist das Gerät zum großen Teil noch intakt, kann es als Ganzes oder in einzelnen Teilen weiterhin verwendet werden. Ist dies nicht mehr gegeben, so können noch Materialien enthalten sein, aus denen durch gezielte Recycling-Prozesse qualitativ hochwertige Sekundärrohstoffe und Sekundärmaterialien produziert werden können. Ist auch dies nicht mehr gegeben, so ist in einigen Materialien, wie z.B. Kunststoffen noch ein Rest-Energiegehalt in Form eines hohen Heizwertes enthalten, der durch energetisches Recycling genutzt werden kann. Bei der Wahl der Entsorgungsart ist zu beachten, dass jeder Prozess, der den Restwert eines Produktes ausschöpft, mit Aufwand in Form von Ressourcen und Energie verbunden ist. Aus ökonomischer Sicht muss die Wertschöpfung, die noch aus dem Altprodukt zu ziehen ist, den mit dem Recycling verbundenen Aufwand mindestens erbringen, besser noch übersteigen. Es gilt als allgemein anerkannt, dass der Recyclingaufwand bei komplexen elektrischen Großgeräten, z.B. Profiscanner, Film-Belichter, Entwicklern zu einem großen Teil durch die Konstruktion bestimmt wird. Je nachdem, wie ein Gerät aufgebaut ist, wie die einzelnen Elemente miteinander verbunden sind, aus welchen Materialien sie bestehen, entscheidet sich der Aufwand und die Eignung für eine maximale Wertschöpfung am Ende der Nutzungsphase. Aus diesem Grund muss bereits in der Konstruktionsphase der spätere Entsorgungsweg bedacht und in der Konstruktion berücksichtigt werden.

Verschiedene Heidelberg-Produkte wurden im Projekt hinsichtlich ihrer Demontagefreundlichkeit untersucht. Bei unterschiedlichen Verwertungsbetrieben wurde die Demontage eines Scanners, einer zugehörigen Hardwarekomponente und einer Bogenoffset-Maschine protokolliert und fotografisch dokumentiert. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Herkules Basic und Trendsetter

In Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2243 wurde innerhalb dieses Projekts die Recyclingfreundlichkeit der Belichter Herkules Basic und Trendsetter 3230 untersucht. Als Ergebnis lässt sich grundsätzlich festhalten, dass im Belichter Herkules Basic die Anforderungen an eine recyclingfreundliche Konstruktion bereits besser verwirklicht sind, als im Trendsetter 3230. Weiterhin sind bei beiden Belichtern Verbesserungspotenziale vorhanden:

- Herkules Basic: Durch den modularen Aufbau des Herkules Basic sind bereits gute Voraussetzungen für eine spätere Demontage gelegt. Durch die einheitliche Anbringung der Verkleidung sind Demontage vorbereitende Schritte schnell durchzuführen, wengleich zu überlegen ist, ob die Schraubverbindungen der Verkleidung nicht durch Schnapp- oder Steckverbindungen ersetzt werden können.
- Weiterhin sollten erarbeitet werden: eine Demontageanleitung, Kennzeichnung der wichtigsten Verbindungen, Demontage und Montage aus möglichst wenigen Positionen, Standardisierung und Reduzierung der im Grundgerät verwendeten Schraubenarten und -größen. Trendsetter: Der Trendsetter weist mit Ausnahme der Schwachstellen bei der Demontage ebenfalls die be-

reits beim Herkules Basic aufgeführten Schwächen auf. Weiterhin ist ein geordneter Aufbau und somit eine bessere Übersicht durch Zusammenfassung einzelner Bau- und Funktionsgruppen zu deutlich abgesetzten Modulen anzustreben. Zusätzlich wäre für ein Recycling innerhalb Deutschlands die einheitliche Verwendung von Schraubverbindungen nach DIN sehr sinnvoll.

Allgemein ist die Vermeidung von Blei als Gewicht und eine Verbesserung der Auffindung und Lösung der Blei Bestandteile, z.B. durch Kennzeichnung anzustreben.

Delta Tower

Ziel dieser Untersuchung war es, Schwachstellen und Verbesserungspotenziale bezüglich eines hochwertigen und kostengünstigen Recyclings am Delta Tower und am Gesamtsystem Workstation zu identifizieren. Hierzu wurde ein Entsorger gebeten, den Delta Tower manuell zu zerlegen, um potenzielle Schadstoffe aus dem Gerät zu entfernen und wertvolle Stoffe (z.B. Elektroplatinen) sortenrein für das Recycling zu gewinnen. Die einzelnen Bestandteile des Delta Tower wurden wie folgt bewertet (vgl. Tabelle 2):

Tabelle 2: Bewertung der Einzelteile des Delta Towers hinsichtlich ihrer Demontage- und Recyclingfähigkeit.

Seitenverkleidung	Seitenverkleidung (05000416) und Kabelschacht (04900057) werden ohne weitere Verbindungen auf das Chassis gesteckt, diese Lösung ist vorbildlich! Eine kleine Verbesserung wäre es, auf den Bauteilen z.B. mit einem Pfeil die Demontagerichtung zu kennzeichnen (nach oben, oder unten etc. rausschieben?)
Aufkleber	Alle Aufkleber sind auf Stahlteilen plaziert, das Kunststoffgehäuse bleibt frei. Dies ist eine sehr gute Lösung.
Deckel	Die beiden Deckel (04917987) sind mit 68 Schrauben (!) am Grundgerät befestigt. Diese Schrauben müssen zwingend geöffnet werden, um an das Innere des Gerätes zu gelangen - und sei es nur, um das Vorhandensein von Schadstoffen zu überprüfen. Mit dem Öffnen der Schrauben vergeht zu viel Zeit, darüberhinaus ist allein die Anzahl der Schrauben ein für jeden Laien offensichtliches Anzeichen von Demontageunfreundlichkeit. Dies gilt auch für Montage und Service. Es sollte z.B. durch Verwendung eines weniger flexiblen Bleches und / oder den Einsatz von Kontaktfedern eine EMV- und demontagefreundliche Lösung gefunden werden.
Chassis	Auf dem Stahlblech des Chassis sind Kunststoffteile mit Noppen angebracht. Ein zerstörungsfreies Entfernen des Kunststoffes ist dadurch unmöglich.
Lüfter	Die Demontage des Lüfters (049118762) wird durch Rahmen (04904923) und Festplatte (05199603) behindert, daher muß unnötigerweise (Stahl auf Stahl) zunächst der Halter (04903102) abgeschraubt werden. Zudem werden in diesem Bereich unterschiedliche Schraubköpfe (Innensechskant- und Kreuzschrauben) verwendet. Die Verchromung des Schutzgitters (00136603) führt zu Problemen im Recyclingprozeß.
Platte	Die Platte wird sowohl am Fuß, als auch am Rahmen (04904923) befestigt, es ist zu prüfen, ob Durchgangslöcher in der Platte nicht ausreichen.
Elektronikplatinen	Die einzelnen Elektronikplatinen (Print RAPRO, Mainboard, Netzteil) sind aufwendig miteinander verschraubt, teilweise werden sogar Abstandshalter mit einer Schraube von jeder Seite befestigt. Die Verwendung vorgefertigter Knipselemente, u.U. mit integriertem Abstandshalter, könnte den Demontageaufwand drastisch reduzieren. Noch besser wäre es, auf die Trägerbleche zu verzichten - wahrscheinlich läßt sich dieses aus anderen Gründen allerdings kaum realisieren. Zusätzlich sollte geprüft werden, ob sich das doppelte Anschrauben jeder einzelnen Steckverbindungen / Schnittstellen des Print RAPRO (05189349) ans Chassis (05260574) nicht vermeiden läßt.

Ergebnisse der Zerlegungsstudien und Ausblick auf Verbesserungsmöglichkeiten für kommende Gerätegenerationen

Die Zerlegungsstudien zeigen, dass die Materialauswahl in der Herstellungsphase und der Gebrauch des Produktes die Umweltbelastung über den Produktlebenszyklus wesentlich mit bestimmen. Transporte und unterschiedliche Fertigungsverfahren tragen bei den untersuchten Maschinen nur unwesentlich zur Gesamtumweltbelastung bei. Im Folgenden werden für die einzelnen Lebensphasen Verbesserungspotenziale und Umweltziele für kommende Gerätegenerationen aufgeführt, die sich aus den Ergebnissen der Studien ergeben. Optimalerweise gehen mit Verbesserung der Umweltwirkungen auch effektivere Nutzung der Prozesse und Produkte sowie Kostenreduktionen einher. Bei der produkt orientierten Umweltbetrachtung zeigt sich für die untersuchten Geräte, dass die Nutzenphase wegen ihrer hohen Bedeutung im Lebenszyklus besonders beachtet werden muss.

1. Reduzierung des Stoff- und Energieverbrauchs und der Abfallanteile in der Nutzung

Durch sparsame und gleichzeitig wirtschaftliche Verwendung der Roh- und Betriebsstoffe können die Stoffströme insgesamt verringert werden, was eine Reduzierung der Umweltbelastungen zu Folge hat. Als Ansatz zur Sensibilisierung der Nutzer für dieses Thema bieten sich Schulungen der Benutzer oder Broschüren zum Thema des umweltgerechten Betriebs einer Druckmaschine an, die durch den Hersteller angeboten werden. Hier zeigt sich eine Möglichkeit, durch noch effizienterer Nutzung Kosten zu sparen und gleichzeitig die Umweltwirkungen zu verringern. Weitere konstruktive Verbesserungen an der Maschine können auch die Menge der notwendigen Betriebsstoffe, den Energieverbrauch oder die Abfallanteile noch weiter verringern.

2. Einsatz umweltfreundlicher Roh- und Betriebsstoffe in der Nutzung

Heute werden bereits Reinigungsmittel durch ein unabhängiges Institut auf ihre toxikologische, sicherheitstechnische Unbedenklichkeit und Umweltverträglichkeit beim Einsatz in Druckmaschinen untersucht und in einer Liste der zertifizierten Reinigungsmittel veröffentlicht. Beim Einsatz der umweltfreundlichen Roh- und Betriebsstoffe sowie bei einem hohen Verwertungsanteil der Abfälle können die Umweltwirkungen verringert werden. In der Art der verwendeten Roh- und Betriebsstoffe und in der Art der Abfallbehandlung liegt ein weiteres Verbesserungspotenzial, das näher untersucht werden sollte.

3. Einführung von Umwelt-Kennzahlen für die Nutzung

Um eine vergleichende Bewertung von Produktnutzungen zu ermöglichen, sollten Kennzahlen entwickelt werden, die z.B. für Druckmaschinen den Waschmittelverbrauch pro Farbeinsatz oder den Stromverbrauch pro Bogen angeben. Dadurch können bei Betrachtungen über verschiedene Maschinengenerationen oder Typen Vergleiche zur Umweltfreundlichkeit gegeben werden. Als umweltfreundlich kann die Maschine bezeichnet werden, die im Vergleich mit Maschinen ähnlichen Typs die geringsten Stoff- und Energieströme aufweist.

4. Recyclinggerechte Konstruktion

Als wesentliche Kriterien für eine Verwertung einer Altmaschine ist deren Zusammensetzung und die Trennbarkeit der Fraktionen zu nennen. Weiterhin sollten vor der Zerlegung keine toxischen Bestandteile und Betriebsflüssigkeiten mehr enthalten sein. Die Werkstoffe sollten gut erkennbar sein.

Für kommende Maschinengenerationen ist auf die leichte Zugänglichkeit und die einfache Demontagemöglichkeit von Schadstoff belasteten Elektronikteilen, Platinen, Kabeln, Motoren und Stromaggregaten sowie hochwertigen recyclingfähigen Werkstoffen wie Aluminium oder Kupfer zu achten. Dadurch wird der Zeitaufwand für eine Zerlegung verkleinert und der Anteil an reinen Wertstoffen erhöht. Bei einer manuellen Zerlegung beansprucht besonders die sortenreine Abtrennung der Aluminium-Seitenwände einen größeren Arbeitsaufwand. Einstoffbaugruppen leicht entfernbar zu gestalten, verringert den Trennungsaufwand und damit die Entsorgungskosten.

Die Lackbestandteile und Additive in Kunststoffen können beim stofflichen oder thermischen Verwerten zu Problemen führen und sollten daher ermittelt und bewertet werden. In Zukunft sollten nur noch Kunststoffe eingesetzt werden, die keine schädlichen Additive enthalten.

Für die große Kunststofffraktionen könnte eine stoffliche Verwertung durchgeführt werden, wenn eine Sortenreinheit und leichte Demontierbarkeit vorliegt. Für die geringen Anteile an sonstigen Kunststoffen lohnt sich der Aufwand wegen der zu geringen Menge nicht. Die Kennzeichnung sollte bei jedem Kunststoffteil den Werkstoff und eventuelle Zusätze erkennen lassen.

Es sollte bei der Auswahl der Elektronikteile besonders innerhalb der Zukaufteile auf die Verwendung von PCB-freien Kondensatoren geachtet werden, da diese die Rückgewinnung der NE-Metalle erschweren und in der Entsorgungsphase als Sondermüll beseitigt werden müssen.

In einer Demontageanweisung, die der Maschine beigelegt wird, könnten Hinweise zum Entfernen von Betriebsstoffen und zum leichten Auffinden und Demontieren von Wert- und Gefahrstoffen enthalten sein.

5. Umweltgerechte Werkstoffe

Ein umweltgerechter Werkstoff sollte bei seiner Herstellung geringe Umweltwirkungen haben, während der Nutzungsphase keine Gefahren erzeugen und sich schließlich gut verwerten lassen. Herstellung und Entsorgung eines Werkstoffes sind also beide relevant für die Umweltwirkungen des Werkstoffes. Daher sollten Werkzeuge zur umweltgerechten Produktgestaltung z.B. Liste der kritischen Werkstoffe, Materialverträglichkeitstabellen Prüffragenkataloge auch Fragen bezüglich der Stoffverwertung integrieren.

Für die Zukunft ist es denkbar, eine Werkstoffdatenbank oder Leitlinien zum Werkstoffeinsatz mit Angaben zur umwelttechnischen Einschätzung der Werkstoffe zu erstellen und den Entwicklern zur Verfügung zu stellen. Weiterhin sollte eine Liste der nicht mehr zu verwendenden Werkstoffe aufgestellt werden, die sowohl allgemeine Umweltaspekte bei der Herstellung als auch spezielle Entsorgungsprobleme beinhalten kann. Negativ-Listen dieser Art sind bereits durch Firmen wie Kodak, Siemens oder durch den Verband der Automobilindustrie erstellt worden [BET 96], [SN 96], [VDA 232]. Als erster Ansatz zum Umweltschutz durch Verwendung unbedenklicher Werkstoffe könnte eine Bearbeitung der Heidelberger Werksnormen zur Werkstoffauswahl unter diesem Gesichtspunkt durchgeführt werden. Eine Stufe tiefer könnten dann die Listen der artgleichen Teile bearbeitet werden.

6. Umweltgerechte Fertigungsverfahren

Die Umweltrelevanz der verwendeten Fertigungsverfahren wird durch die Umweltmanagementsysteme an den Heidelberger Fertigungsstandorten kontinuierlich vermindert. Jedoch könnten speziell im Bereich der Oberflächenverfahren und der Verfahren zur Änderung von Stoffeigenschaften weitere Untersuchungen vorgenommen werden, um diese bewerten zu können. Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Umweltwirkungen liegt also in der Verfahrensoptimierung. Es könnte eine Rangliste der Fertigungsverfahren erstellt werden, sodass für einen bestimmten Zweck die umweltgerechteste Variante ausgewählt werden kann und die am wenigsten umweltgerechten Verfahren in Zukunft vermieden werden. Eine Hauptrolle spielt der Einkauf über die externe Vergabe an Zulieferer.

Hier liegt es in der Aufgabe der Entwickler und Konstrukteure, Lösungen zu finden, die den Einsatz bedenklichen Verfahren vermeiden können. Ein Potenzial liegt in der Wechselwirkung von Oberflächenbeschichtung und Werkstoffart. Hier tut sich z.B. zwischen dem Einsatz eines nicht rostenden Stahls und eines beschichteten Baustahls die Frage auf, welcher von beiden umweltgerechter und funktionsgerechter ist.

7. Transport und Verpackung

Im Bereich der Transport und der Verpackung der Produkte sind keine wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten zu erkennen. Es sollte jedoch in Zukunft unterbleiben, sowohl die Maschine, als auch Ersatzteile per Flugzeug zu transportieren, da hierbei wesentliche höhere Umweltbelastungen auftreten, als auf dem Land- oder Seeweg.

Umweltkostenrechnung

Erste Überlegungen zur Lebenskostenrechnung sind im Rahmen des Projektes erfolgt, die Umsetzung wurde jedoch auf Grund ihres sehr hohen Zeit- und Kostenaufwandes im Forschungsteam kritisch diskutiert. Die Heidelberger Druckmaschinen AG entschied, dass derzeit nur Kosten berechnet werden sollen, die direkt für den Kunden relevant sind und insofern auch zur besseren Kundenbedarfsbefriedigung und Produktkommunikation eingesetzt werden können. Daher wurden nur begrenzt Kostenanalysen durchgeführt:

- (1) Kostenanalyse des Recyclings des Delta Towers
- (2) Kostenanalyse der Entsorgung von Betriebsmitteln aus dem Druckprozess.

(1) Kostenanalyse des Recyclings des Delta Towers

Der Delta Tower wurde im Rahmen dieses Projektes von einem Entsorger zerlegt und die Kosten der Zerlegung ermittelt (vgl. Tabelle 3):

Tabelle 3: Kostenanalyse der Demontage bzw. des Recyclings des Delta Towers

Werkstoff	Gewicht [g]	Erlös od. Kosten [DM]	Verbleib	Kommentar
PC+ABS-FR	2170	3,00 DM	Kunststoffrecycling (stofflich)	manuelle Demontage
Stahl, verzinkt	6000	0,90 DM	Stahlhütte, stoffl. Recycling	Shreddern mit Restkomponenten
Speicherbausteine	80	0,60 DM	Kupferhütte, stoffl. Recycling	manuelle Demontage
Festplatte	520	0,10 DM	Shredder	
Kabel	100	0,10 DM	Kabelschäler, danach: Verbrennung Kabelmantel, Kupfer wird in der Hütte stoffl. recyclet	PVC im Kabel kann in Ländern mit unterentwickelter Entsorgungsbetrieben zu Problemen führen
Kondensatoren	70	-0,30 DM	Untertagedeponie	
Elektronikplatinen, bestückt	630	3,20 DM	Kupferhütte, stoffl. Recycling	
Netzgerät, ohne Kondensatoren	500	0,50 DM	Kupferhütte, stoffl. Recycling	vorher: Demontage der großen Kondensatoren
Axiallüfter	190	0,00 DM	Shredder, dann stoffl. Recycling Kupfer, Rest Verbrennung	Shredder
Restfraktion	550	-0,10 DM	Abtrennen von Metallen	Shredder

Aus der Kostenanalyse des Recyclings ergeben sich nur geringe Gewinne für den Entsorger. Mit dem Verkauf der Werkstoffe kann ein Gewinn von ca. 8 DM erzielt werden. 10 DM zahlt der Kunde für die Entsorgung. Demgegenüber stehen die Kosten des Zeitaufwandes für die Demontage und Sortierung der Werkstoffe. Ein Recycling des Delta Towers lohnt sich für den Entsorgungsbetrieb daher nur bei Zuzahlung durch den Letztbesitzer. Eine Beseitigung ohne vorherige Zerlegung wäre allerdings wesentlich teurer.

(2) Entsorgung von Abfällen aus dem Druckprozess

Ermittelt wurde der Kostenaufwand der Entsorgung zweier Betriebsmittel aus dem Druckprozess: Die gegenwärtige Gesetzgebung der Entsorgung, gegenwärtigen Entsorgungswege und Entsorgungspreise wurden für zwei verschiedene Abfallprodukte (Reinigungstücher¹¹ und Reinigungsmittel¹²), die bei der Reinigung von Druckmaschinen der Heidelberger Druckmaschinen AG anfallen, für die Länder Deutschland, England, Schweden und USA analysiert.

In den Ländern der EU und OECD werden diese Abfälle als Sondermüll deklariert. Die Entsorgung der gebrauchten Waschtücher erfolgt überwiegend über die Verbrennung in Sondermüllverbrennungsanlagen (SVA) oder auf der Übertage Sondermülldeponie¹³. Die Entsorgung der gebrauchten Lösemittel erfolgt abhängig vom Heizwert über Verbrennung in der SVA, als Stützfeuer in der SVA oder auch in anderen Industriezweigen, z.B. der Zementindustrie oder bei hoher Reinheit stofflich. Diese letztgenannte Verwertung ist aber für die gebrauchten Lösemittel aus der Druckindustrie aufgrund fehlender Reinheit kaum möglich.

Die Recherche der Entsorgungskosten lieferte uneinheitliche Ergebnisse (vgl. Tabelle 4). Dies resultiert einerseits aus den unterschiedlichen Möglichkeiten des Entsorgungsweges – abhängig von der Reinheit oder des Heizwertes des Abfalls –, andererseits aus der zu entsorgenden Menge an Abfall und somit der Sammeltechnik und den Sammelbehältern.

Tabelle 4: Entsorgerpreise der EU-Länder Deutschland, Schweden und England und der USA (reine Entsorgung, ohne Behältermiete und -transport, ohne Nachweisgebühren)

Land	Anzahl der interviewten Entsorger	Preisspanne gebrauchte Waschtücher	Preisspanne gebrauchte Lösemittel
Deutschland (DM/kg)	43	Bandbreite 0,18 – 2,65	Bandbreite 0,25 – 2,65 ¹⁴
		Mittelwert 0,91	Mittelwert 1,01
Schweden (SEK/kg)	4	Bandbreite 7,3 – 10,0	Bandbreite 2,7 – 7,7
		Mittelwert 8,6	Mittelwert 4,8
England (£/205 Liter Fass o. £/t)	12	15 – 55 £/205 Liter Fass o. 25 – 49£/t Fass (Entsorgung über Deponie oder als sek. Brennstoff, 10 Entsorger) ; 120 £/205 Liter Fass o. 200-400 £/t (Entsorgung über Verbrennung, 2 Entsorger)	20 – 75 £/205 Liter Fass o. 30 £/t Fass (Entsorgung über Deponie oder als sek. Brennstoff, 9 Entsorger) 100 – 400 £/t (Entsorgung über Verbrennung, 1 Entsorger)
USA (\$/55 Gallon Fass o. \$/lb)	5 Entsorger und die Graphic Arts technical Foundation	60 – 385 \$/55 Gallon Fass o. 0,65–1,5 \$/lb	30 – 205 \$/55 Gallon Fass o. 0,2 – 0,45 \$/lb

¹¹ Waschliese DuPont Sontara 8835, 55% Zellstoff, 45% Polyestergemisch, keine Bindemittel, verschmutzt mit Offsetdruckfarbe und geringen Mengen Papierstaub und Reinigungsmittel

¹² 50-70% Waschlösung auf Basis aliphatischer Kohlenwasserstoffe oder auf Basis von Pflanzenölestern, 10 – 30 % aus Wasser, < 10 % Druckfarbe schwermetallfrei

¹³ Textile Putztücher im Mietservice sind eine Alternative zum Einwegprodukt. Hierfür erfolgte jedoch keine Preisermittlung.

¹⁴ Die Entsorgung des gebrauchten Lösemittels über thermische Verwertung in der Industrie (Zementindustrie) kann jedoch schon für unter 100 DM/t erfolgen.

Sonstige Kosten fallen z.B. in Deutschland für den Übernahmeschein an die Behörden in Höhe von 10 bis 35 DM pro Entsorgungsvorgang an, in Schweden wird zusätzlich eine Behandlungsgebühr von 300 SEK pro Sammlung erhoben, wenn die Abfälle in Fässern (200 Liter) gesammelt werden. Ist es möglich, den Abfall in größeren Mengen und größeren Containern abzuholen, entfällt diese Gebühr. In England fallen zusätzliche Kosten im Rahmen der Deponiesteuern mit 11 £/t an und, falls der Abfall als Sonderabfall deklariert wird, im Rahmen einer Abgabe von 15 £/Ladung an die Umweltagentur. Zusätzliche Kosten für die Entsorgung in den USA waren zu uneinheitlich und werden daher nicht aufgeführt.

In Deutschland, England und den USA sanken in den letzten Jahren die Preise für die Entsorgung von gefährlichem Abfall auf Grund der vorherrschenden Überkapazität an Entsorgungsmöglichkeiten und andererseits mit der Erschließung neuer Verwertungswege für gefährlichen Abfall¹⁵. In Schweden liegen die Preise eher höher und halten sich stabil auf Grund der Monopolstellung der Sondermüllentsorger und der fehlenden Überkapazität. Für die Zukunft wird für alle Länder prognostiziert, dass erst infolge der aus der Europäischen und OECD sowie nationalen Gesetzgebung resultierenden Umweltauflagen (zusätzliche Behandlungs- und Entsorgungstechnik), die Preise für die Entsorgung deutlich steigen werden.

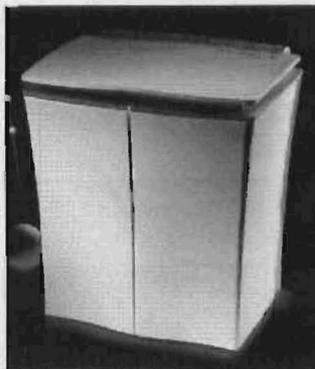
3.2.3 Implementierung der Ergebnisse auf Produktebene

Aus den gewonnenen Ergebnissen der Recherche von Hintergrundinformationen und der ökologischen Analysen setzte sich die Unternehmenseinheit Prepress für die (ökologische) Verbesserung ihrer Produktentwicklung folgende Prioritäten:

- Priorität 1: Energieverbrauch beim Kunden senken,
- Priorität 2: Demontage des Aluminiums erleichtern,
- Sicherheit & Geschwindigkeit der Demontage erhöhen,
- Verzicht auf Beryllium,
- Kunststoff & Alu kennzeichnen,
- Entsorgungsanweisungen für alle Produkte
- alternative Lacksysteme suchen,
- Zusammenarbeit mit Lieferanten stärken (*die Lieferanten sind für einen großen Anteil der Umweltbelastung verantwortlich*)

Der neu entwickelte Scanner NEXSCAN

Die aus den LCAs insbesondere des Scanners TOPAZ 2+ und den Demontagestudien gewonnenen Erkenntnisse flossen in die Entwicklung des Nachfolgemodells NEXSCAN ein, mit folgenden Ergebnissen:



Der Nexscan ist der demontagefreundlichste Scanner, den die Heidelberger Druckmaschinen AG je gebaut hat. Beispielsweise wird für die Verkleidung nur ein einziger Kunststoff eingesetzt, dieser enthält keine schädlichen Flammschutzmittel und kann gut recycelt werden. Überdies ist der Scanner kleiner und leichter als sein Vorgänger: Die Reduktion des Gesamtgewichts von 150 kg auf 90 kg macht deutlich, wie viel Material bei gleicher bzw. erhöhter Leistung eingespart werden konnte. Durch verbesserte Technik ist der Scanner in der Lage, auf der gesamten Fläche eine höhere Auflösung zu scannen als sein Vorgänger. Zudem konnte der Stromverbrauch des Scanners um 20% gesenkt werden, z.B. durch die automatische Abschaltung der Durchlichtbeleuchtung.

¹⁵ Ob die Zementindustrie die gebrauchten Lösemittel annimmt, hängt jedoch von der Reinheit und der zur Verfügung stehenden Menge ab.

Außergewöhnlich ist, dass der Hauptschalter ein netzseitiger Ausschalter ist (also den Scanner komplett von der Stromversorgung trennt), was bei vielen Scannern auf Grund der hohen Anforderungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) heutzutage unüblich ist. Das Kunststoffgehäuse ist mit nur drei Schrauben am Chassis befestigt, für das gesamte Gerät wurde die Anzahl der Verbindungen auf 70% reduziert und einheitlich gewählt. Die geschätzte Demontagezeit beträgt ca. 15 min (statt mehr als 60 min). Große Kunststoff- und Aluminiumteile wurden gekennzeichnet und auf Berylliumfedern wurde verzichtet. Dem Gerät liegt eine Entsorgungsanweisung bei.

Weitere produktbezogene Verbesserungen

Auch die an weiteren Geräten durchgeführten Umweltstudien führten zu Verbesserungen bei den laufenden bzw. nachfolgenden Produktgenerationen. Dabei wurde versucht, die Gebrauchsphase als größte Umweltbelastung im Druckprozess durch kleine Zusatzgeräte energie- und materialsparender und gesünder für die Beschäftigten und damit insgesamt kosteneffizienter für die Kunden der Heidelberger Druckmaschinen AG zu gestalten:

- **AirStar:** Die zentrale Saug- und Blasluftversorgung der Druckmaschine wird verbrauchsabhängig geregelt. Dadurch reduziert sich der Energieaufwand auf bis zu 50%. Der effektive Schallschutz reduziert außerdem den Geräuschpegel in der Druckerei. Die wassergekühlte Version vermeidet Kühlblauf, die Notwendigkeit für einen Luftaustausch entfällt, und die Druckerei spart Kosten.
- **CombiStar:** Die Kombination von Farbwerktemperierung und Feuchtmittelaufbereitung in einem Schrank oder Pultgerät garantiert optimale Druckbedingungen bei jedem Klima und reduziert dadurch auch die Makulatur. Neuartige Alkoholmessgeräte bieten die Grundlage für alkoholreduziertes Drucken.
- **WashStar und EcoClean:** Für den Reinigungsvorgang der Druckmaschinen wurde eine Technologie entwickelt, mit der das Reinigungsmittel wiederverwendet werden kann. Nach jedem Waschen der Gummitücher und der Druckzylinder wird das verschmutzte Reinigungsmittel-Wasser-Gemisch abgesaugt, zentral gesammelt, gereinigt und wieder eingesetzt. Die Recyclingquote beträgt 95%, der Verbrauch an Reinigungsmitteln kann um 80% gesenkt werden, die Entsorgung von mehreren 1000 Litern Reinigungsmitteln pro Jahr entfällt.
- **InkLine:** Durch die automatische Dosierung der Druckfarbe und die nahezu vollständige Entleerung der Farbkartuschen entstehen weniger Farbabfälle (Senkung um ca. 70%), die kostspielig entsorgt werden müssen. Angebrochene Kartuschen sind dank ihres selbstschließenden Ventils auch nach längerer Lagerung weiter verwendbar.
- **ScrollStar:** Durch den Einsatz eines Schneckenverdichters sowie eines Luft-Kältetrockners kann die Druckluft vollkommen kondenswasserfrei erzeugt werden. Durch Unterbringung der Kompressorkomponenten in einem schallgedämmten Pultgehäuse wird eine wirksame Geräuschdämmung erzielt.
- **DryStar:** Durch die formatvariable und stufenlos regelbare Trocknerleistung sowie moderne Carbonstrahler im Zwischentrockner wird ca. 30% weniger an Energie verbraucht. Die Filtrierung der Trocknerabluft reduziert außerdem die Belastung im Innenraum.
- **CleanStar:** Verwirbelte und überschüssige Puderpartikel werden im gekapselten Ausleger ohne Beeinträchtigung des Bogenlaufs abgesaugt. Dadurch sinkt die Staubbelastung der Raumluft um ca. 80%.
- **PowderStar:** Eine gezielte Druckbestäubung mit möglichst geringem Pudereinsatz wird durch eine gleichmäßige Pudervolumenreduzierung sowie neuartige Düsengeometrien erreicht. Der Puderverbrauch kann dadurch um ca. 30% reduziert werden.
- **Alkoholreduziertes Drucken:** Einige Speedmaster-Baureihen können mit hydrophileren Tauch- und Feuchtauftragwalzen ausgestattet werden, wodurch die Alkoholkonzentration im Feuchtmittel auf weniger als 5 Volumenprozent gesenkt werden kann. So können z.B. pro Jahr ein bis zwei Tonnen VOC-Emissionen verhindert werden.

Ökoleasing

In zahlreichen Fachdiskussionen fällt immer wieder das Stichwort „Ökoleasing“. Für viele Betrachter scheint dieses Konzept die ultimative Lösung vieler Umweltprobleme zu sein. In der Literatur werden Ansätze des Ökoleasings bisher aber eher unreflektiert und unter Verweis auf erfolgreiche Praxisbeispiele, z.B. der Xerox-Kopierer, dargestellt.¹⁶ Es fehlen Untersuchungen zum Umbau einer bisher auf Verkauf ausgerichteten Marketingstruktur, zur Marktakzeptanz der Verfahren und zur Berücksichtigung kurzer Innovationszyklen im Ökoleasing. Mit Verantwortlichen des Unternehmens wurde dieses Thema diskutiert. Vorerst setzt die Heidelberger Druckmaschinen AG auf dieses Nutzungskonzept jedoch keine Priorität. Die Aufarbeitung der langlebigen Druckmaschinen wird ohnehin von anderen Anbietern am Markt realisiert, für die eher kurzlebigen und starken Technologiesprüngen unterworfenen Prepress Geräte macht Aufarbeitung vielfach keinen Sinn. Auf dem Abschlusskongress des Forschungsprojektes in Kiel wurde das Thema Ökoleasing erneut im Workshop „end of life“ Strategien vorgestellt und diskutiert (s.u.).

3.2.4 Systematische Umsetzung der Ergebnisse in die Produktentwicklung

Nach Sammlung und Prüfung der verfügbaren Tools zur ökologischen Produktgestaltung (vgl. 3.2.1 Umwelanforderungen identifizieren: Sammlung bereits vorhandener Ecodesign Tools: welche sind für das Projekt nutzbar?) stand während des zweiten Projektzeitraums die Identifikation geeigneter, spezifischer und leicht handhabbarer – d.h. auch weniger zeitintensiver – Tools im Mittelpunkt. Dafür wurde eine Bedarfsanalyse in der Produktentwicklungsabteilung durchgeführt: Etwa 80 % der in der PE tätigen Personen wurden in Gruppeninterviews mit Hilfe eines eigens erstellten Interviewleitfadens befragt.

Umwelthandbuch

Aufbauend auf der Informationssammlung im ersten Schritt des Projektes wurde dann ein „Umwelthandbuch Entwicklung“ entworfen, welches spezifisch auf die umweltgerechte Produktentwicklung des Unternehmens zugeschnitten ist. Es enthält Checklisten zur umweltfreundlichen Produktgestaltung, Arbeitsanweisungen für die Auswahl von Materialien und Verpackungen (Einkauf gefahrstoffarmer Materialien, Gefahrstoffliste, Anweisungen zur Auswahl von Werkstoffen und umweltgerechten Verpackung), Hinweise zur recyclinggerechten Konstruktion (Kennzeichnung von Formteilen, Werkstoffverträglichkeit und demontagegerechte Verbindungen), Hinweise zur umweltgerechten Konstruktion und Informationen zum Öko-Audit.

Im Rahmen von Schulungen und Workshops wurde das Handbuch in der Produktentwicklungsabteilung vorgestellt. Es hat folgende Gliederung:

I. Allgemeine Angaben zur umweltfreundlichen Produktgestaltung.

Dieser Teil enthält die Checkliste *Umweltfreundliche Produktgestaltung* und Erläuterungen zur Handhabung der Checkliste:

- a) Die in die Produkte eingebauten Materialien müssen frei von Inhaltsstoffen des Formulars Gefahrstoffliste sein, diese Stoffe sind gesetzlich verboten. Bei Erstbeschaffung ist mit dem Einkauf zu klären, ob eine entsprechende Bestätigung des Lieferanten eingeholt wird.
- b) Jede Neuentwicklung wird mit einer Entsorgungsanweisung versehen, hier findet der Entsorger alle wichtigen Infos zu Materialien, Gefahrstoffen und Demontagewegen. Die Entsorgungsanweisung wird auf Anfrage der Entwicklung vom Umweltmanagement erstellt.
- c) Produktneu- und -weiterentwicklungen müssen vor FCS (FirstCustomerShipment) vom Umweltmanagement freigegeben werden. Das Umweltmanagement ist rechtzeitig zu informieren, so dass es an Alpha- und Betatests teilnehmen kann.

Die Erläuterung der Checkliste dient gleichzeitig als Einführung in das Thema der umweltfreundlichen Produktgestaltung. Sie beantwortet die Frage „Was ist ein umweltfreundliches Produkt?“ Es ist das

¹⁶ Vgl. Hopfenbeck, W./ Jasch, C. (1995): Öko-Design – umweltorientierte Produktpolitik. Landsberg/Lech.

Produkt, das während seines ganzen Lebens die Umwelt am wenigsten belastet. Das bedeutet, dass verschiedene, mitunter gegensätzliche Ziele, in Übereinstimmung gebracht werden müssen, u.a.

Herstellung	Nutzung	Maintenance / End of Life
<ul style="list-style-type: none"> • geringer Ressourcenverbrauch • umweltfreundliche Werkstoffe • umweltfreundliche Verfahren • wenig Schadstoffe • kleine und verträgliche Verpackung 	<ul style="list-style-type: none"> • geringer Energie- und Stoffverbrauch • keine gefährlichen Emissionen • wenig Abfall 	<ul style="list-style-type: none"> • lange Nutzungsdauer • leichte und kostengünstige Instandhaltung • demontagefreundlich • Aufarbeitung und Wiederverwendung von Komponenten möglich • hochwertiges Recycling

Die *Checkliste Umweltfreundliche Produktgestaltung* soll unterstützen, dass alle Optionen, alle Möglichkeiten einer umweltfreundlichen Produktgestaltung ausgeschöpft werden. Sie soll die Produktentwickler zum Nachdenken anregen und lässt sich vorteilhaft bei der Konzeption einzelner Baugruppen, aber auch am Gesamtgerät einsetzen.

II. *Arbeitsanweisungen zu Materialien und Prozessen*

Dieser Teil gibt *Arbeitsanweisungen zum Einkauf gefahrstoffarmer Materialien*. Diese gelten für den Einkauf von Materialien, die in den Produkte der Heidelberger Druckmaschinen AG verbaut werden oder in anderer Form an die Kunden des Unternehmens gehen. Sie gilt nicht für den Einkauf von Hilfs- und Betriebsstoffen für die Fertigung. Mit dieser Anweisung soll verhindert werden, dass verbotene oder kritische Stoffe in die Produkte eingehen.

Ergänzend wurde eine *Gefahrstoffliste zur Vermeidung gefährlicher Stoffe* erstellt. Die Stoffe werden in einer Tabelle aufgelistet und einer von drei Kategorien zugeordnet:

- Rot: Einsatz des Stoffes vom Gesetzgeber verboten
- Orange: Einsatz des Stoffes vermeiden
- Gelb: Einsatz des Stoffes – soweit wirtschaftlich und technisch möglich – vermeiden oder reduzieren

Ob der Einsatz eines Stoffes verboten ist, hängt von seiner *Verwendung* ab. Schließt die Aufzählung der möglichen Verwendungen des Stoffes mit „etc.“ bzw. „Sonstiges“, so gilt das Einsatzverbot auch für alle weiteren, nicht spezifizierten Verwendungen. Andernfalls gilt das Verbot nur für die explizit genannte Verwendung. Mit ihrer Umweltpolitik hat sich die Heidelberger Druckmaschinen AG verpflichtet, über die Maßstäbe des Gesetzgebers hinaus Umweltschutz zu betreiben. Es gilt daher folgende Regel: Alle Reinstoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die Elemente der *Roten Liste* enthalten, sind vom Einsatz in Produkten der Heidelberger Druckmaschinen AG ausgeschlossen.

Die *Anweisung zur umweltgerechten Werkstoffauswahl* dient der Prüfung, inwieweit ein Werkstoff aus ökologischer Sicht geeignet für ein bestimmtes Produkt und einen bestimmten Einsatzbereich ist. Dies hängt von einer Reihe von Kriterien ab, z.B.:

- In welchem Umfeld wird das Produkt eingesetzt? (Korrosionsbeständigkeit)
- Wie lange wird das Produkt eingesetzt? (Haltbarkeit)
- Ist sichergestellt, dass das Produkt am Ende seines Lebens recycelt wird? (Recyclierbarkeit)
- Wird das Produkt häufig transportiert? (Gewicht)

Deshalb kann keine „Grüne Liste“ mit Empfehlungen für umweltgerechte Werkstoffe herausgegeben werden. Ob ein Werkstoff ökologisch geeignet ist, muss von Einzelfall zu Einzelfall entschieden werden. Die in der Anweisung enthaltene Tabelle soll den Produktentwickler bei dieser Entscheidung unterstützen.

Die *Arbeitsanweisung umweltgerechte Verpackung* gibt Richtlinien zu diesem Themenbereich. Verpackungen werden von Kunden und Öffentlichkeit bewusst wahrgenommen – eine umweltgerechte Verpackung bietet daher die Chance, die Glaubwürdigkeit im Umweltschutz zu unterstreichen.

Folgende allgemeine Regeln sind zu beachten:

- Mehrwegsysteme für innerdeutsche Transporte aufbauen
- gut recycelbares Verpackungsmaterial verwenden
- möglichst Recyclate/ aufbereitetes Material verwenden
- Kunststoffverpackung gemäß DIN 6120 kennzeichnen
- möglichst wenig verschiedene Materialien einsetzen
- Verpackung leicht halten und an die Transportwege anpassen

III. Recyclinggerechte Konstruktion

Die *Anweisung zur Kennzeichnung von Formteilen* ermöglicht dem Entsorger, die in einem Gerät enthaltenen Werkstoffe zu identifizieren und diese einem optimalen Recyclingprozess zuzuordnen. Die Vorgaben gelten für die Kennzeichnung von Formteilen aus Kunststoffen und Metallen.

Ein hochwertiges Recycling ist nur möglich, wenn sich ein Produkt schnell in einzelne Werkstoffgruppen zerlegen lässt. Hierzu wurde eine *Anweisung zur Werkstoffverträglichkeit* entwickelt. Durch die Wahl verträglicher Werkstoffe kann die Anzahl der Werkstoffgruppen und damit die Anzahl der zu lösenden Verbindungen reduziert werden – die Demontage wird schneller und kostengünstiger.

Für Instandhaltung, Aufarbeitung und Recycling der Geräte ist es wünschenswert, dass sich Bauteilgruppen schnell und kostengünstig demontieren lassen. Die *Anweisung für demontagegerechte Verbindungen* gibt einen Überblick, wie einzelne Verbindungen diese Anforderungen erfüllen. Sie bezieht sich vor allem auf die folgenden Komponenten:

- verschleißanfällige Teile
- Bauteile zur Aufarbeitung (Gebrauchskomponenten)
- Bauteile zur Aufrüstung
- im Recycling unverträgliche Teile (z.B. Verbindungen zwischen Stahl und Aluminium)
- für das Recycling wertvolle Teile (z.B. Elektronikplatinen, Motoren, Netzteile, große Aluminium- oder Kupferteile)
- Schadstoffe (z.B. Gasdruckfedern, LCDs)
- Bauteile (z.B. Gehäuse), die den Zugang zu den oben beschriebenen Teilen versperren

Bei der Auswahl einer demontagegerechten Verbindung sind die folgenden Fragen zu berücksichtigen: Wie schnell lässt sich die Verbindung lösen? Kann die Verbindung mit Universalwerkzeug und ohne Demontagevorrichtungen gelöst werden? Soll die Verbindung zerstörungsfrei gelöst werden? Muss die Verbindung wieder montierbar sein? Kann der gleiche Verbindungstyp wie im restlichen Gerät verwendet werden? Kann die Verbindung auf Dauer, z.B. durch Korrosion untauglich werden?

IV. Weitere Hinweise zur umweltgerechten Produktgestaltung

In diesem Teil des Handbuchs werden zwei Umweltstudien vorgestellt, die im Rahmen des Forschungsprojektes durchgeführt wurden:

- a) Umweltstudie TOPAZ 2+
- b) Recyclingstudie Delta Tower

V. Öko-Audit

Der letzte Teil des Handbuchs bietet eine Liste der bei Heidelberg Prepress im Rahmen des Öko-Audits im Betrieb freigegebenen Gefahrstoffe.

Bindende Umweltleitlinien für den Gesamtkonzern

Das in diesem Projekt für die Heidelberger Business Unit Prepress entwickelte Umwelthandbuch diente als Basis zur Entwicklung der Entwicklungsleitlinien Umwelt. Vier von ihnen sind derzeit in der Diskussion, um in ihrer endgültigen Fassung bindend für den gesamten Konzern festgelegt zu werden (s. unten kursiv). Die Leitlinien fassen für die Heidelberger Druckmaschinen AG bindende rechtliche und sonstige Anforderungen zu folgenden Themen zusammen:

- *Kritische Stoffe (Gesetzgebung und Einkauf, Liste kritische Stoffe),*
- *Batterien (Auswahl, Kennzeichnung, Positionierung),*

- Kennzeichnung (Kunststoffteile, Metallteile),
- Energieeffizienz,
- Schmierstoffe,
- Emissionen (Arbeitsplatz-Konzentration, Abluft-Konzentration, Lärm, Messverfahren),
- Abfalleffizienz,
- Entsorgungsanweisung,
- Recyclinggerechte Konstruktion

Die Leitlinien dienen somit einer umfassenden internen und externen Information. Sie stellen Rahmenleitlinien dar, die innerhalb der einzelnen Standorte innerhalb eines festzulegenden Zeitraums detailliert ausgearbeitet werden müssen. Die Leitlinien geben normative Verweise.

Umwelt in den Quality Gate Prozess

Die wichtigste Erkenntnis der letzten Jahre in der ökologischen Produktentwicklung war: Umweltschutz muss in bestehenden Prozessen verankert werden. So durchläuft jedes Heidelberg Produkt einen formalisierten Entwicklungsprozess mit *Quality Gates* (vgl. Abbildung 7). Zu bestimmten Abschnitten der Entwicklung, den so genannten Gates, entscheidet ein abteilungsübergreifendes Team über das weitere Vorgehen und die Freigabe beantragter Mittel und Zeitpläne. In diesen Prozess hat sich die Umweltabteilung eingeklinkt.

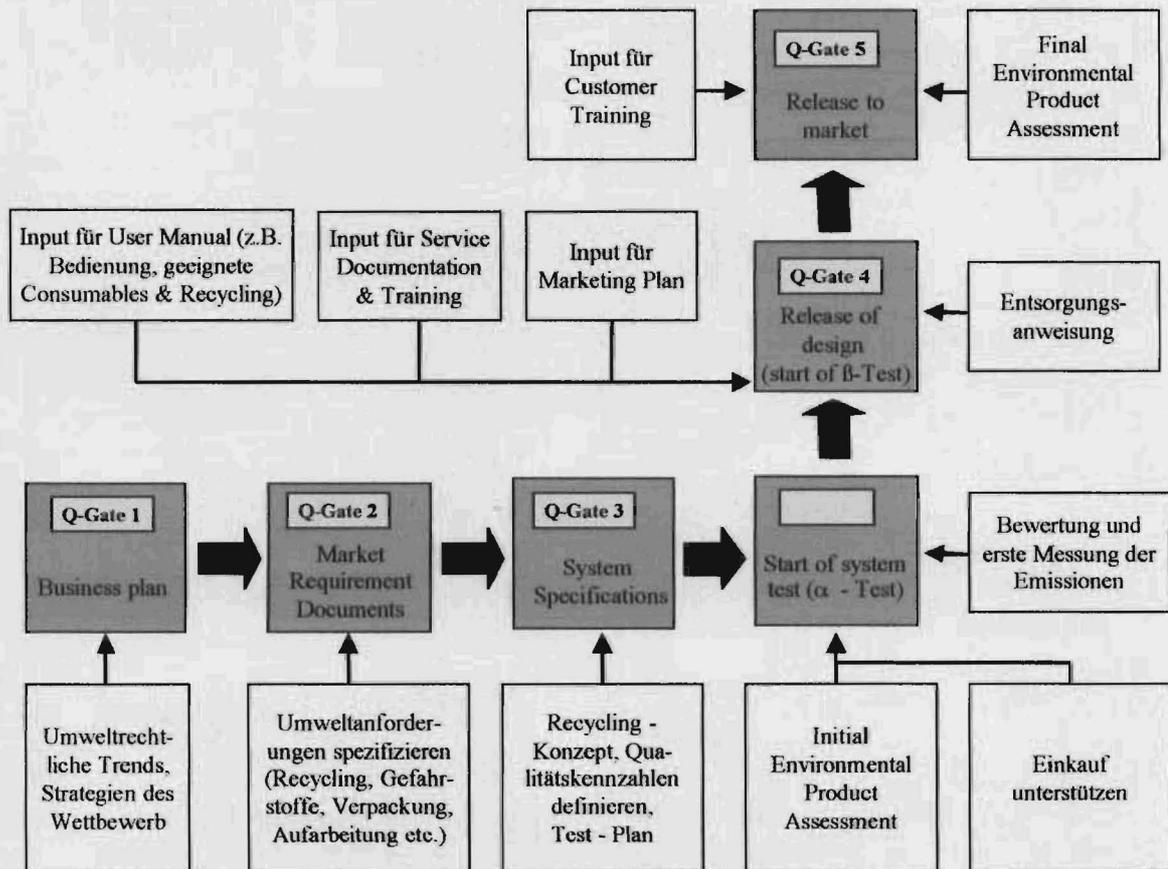


Abbildung 7: Quality Gate Prozess

Einige Beispiele verdeutlichen die Vorgehensweise: Für große Projekte wird eine umfangreiche Chancen- und Risikoanalyse durchgeführt (GESTE Analyse). Neben wirtschaftlichen, soziodemografischen, technischen und Gesetzgebungs- sowie System-bezogenen Trends steht der Umweltschutz als Kriterium. Die Frage „Welche Chancen und Risiken bietet der Umweltschutz für das geplante Produkt?“ wird zusammen mit der Umweltabteilung beantwortet. Auch das Lastenheft jeder Neuent-

wicklung muss die Umweltausschuss passieren. So kommt es, dass den Entwicklern konkrete Umweltziele, z.B. „Reduktion des Energieverbrauchs gegenüber dem Vorgängerprodukt bei gleicher Geschwindigkeit um 10%“, ins Buch geschrieben werden. Vor der Marktfreigabe formuliert die Umweltausschuss eine Empfehlung bezüglich eventuell zu erwartender Umweltprobleme – die Entscheidung der Freigabe trifft der Vorstand. Hierfür bedient man sich einer Checkliste, in der alle relevanten Anforderungen zusammengefasst sind. Die Einhaltung der Anforderungen werden zur Produktabnahme am Quality Gate 5 überprüft. Die Freigabe von Stoffen der roten Liste ist nur mit schriftlicher Bewilligung durch die Umweltbeauftragten des Standortes möglich.

Entsorgungsanweisung für den Kunden

Die Integration der Entsorgungsanweisung ist ein weiteres Ergebnis der intensiven Beschäftigung mit der lebenszyklusweiten ökologischen Produktgestaltung bei der Heidelberger Druckmaschinen AG im Rahmen dieses Projektes. Die Anweisung wird in die User-Dokumentation und auch in das Produkt eingebaut, damit es beim Entsorger sicher zur Verfügung steht. Die Anweisung gibt allgemeine Angaben zur Entsorgung des Produktes, Hinweise zu Wertstoffen und kritischen Stoffen und beschreibt die nötigen Demontageschritten.

Interne Kommunikation und Information

Projektbegleitend wurde zur Integrierung ökologischer Aspekte in die Produktentwicklung ein intensiver Kontakt und Erfahrungsaustausch innerhalb des Projektteams und mit einem weiteren Kreis relevanter MitarbeiterInnen in Kiel und Heidelberg gepflegt. Durch eine umfangreiche Befragung (Bedarfsanalyse) der MitarbeiterInnen der Produktentwicklung (inkl. Technischer ZeichnerInnen, LaborantInnen und Leitungsebene) wurden konkrete Möglichkeiten der Implementierung von ökologischen Produktgestaltungskonzepten in den täglichen Arbeitsablauf ermittelt. Außerdem wurde der erste Entwurf des Umwelthandbuchs im Hinblick auf seine Um- und Einsetzbarkeit in einem Workshop zur Diskussion gestellt. Die Ergebnisse der Bedarfsanalyse wurden mit der Leitung Produktentwicklung und den Umweltverantwortlichen in einem Workshop diskutiert. Anschließend wurden aufbauend auf diesen Ergebnissen weitere Tools zur Integration von Umweltaspekten in die Arbeit der Produktentwickler gestaltet und das Umwelthandbuch überarbeitet.

Das betriebsinterne elektronische Netzwerk (Intranet) steht für den Austausch und die Diskussion sämtlicher Fragen allen Heidelberg-Mitarbeitern zur Verfügung. Als ein wichtiges internes Kommunikationsmittel dient die Datenbank zur Sammlung umweltrechtlicher Information, die weltweit jedem Mitarbeiter über das Intranet zugänglich ist (vgl. Kap. 3.2.1: Umwelanforderungen identifizieren: ELIS die umweltrechtliche Datenbank).

Im Rahmen von *Schulungsveranstaltungen* (vgl. Anhang Tab. W) wurden die Projektergebnisse einer breiten Gruppe von MitarbeiterInnen vorgestellt. Schulungsunterlagen wurden zu den Themen *EMAS und Quality Gate*, *Marketing und Service/Ersatzteile*, *Umweltentwicklungshandbuch und Produktentstehungsprozess* und *Ökologische Produktgestaltung* entwickelt und auf verschiedenen Mitarbeiterseminaren eingesetzt. Teilnehmer waren hauptsächlich Entwicklungsingenieure und Konstrukteure.

Um für die Mitarbeiter die Relevanz der Umweltthemen im Unternehmensalltag präsent zu halten und ihre Motivation zu steigern wurde ein *Bildschirmschoner zum Thema Ökologische Produktgestaltung* entwickelt. Dieser steht in deutscher und englischer Sprache zur Verfügung und kann so auch von den ausländischen Standorten genutzt werden. Mit kurzen Slogans und erläuternden Sätzen erscheinen randomisiert Leitsätze zu relevanten Umweltthemen. Eine Auswahl stellt Tabelle 5 vor:

Tabelle 5: Einige Slogans des Bildschirmschoners zum Thema Ökologische Produktgestaltung

Thema	Slogan
Energie	Immer schön cool bleiben! Geräte mit möglichst geringer Wärmeentwicklung im Gebrauch gestalten.
Material	Heute schon ans Abspecken gedacht? Wie können Material- und Energieeinsatz noch weiter reduziert werden?
Gefahrstoffe	Rote Karte für Gefahrstoffe! Gefahrstoffe dürfen nicht in die Produkte eingehen. Prüfen Sie die eingesetzten Stoffe mit der Gefahrstoffliste.
Lebenszyklus	Heute schon an morgen denken und in richtige Bahnen lenken! Bei der Produktentwicklung den gesamten Lebenszyklus überdenken und optimieren.
Langlebigkeit, Kreislauf, Recycling	Auf ein langes Leben! Reparatur, Instandhaltung und Upgrading verlängern das Produktleben.
Demontage	Auf die richtigen Verbindungen kommt es an! Verbindungen in ihrer Anzahl gering und einheitlich, gut sichtbar, auffindbar und zugänglich, leicht lösbar und zerstörbar wählen
Kennzeichnung	Kennzeichnung zeichnet Sie aus! Produkte sollten zur besseren Kreislauffähigkeit gekennzeichnet sein.
Methodik	Schon gelesen? Nutzen Sie die Umwelt-Leitlinien bei der Entwicklung der Geräte.
Kommunikation	Mehr Umwelt ins Umfeld! Nutzen Sie die neu entwickelten Möglichkeiten zur verstärkten Kommunikation der Umweltthemen im Betrieb.

Ein für die Heidelberger Druckmaschinen AG entwickeltes dreiteiliges Poster zu den Fragen *Umweltschutz bei Heidelberg: Warum? Was? Wie?* greift die Slogans des Bildschirmschoners im Plakat *Was* auf und ergänzt diesen Teil durch die Begründung, *Warum* Umweltschutz für die Heidelberger Druckmaschinen AG relevant ist und *Wie* (mit welchen Methoden) er im Unternehmen verfolgt werden soll (vgl. Abbildung 8).

Abbildung 8: Dreiteiliges Poster zum Thema Ökologische Produktgestaltung



3.2.5 Ökologischen Mehrwert der Produkte verkaufen

Marketing

Trotz einer eher konservativen Haltung der Druckindustrie, die Umweltschutz nur insofern als wichtig erachtet, wenn er kostensenkend wirkt (Sondermüllaufkommen) oder die Arbeitssicherheit beeinträchtigt (gesundheitliche Gefährdungen der Mitarbeiter), muss ein Unternehmen, das ökologische Produktgestaltung betreibt, auch prüfen und entscheiden, ob es Sinn macht, diese zusätzlichen Produktqualitäten zu vermarkten und kommunizieren. Das kann mit einer behutsamen Sensibilisierung der Kunden verbunden werden.

Neben den normalerweise im Investitionsgüterbereich angepriesenen Vorzügen eines Produktes, wie z.B. der zu erwartenden Produktivitätssteigerung, des niedrigen Preises, der geringen „total cost of ownership“, der hohen Qualität, der langen Lebensdauer und vielem mehr, kann ein Investitionsgut das auch ökologische Vorteile bietet, den potenziellen Kunden von der Hochwertigkeit des Angebots und der Innovationskraft des Unternehmens überzeugen. So besteht eine Möglichkeit, sich gegenüber den Wettbewerbern zusätzlich zu profilieren und, bei ansonsten gleichwertigen Gütern, letztlich den Kunden zu gewinnen.

Im Rahmen dieses Projekts wurden in einer Diplomarbeit Vorschläge erarbeitet, wie ökologische Argumente in das bestehende Marketing eingefügt werden können.

Kommunikationspolitik

- umfassende Beratung durch qualifiziertes, kompetentes Verkaufspersonal,
- Bereitstellung von angemessenen Informationsmaterial über die Umweltbelastungen und -gefährdungen, die von der Benutzung der Geräte ausgehen könnten, sowie über gesetzliche Umweltauflagen, die in diesem Zusammenhang zu beachten sind,
- Beratung der Kunden, die ein Öko-Audit durchgeführt hat oder die Durchführung plant,
- Beantragung allgemein anerkannter Umweltzeichen für die Produkte,
- Angemessene Informationen über die Umweltproblematik von Verbrauchsmaterialien;

Preispolitik

- Erhöhung der Preistoleranz durch umweltfreundlichere Produktion auf Grund der Einsparung von Produktionsschritten Kostensenkungen und größere Zuverlässigkeit,
- Vorteile könnten zusätzlich durch staatliche Fördermaßnahmen erzielt werden;

Distributionspolitik

- Wahl umweltschonender Transportmittel,
- größere Verpackungen als stabile, wiederverwertbare Mehrwegverpackungen, kleinere umweltschonendere Verpackungen, die nach der Installation von den Servicetechnikern entsorgt werden, Verzicht auf Kunststoffe in der Verpackung,
- Demontage und Rücknahme der Produkte nach Ablauf der technischen Lebensdauer durch die Heidelberger Druckmaschinen AG;

Imagebildung für das gesamte Unternehmen

- die ökologische Ausrichtung der Heidelberger Druckmaschinen AG sollte mit branchenunabhängigen PR-Aktionen unterstrichen werden,
- mit produktunabhängigen Beratungsangeboten sollte Kunden und Interessenten ein Zusatzangebot zur Verfügung stehen,
- der Umweltschutz sollte im gesamten Unternehmen praktiziert werden.

Um den zukünftigen Entwicklungen gewachsen zu sein, sollte die Ökologie auch weiterhin glaubwürdig in das Unternehmen integriert und als zusätzliches Qualitätsmerkmal dargestellt werden. Nachfrager, die zunehmend durch umweltpolitische Gesetze und Verordnungen unter Druck geraten, werden in Zukunft von den Anbietern eine größere Kompetenz in diesem Bereich erwarten. Als Anbieter von ganzen Systemen hat die Heidelberger Druckmaschinen AG die Möglichkeit, sich gegenüber den

Wettbewerbern durch die umfassende Kompetenz, die auch entsprechende Beratungen und Dienstleistungen beinhaltet, zu profilieren.

Dagegen kann eine unglaubwürdige Implementierung des Umweltschutzes zu einer Glaubwürdigkeitslücke führen, die auch auf die anderen Qualitätsmerkmale der Produkte projiziert wird und das Image des Unternehmens beschädigt. Es ist darum empfehlenswert, ein Konzept für ein ökologisches Marketing als integriertes Gesamtkonzept zu entwickeln ohne Teilbereiche auszusparen.

Externe Kommunikation

Externe Kommunikation (der ökologischen Zielrichtung) betreibt die Heidelberger Druckmaschinen AG auf vielfältige Weise. Ein wichtiges Kommunikationsmittel ist der jährlich erscheinende *Umweltbericht* der z.B. die Umweltpolitik des Unternehmens darstellt:

Ziele der Umweltpolitik aus dem Report 2000/2001:

- bedienungssichere, kostengünstige und umweltverträgliche Lösungen für Produkte und Produktherstellung,
- Einhaltung der behördlichen Auflagen, Gesetze und Verordnungen gemäß dem Stand der Technik,
- Vermeidung von Unfällen und Störungen des Betriebsablaufes durch aktive Vorsorge (Bewahrung der Gesundheit von Mensch und Umwelt),
- Offener Dialog und aktive Informationspolitik mit der Öffentlichkeit,
- sparsamer Einsatz von Rohstoffen und Energie, Vermeidung von Abfall und Unterstützung der Wiederverwertung, kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes,
- Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter zu einem verantwortlichen Umweltbewusstsein.

Extern kommunizierte die Heidelberger Druckmaschinen AG ihre Umweltaktivitäten auch auf der *Messe DRUPA 2000*, der weltweit größten Fachmesse der Druckindustrie. Dort war das Unternehmen mit einem eigenen Umweltcenter vertreten. Den Kunden standen dort Produktentwickler, Verkäufer und Umweltexperten als Ansprechpartner zur Verfügung.

Darüber hinaus veröffentlicht das Unternehmen unter dem Titel *Druck&Umwelt* eine Broschürenreihe, die über Umweltschutz in Druckereien informiert und Wege zeigt, wie Heidelberg-Produkte umweltgerecht eingesetzt werden können. Schwerpunktthemen dieser Broschüren sind z.B.: *Alkoholreduziert drucken – Senkung der IPA-Emissionen*, *Umweltgerechte Lösungen – Partner der Produktionsbetriebe*, *Speedmaster Star-Konzept – Ökonomisch und ökologisch drucken*, oder *Reinigungsmittel effektiv einsetzen – Vom Einsatz bis zur Wiederverwertung*.

Auch die Internetseiten der Heidelberger Druckmaschinen AG (www.heidelberg.com/DE/87/28.html) kommunizieren die Umweltaktivitäten des Konzerns.

Aktivitäten auf Fachkongressen

Die Erfahrungen, die in diesem Projekt gewonnen wurden, konnten während seiner Laufzeit in internen und externen Workshops vorgestellt und diskutiert werden, z.B. zur Erarbeitung von Kriterien zur ökologischen Produktgestaltung. Desweiteren stellte das Forschungsteam die produktbezogenen Umweltaktivitäten der Heidelberger Druckmaschinen AG auf zahlreichen Veranstaltungen vor und diskutierte die Ansätze mit der Fachöffentlichkeit (vgl. Tabelle Y im Anhang).

Das Projekt endete mit einem erfolgreichen öffentlichen *Abschlusskongress*, zu dem Vertreter anderer Unternehmen, aus den Bereichen Wissenschaft, Verbände und Presse eingeladen waren (vgl. Abbildungen 9 und 10). Dieser fand am 5.12.2001 ganztägig in Kiel statt. Vormittags wurden die Projektergebnisse vom Umweltbeauftragten des Kieler Standortes Henning Eggers vorgestellt und durch zwei weitere Vorträge zum Thema *Größe versus Flexibilität? Spezifische Vorgehensweisen der ökologischen Produktgestaltung in großen/ multinationalen und kleinen/ mittelständischen Unternehmen* (Ursula Tischner, econcept und Ingrid Amon-Tran, Heidelberger Druckmaschinen AG) ergänzt. Anschließend fand eine fruchtbare Diskussion der Projektergebnisse statt.

Nachmittags wurden 2 Themenbereiche in parallelen Workshops vertieft, die jeweils von einem Moderator geleitet und durch ein Einführungsstatement zweier Referenten eröffnet wurden:

- End-of life Management

Referent: Georg Karl, Agfa: „Rücknahme, Aufarbeitung, Reuse, Demontage und Recycling von Produkten: Wie können diese Schritte elegant und kosteneffizient im Unternehmen organisiert werden?“

- Produktdatenmanagement

Referent: Dr. Michael Arretz, Otto Versand: „Daten entlang des gesamten Lebenszyklus von Produkten erheben und managen (Stichwort Supply Chain Management) – wie wird das machbar?“

Einige Ergebnisse des Workshops:

Die kritische Betrachtung der *LCA als Methode* der Produktbewertung in der betrieblichen Praxis wurde von den Teilnehmern weitgehend bestätigt. Insbesondere die Kette der Vorprodukte ist oft zu lang, um alle Bestandteile zurückzuverfolgen und aus der Bewertung Anforderungen an die Zulieferer zu stellen. Gerade kleine Unternehmen können nur wenig Einfluss auf die Zulieferer ausüben. Allgemein scheint ein Datenmanagement sinnvoller als eine LCA zu sein, welches sich z.B. auf die Parameter „Verbrauch“ und „Schadstoffe“ konzentriert. Für detaillierte Informationen, insbesondere die Analyse der Umweltwirkungen zu einem Produkt oder Prozess, mag weiterhin die LCA dienen. Wichtiges Standbein einer nachhaltigen Unternehmenspolitik ist auch der soziale Bereich, d.h. *Arbeits- und Gesundheitsschutz*. Der Fokus der Druckmaschinenindustrie sollte in Zukunft stärker auf der Nutzenphase in den Druckereien liegen. Berufsbedingte Erkrankungen können beispielsweise durch den Einsatz von Lösemitteln und Staub hervorgerufen werden. Hierzu müssen alle Akteure entlang der Wertschöpfungskette zusammenarbeiten, die Probleme thematisiert und eingegrenzt werden. Dabei spielt der Kunde eine wichtige Rolle, da er die Wahl der Betriebsmittel bestimmt. Darüber hinaus sind die Kooperation und der Informationsfluss zwischen den Unternehmen und der Berufsgenossenschaft unerlässlich (Anregung von Seiten der Berufsgenossenschaft).

Verschiedene Wege können begangen werden, um *Umweltaspekte in den betrieblichen Alltag* zu integrieren. Schulungen der Mitarbeiter können das Bewusstsein für die Thematik öffnen und vertiefen, sie bleiben aber häufig zu allgemein. Projekte und direkte Gespräche zwischen den Vertretern der Umweltschutzabteilung und verantwortlichen Mitarbeitern der Prozesskette sind jedoch konkreter und motivierender. Wichtiges Ergebnis dieses Projektes ist die Notwendigkeit eines pragmatischen Ansatzes, der schnell überzeugende Ergebnisse liefert und auf diese Weise Mitarbeiter jeder Unternehmensstufe motiviert und aktiviert am Projektentwicklungsprozess mitzuwirken. Die Transfermaterialien müssen die Fachleute erreichen und sehr leicht verständlich sein.

Upgrading scheint ein von den Unternehmen gefragter Schritt in Richtung Nachhaltigkeit zu sein, insbesondere bei teuren, langlebigen Geräten.

Oft spricht der Kunde auf die Ökologische Zielrichtung des Unternehmens nicht (gut) an. Vorschläge dazu, wie der *Ökologie zum Durchbruch verholfen werden kann* wurden wie folgt erarbeitet:

- Label,
- Generell mehr Information des Kunden, insbesondere über Einsparungen (allgemein und ökologische),
- Entfrachtung des Marketings vom „Öko-Image“,
- Nutzen mehr in den Vordergrund stellen,
- Datenmanagement für die Nutzungsphase, Datenerfassung für z.B. Reparatur, Upgrading, Recycling.

Abbildung 9: Impressionen vom Abschlusskongress





Ein Scanner auf Öko-Diät

Kiel (met) Umweltschonende Produktion und ökologisch verträgliche Produkte: Das durchzusetzen kostet Geld – es bringt aber auch Vorteile. Dieses Wissen ist bei Deutschlands Managern heute weit verbreitet. Dennoch fließen Umweltaspekte bei der Konzeption neuer Produkte oftmals eher zufällig ein. Wie der Umweltschutz systematisch in die Produktgestaltung einbezogen werden kann, hat die Heidelberger Druckmaschinen AG im Rahmen eines dreijährigen Forschungsprojektes am Standort Kiel ausgelotet. Ziel des knapp eine halbe Million DM teuren und von der Deutschen Umweltstiftung geför-

derten Vorhabens war es, alle umweltrelevanten Stärken und Schwächen der Heidelberg-Produkte herauszustellen. Dann wurden in Zusammenarbeit mit der Kölner Unternehmensberatung econcept Methoden erarbeitet, mit denen die Geräte im Unternehmensalltag verbessert werden können. „Dabei wurden alle Bereiche einbezogen – von strategischem Management, über Produktentwicklung bis zum Marketing“, sagt Heidelberg-Umweltmanager Henning Eggers.

Was sich theoretisch anhört, kann sich in der Praxis sehen lassen, wie Eggers gestern vor Experten aus dem ganzen Bundesgebiet anhand eines Bei-

spiels erläuterte: Als eine Art Übungsprojekt wurde der Scanner „Topaz 2+“ auf den Prüfstand gestellt. Das Nachfolgermodell verbraucht nicht nur 20 Prozent weniger Strom, sondern ist auch wesentlich leichter (90 statt 150 Kilo) und lässt sich zudem leichter zerlegen und entsorgen.

Warum eilt Heidelberg dem Gesetzgeber voraus? Eggers: „Wer erst handelt, wenn er dazu gezwungen ist, muss das teuer bezahlen“. Natürlich erhofft sich das Unternehmen Vorteile im Wettbewerb. Angesichts der Konkurrenz seien jedoch höhere Preise für umweltschonende Produkte kaum durchsetzbar.

Abbildung 10: Presseresonanz auf den Abschlusskongress (Kieler Nachrichten 2. Dezember 2001)

Publikationen

Allgemeine nutzbare Informationen und Dokumentationen zum Projekt wurden im *Internet* und in *Publikationen* der Öffentlichkeit zugänglich gemacht (vgl. Anhang Tab. Y). Im Rahmen des Projektes durchgeführte Diplomarbeiten listet Tab. Z im Anhang auf.

3.3 Diskussion der Ergebnisse

Wurde die ursprüngliche Zielsetzung erreicht?

Die für dieses Projekt ursprünglich gesteckten Ziele sind größtenteils erfolgreich erreicht worden. Die entwickelten Tools zur ökologischen Produktgestaltung konnten im Unternehmen implementiert werden:

- Umwelthandbuch und -leitlinien,
- die Aufnahme der ökologischen Anforderungen in den Quality Gate Prozess,
- die Mitarbeiterinformation und -motivation durch die entwickelten Poster und den Screensaver zum Thema ökologische Produktgestaltung

Besonders erfreulich ist, dass die Beachtung/Einhaltung der im Projekt entwickelten Leitlinien konzernweit bindend werden sollen. Es ist davon auszugehen, dass die entwickelten Tools auch in Zukunft zum Einsatz kommen und fortentwickelt werden.

Life-Cycle-Assessment (LCA) und Life-Cycle-Costing (LCC) – Diskussion der Methodik

LCA – als Methode brauchbar?

Die LCA des Scanners (Topaz 2+) beschäftigte einen Diplomanden und den Projektbeauftragten der Heidelberger Druckmaschinen AG während mehrerer Monate. Trotz des großen Aufwands gelang es nicht annähernd, die Studie so sorgfältig durchzuführen, dass sie der in der ISO Norm 14040 standardisierten LCA-Methodik ausreichend genügen würde. Tausende von Teilen sind im Produkt verarbeitet. In der Betriebsorganisation liegen für viele Baugruppen und Materialien ungenügende Kenntnisse zu Zusammensetzung und Gewichten vor. Ein großer Teil der Baugruppen wird von Lieferanten vormontiert. Die verfügbaren LCA-Materialiendatenbanken stellen für eine Vielzahl von Materialien und Stoffe keine oder nur ungenügende umweltrelevante Informationen bereit. Es dürfte kaum gelingen, ein komplexes Produkt auch bei erheblicher Steigerung des Einsatzes von Ressourcen (Personenzeit) ausreichend zu bilanzieren. **Die ISO 14040 ist als Methodik für die Life-Cycle-Untersuchung komplexer Maschinen nicht brauchbar. Andere Methoden müssen eingesetzt werden.**

Dennoch ist der Life-Cycle-Ansatz für die ersten orientierenden Untersuchungen der richtige Ansatz. Die Erhebungen (und auch die groben Abschätzung) im Rahmen der LCA zu eingesetzten Materialien, zu Herstellungsverfahren, zur Transportlogistik, zu Aufwendungen in der Nutzenphase, geben den Konstrukteuren und Herstellern wertvolle Hinweise, um Optimierungspotenziale zu identifizieren. Auf der Basis zweier Bewertungssysteme (Eco-Indicator und Kumulierter Energieaufwand KEA) konnten die Material- und Energiebilanzen des Scanners hinreichend sicher bewertet werden. Als wesentliche Komponenten einer verkürzten Life-Cycle-Analyse, die betriebsnah anwendbar ist, wurden daher festgelegt:

- Erstellung einer Materialdatenbank des Produktes (Art, Menge, Fertigungsverfahren der eingesetzten Materialien)
- Erstellung bzw. Abschätzung der in der Nutzenphase und über die Produktlebensdauer genutzten Verbrauchsmaterialien und Energie
- Vergleich Materialintensität Herstellung zu Nutzenphase
- Optimierung in der Nutzenphase (beispielhafte Konstruktionsvorschriften, Anwenderschulungen etc.)
- Optimierung in der Herstellungsphase durch Auswahl von Materialien mit gleichen technischen Eigenschaften, mit geringeren Umweltbelastungen und von Fertigungsverfahren mit geringeren Umweltbelastungen durch betriebsinterne Bereitstellung von entsprechenden Materialdatenbanken (KEA, MIPS, Eco-Indicator) und Fertigungsdatenbanken.
- Identifikation von Gefahrstoffen
- Optimierung der Entsorgung durch Konstruktionsvorschriften etc.
- Kundeninformation über den ökologisch-orientierten Gebrauch der Maschinen

Um den Aufwand der LCA im Betriebsalltag zu reduzieren, müsste eine breite Datenbasis vorliegen und das LCA-Softwaretool mit dem in der Produktentwicklung eingesetzten CAD-System gekoppelt werden. Die Analyse könnte dann mit vertretbarem Mehraufwand von Nicht-Umweltfachleuten er-

stellt werden. Außerdem kann dem Konstrukteur ein weiteres Entscheidungsmerkmal an die Hand gegeben werden. Da dies derzeit nicht realisiert werden kann, wurde bei der Heidelberger Druckmaschinen AG entschieden, eine LCA in der oben beschriebenen Form in Zukunft nicht durchzuführen. Sie scheint unter diesen Umständen zu aufwändig.

Die *Lebenskostenanalyse* konnte nicht lebenszyklusweit durchgeführt werden, da sich dies ebenfalls als zu zeit- und informationsintensiv herausstellte. Eine lebenszyklusweite Analyse der Kosten wurde mit den Vertretern des Unternehmens diskutiert, die komplette Durchführung jedoch als nicht prioritär bewertet. Im Projekt wurde daher auf den für die Kunden des Unternehmens interessanten Teil der Entsorgung von Verbrauchsmaterialien im Gebrauch einiger Produkte der Heidelberger Druckmaschinen AG fokussiert.

In diesem Zusammenhang wurde innerhalb des Unternehmens ebenfalls das Thema *Ökoleasing* diskutiert und auch als Thema des Abschlusskongresses behandelt. Da das Unternehmen in diesem Bereich jedoch für die nähere Zukunft keine Chancen sieht, wurde das Thema innerhalb des Projektes für Geräte der Druckvorstufe nicht weiter vertieft.

Strategie der Implementation im Unternehmen

Verschiedene Wege können begangen werden, um Umweltaspekte in den betrieblichen Alltag zu integrieren. Schulungen der Mitarbeiter können das Bewusstsein für die Thematik öffnen und vertiefen, sie bleiben aber häufig zu allgemein. Projekte und direkte Gespräche zwischen den Vertretern der Umweltautorität und verantwortlichen Mitarbeitern der Prozesskette sind jedoch konkreter und motivierender. Wichtiges Ergebnis dieses Projektes ist die Notwendigkeit eines pragmatischen Ansatzes, der schnell überzeugende Ergebnisse liefert und auf diese Weise Mitarbeiter jeder Unternehmensstufe motiviert und aktiviert am Projektentwicklungsprozess mitzuwirken. Die Transfermaterialien müssen die Fachleute erreichen und sehr leicht verständlich sein.

Übertragbarkeit auf andere Unternehmen

Die Ergebnisse lassen sich sowohl auf kleine und mittelständische als auch auf große Unternehmen übertragen. Die Konzeption von Handbuch und Leitlinien zum Umweltschutz kann von jedem Unternehmen, gleich welcher Größe, übernommen und mit spezifischen Inhalten gefüllt werden. Umfang und Tiefe der von der Heidelberger Druckmaschinen AG aufgestellten Forderungen in Handbuch und Leitlinien hat und wird in Zukunft für andere Unternehmen Vorbildcharakter haben. Die plakative Unterstützung der Implementation ökologischer Gestaltungskonzepte durch die Poster und den Screensaver kann und sollte in jedem Unternehmen eine effektive Ergänzung im Implementationsprozess neuer Konzepte sein, die auch emotional anspricht. Dies muss sich nicht nur auf ökologische Konzepte beschränken. Die entwickelten Tools wurden auf dem Abschlussworkshop auch von anderen Unternehmensvertretern als aussagekräftig und praxistauglich bewertet.

3.4 Bewertung der Ergebnisse unter ökologischen, technologischen, ökonomischen Aspekten

Ökologie/Technologie

Das Projekt trägt einen hohen ökologischen Nutzen, technologische, methodische und organisatorische Verbesserungen gehen damit einher:

Hier sei noch einmal die Verwirklichung ökologischer und technischer Optimierungspotentiale im Scanner *NEXSCAN F4000* hervorgehoben, der als Nachfolgemodell des *TOPAZ 2+* Erfahrungen und Ergebnisse des Projektes widerspiegelt. Im Vergleich zum Vorgänger konnte z.B. der Stromverbrauch um 20% gesenkt werden, ein netzseitiger Hauptschalter und eine automatische Abschaltung der Durchlichtbeleuchtung wurden eingebaut und ein deutlich geringerer Materialeinsatz im Vergleich zum Vorgängermodell erzielt: 90 kg statt 150 kg Gesamtgewicht. Wichtig sind ebenfalls die im Projekt entwickelten, den Produktionsprozess begleitenden Maßnahmen, die ebenfalls einen hohen ökologischen Nutzen aufweisen: Erleichterung der Demontage des Aluminiums durch eine veränderte Ver-

bindungstechnik, Verzicht auf Beryllium, Kennzeichnung von Kunststoff und Aluminium, Entwicklung von Entsorgungsanweisungen und Stärkung der Zusammenarbeit mit den Lieferanten.

An anderen Geräten im Bereich Druck erzielte ökologische Verbesserungen:

- Recycling der Reinigungsmittel (Senkung des Verbrauchs um 80%),
- Entwicklung des neuen ökologischeren densitometrischen (Farbdichte-)Messverfahren,
- durch eine automatische Farbzuführung kann der Farbabfall bis zu 70% reduziert werden,
- Kühlung der Wärme aus dem Drucksaal mittels Wasserkühlung spart bis zu 40% des Energieeinsatzes im Vergleich zur üblichen Luftkühlung,

Ökologische Optimierungen, mit denen gleichzeitig soziale Verbesserungen, d.h. Verbesserungen von Arbeits- und Gesundheitsschutz erzielt werden konnten, waren z.B.:

- Alkoholreduziertes Drucken, die VOC-Emissionen sinken,
- Puderabsaugsystem verhindert Puderstaub in der Druckerei um mehr als 80%.

Ökonomie

Die Optimierung der Geräte hinsichtlich ökologischer Kriterien bringt wahrscheinlich auch die für eine dauerhafte Verfolgung ökologischer Ziele notwendigen ökonomischen Vorteile. Der ökologische Mehrwert der neu gestalteten Produkte ließ sich zu Werbe- und Imagezwecken einsetzen. Die Heidelberger Druckmaschinen AG konnte sich mit den neuen Geräten z.B. auf der Messe Druck und Papier 2000 gut darstellen und als innovatives, umweltbewusstes Unternehmen positionieren.

Auch dem Kunden bringen die neu gestalteten Geräte ökonomische Vorteile. So zum Beispiel durch die mit verbesserter Technologie erzielte Verringerung von Abfällen aus dem Druckprozess wie Reinigungsmittel oder Farbabfälle. Die Senkung des Energieverbrauchs der Geräte im Gebrauch verringert die Stromkosten des Nutzer. Eine verbesserte Montage, damit erleichterte Demontage und die Verwendung von recyclinggerechten Werkstoffen führen zu einer problemloseren Entsorgung und somit ökonomischen Gewinnen bei den Entsorgern, bzw. geringeren Entsorgungskosten bei den Nutzern.

3.5 Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse während und nach dem Vorhaben

S.o. externe Kommunikation und Tabellen im Anhang

4 – Fazit und Ausblick

Zusammenfassend können 4 wichtige Fragen wie folgt beantwortet und damit gleichsam das Projekt bewertet werden:

Wie soll das Projekt fortgeführt werden?

Wichtig für den anhaltenden Erfolg des Projektes ist die kontinuierliche Fortentwicklung der Projektergebnisse und die Übertragung auf den Gesamtkonzern. Hiermit hat sich die Heidelberger Druckmaschinen AG eine große, der Umwelt dienende Aufgabe gesetzt, die bereits innerhalb des Projektzeitraumes in Angriff genommen wurde.

Welche Erfahrungen wurden gemacht?

Rückblickend bewertend fassten die Heidelberger Druckmaschinen AG und die Agentur econcept das Projekt als sehr erfolgreich zusammen. Das Projekt hat sich gelohnt! Es hat neue konstruktive Ideen und Konzepte geliefert, die gut in den betrieblichen Alltag zu implementieren waren, neue Gestaltungskonzepte konnten bereits umgesetzt werden und fruchten nicht nur in ökologischen Gewinnen sondern bringen insbesondere den Kunden der Heidelberger Druckmaschinen AG ökonomische Vorteile. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vieler Abteilungen wurden hinsichtlich der ökologischen Ziele des Unternehmens sensibilisiert und motiviert.

Was würden wir noch einmal so machen?

Sowohl die Einbindung des Projektes auf höchster Ebene als auch die Beteiligung von Ansprechpartnern aus vielen Abteilungen erwies sich als effektive Strategie, die Ziele des Projektes zu verfolgen und auch zu erreichen. Die intensive Kommunikation des Projektthemas im Unternehmen war für diesen Prozess unabdingbar. Möglichst viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sollten in den Prozess involviert sein. Wichtig für den Erfolg des Projektes war ebenso die Zusammenarbeit und kritische Diskussion mit anderen Unternehmen. Hierbei sind sowohl Partner der Wertschöpfungskette gemeint wie Kunden und Entsorgern, aber auch Ansprechpartner ähnlicher Unternehmen. Gute Foren für den Austausch waren die internen und externen Projekt begleitenden Workshops. Mit der Anschlusspräsentation der Projektergebnisse intern auf der Betriebsversammlung und extern auf dem Abschlusskongress ist zwar das Forschungsprojekt beendet aber gleichzeitig eine Fortsetzung vorbereitet.

Was würden wir anders machen?

Für zukünftige Projekte wird es erfolgversprechend sein, noch kleinere Schritte zu gehen, um schneller Teilerfolge nachweisen zu können, die alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter überzeugen und mitziehen. Die konstruktive Diskussion braucht eine fundierte Information. Diese sollte in Zukunft mit einem weniger wissenschaftlichen Ansatz erfolgen, damit sie für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter leicht verständlich und umsetzbar ist. Insbesondere das Bewertungstool Life-Cycle-Assessment erwies sich für die betriebliche Praxis als nicht Ziel führend. Energie sollte investiert werden, die Produktentwicklungsabteilung von Anfang an in alle Schritte zu integrieren und Tools zu entwickeln, die möglichst wenig zusätzliche Arbeit erzeugen, oder sogar bestehende Aufgaben erleichtern. Ziel führend wird es sein, sich noch früher und noch stärker an bestehende Organisationsstrukturen und Prozesse anzulehnen.

Literaturverzeichnis

- BEHRENDT, S. et al: Umweltgerechte Produktgestaltung, Ecodesign in der elektronischen Industrie. Springer Verlag, Berlin/ Heidelberg, 1996.
- BEHRENDT, S., PFITZNER, R., KREIBICH, R.: Wettbewerbsvorteile durch ökologische Dienstleistungen. Umsetzung in der Unternehmenspraxis. Hrsg.: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT). Springer Verlag, Berlin/ Heidelberg, 1999.
- BERGMANN, G.: Umweltgerechtes Produkt-Design: Management und Marketing zwischen Ökonomie und Ökologie. Kriptel Verlag, Berlin, 1994.
- BETZ, G., VOGEL, H.: Das umweltgerechte Produkt. Luchterhand Verlag, Neuwied/ Berlin, 1994.
- BIRKHOFFER: Kolloquium zur Entwicklung umweltgerechter Produkte, Tagungsband des Sonderforschungsbereiches 392 der deutschen Forschungsgesellschaft, im Fachbereich Maschinenbau der technischen Universität Darmstadt, 1998.
- BIRKHOFFER: Kolloquium zur Kreislaufwirtschaft und Demontage. Tagungsband des Sonderforschungsbereiches 392 der deutschen Forschungsgesellschaft im Fachbereich Maschinenbau der technischen Universität Darmstadt, 1997.
- BRAUN, A., ROBERT, O.-S.: Vaillants Weg zur Business Exzellenz. Integration des Umweltmanagements in eine prozessorientierte Organisation. In: Das Umweltbewußte Unternehmen, s.S. 255-268. Hrsg.: Georg Winter. Franz Vahlen Verlag, München, 1998.
- BRINKMANN, T., EHRENSTEIN, G.-W., STEINHILPER, R. (HRSG.): Umwelt und recyclinggerechte Produktentwicklung. Anforderungen, Werkstoffauswahl, Gestaltung, Praxisbeispiele. 2 Bände, WEKA, Augsburg, 1994.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (HRSG.): Tagungsband. Von Cleaner Production zum Nachhaltigen Wirtschaften. Wien, 1999.
- CAPRA, F., et al: Innovations-Ökologie. Ein praktisches Handbuch für umweltbewußtes Industrie-Management. Hrsg.: Rüdiger Lutz, München, 1992.
- CIENS, R.: Zielsetzung am Beispiel einer Neuentwicklung. Aus: Umweltverträgliche Produktgestaltung, Planung, Werkzeuge, Umsetzung, Beispiele. Hrsg: Ferdinand Quella, Publicis M.C.D. Verlag, Erlangen/ München, 1998.
- DIN EN ISO 14001: Umweltmanagementsysteme – Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung, Europäische Verordnung des Rates Nr. 1836/93 (Öko-Audit Verordnung), 1996.
- DIN: Leitfaden für die Berücksichtigung von Umweltaspekten bei der Produktentwicklung und Normung. Beuth Verlag, 2001.
- EYRER, P.: Die Ganzheitliche Bilanzierung – Ein Werkzeug zum Planen und Wirtschaften in Kreisläufen, Springer Verlag, Berlin, 1996.
- FRÜHBRODT, E., HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG: LCA Software Review. An up-to-date overview of the European market, 1998.
- FUSSLER, C., JAMES P.: Die Öko-Innovation – Wie Unternehmen profitabel und umweltfreundlich sein können. Verlag: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1999.
- GOEDKOOP, M.: The Eco-Indicator 95; Manual for Product Developers, NOH-Report 9510, Utrecht, 1995.
- HAHNE, J.: Regelungsmanagement in der betrieblichen Forschung und Entwicklung (F&E). Bochum: Institut für angewandte Innovationsforschung, 1993.
- HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG (HRSG.): Report 2000/2001.
- HELLEBRANDT, S., RUBIK, F.: Produkt und Umwelt, Anforderungen, Instrumente und Ziele einer ökologischen Produktpolitik. Hrsg.: IÖW. Marburg, 1994.
- HOFFMANN, C., BAUER H., ILMBERGER F.: Kumulierter Energieaufwand und energieoptimierte Nutzungsdauer von Personenkraftwagen. Forschungsbericht. Hrsg.: UB/ TIB Hannover, 1995.
- HOPFENBECK, W., JASCH, C.: Öko-Design – umweltorientierte Produktpolitik. Landsberg/Lech, 1995.
- HOPFENBECK, WALDEMAR, JASCH, CHRISTINE, JASCH, ANDREAS: Öko-Audit: der Weg zum Zertifikat. Landsberg/Lech, Verlag Moderne Industrie, 1995.
- HÜBNER, H., SIMON-HÜBNER, D.: Ökologische Qualität von Produkten – ein Leitfaden für Unternehmen. Hrsg.: Hess. Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten. Wiesbaden, 1991
- INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHES RECYCLING (HRSG.): Ecodesign – Das Maß aller Dinge. Dokumentation der Fachtagung zur ökologischen Produktgestaltung am 28. und 29.11.1996. Berlin, 1996.
- ISO EN DIN 14041: Umweltmanagement – Ökobilanzen – Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz, 1998.
- ISO EN DIN 14042: Umweltmanagement – Ökobilanzen – Wirkungsabschätzung, 1999.
- ISO EN DIN 14043: Umweltmanagement – Ökobilanzen – Auswertung, 1999.
- KOTTMANN, H., LOEW, T., CLAUSEN, J.: Umweltmanagement mit Kennzahlen, Vahlen Vlg., München, 1999.

- KREIBICH, R. (HRSG.): Ökologisch produzieren – Zukunft der Wirtschaft durch umweltfreundliche Produkte und Produktionsverfahren. Weinheim/Basel, 1991.
- MAJER, H.: Ökologisches Wirtschaften. Wege zur Nachhaltigkeit in Fallbeispielen. Vlg. Wissenschaft und Praxis, Ludwigsburg/Berlin, 1995.
- NELLES, P.P., LEFFERS J.: Umweltverantwortung beginnt am Zeichenbrett. In: Die Mitbestimmung Bd. 2, 1994.
- QUELLA, F. (HRSG.): Umweltverträgliche Produktgestaltung. Planung, Werkzeuge, Umsetzung, Beispiele. Publicis M.C.D. Verlag, München, 1998.
- ROGALL, H.: Ökologische Produktgestaltung. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. Werkstattbericht Nr. 5, Berlin, 1993.
- SCHMIDT-BLEEK, F., et al.: MAIA-Handbuch. Einführung zur Materialintensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept. Wuppertal, 1995.
- SCHMIDT-BLEEK, F., TISCHNER, U.: Produktentwicklung. Nutzen gestalten – Natur schonen. Schriftenreihe Nr. 270 des Wirtschaftsförderungsinstituts Österreich, Wien, 1995.
- SCHMIDT-BLEEK, F.: Ökodesign. Vom Produkt zur Dienstleistungserfüllungsmaschine. Schriftenreihe Nr. 303 des Wirtschaftsförderungsinstituts Österreich, Wien, 1998.
- STAUDT, E.; KRIEGESMANN, B.; FISCHER, A.: „Umweltschutz und Innovationsmanagement“, in: Steger, U (Hrsg.): Handbuch des Umweltmanagements. Anforderung- und Leistungsprofile von Unternehmen und Gesellschaft. München: Beck, 329-341, 1992.
- TISCHNER et al.: Was ist Ecodesign? Ein Handbuch für ökologische und ökonomische Gestaltung. form Verlag Frankfurt, 2000.
- TISCHNER, U. (HRSG.): Umweltgerechte Produktentwicklung, Ökodesign. Seminarunterlagen zum Wochenblockseminar SS 96, 97 und 98, Fachhochschule Wedel, 1997.
- TISCHNER, U. (o. A.): Sustainability by Design? In: Towards Sustainable Europe. S. 214-215. Hrsg.: Friends of the Earth Europe/ Joachim Spangenberg, 2. Aufl. Wuppertal
- TISCHNER, U., SCHMIDT-BLEEK, F.: Designing Goods with MIPS. In: Fresenius Environmental Bulletin, Vol. 2, No. 8, pp. 407-490. August, 1993.
- TISCHNER, U.: Ecodesign als neue Unternehmensstrategie. In: Neue Ansätze in der Umweltökonomie. S. 504 - 522. Metropolis-Verlag. Marburg, 1996.
- TISCHNER, U.: Ökoeffizienz – eine neue Qualität im Design. In: Betriebliche Umweltwirtschaft. S. 93-126. Hrsg.: Malinsky A. H., Gabler Verlag, Wiesbaden, 1996.
- TRIEBEL, D.: Ökologisches Industriedesign. Rahmenfaktoren, Möglichkeiten, Grenzen. Deutscher Universitäts Verlag, Wiesbaden, 1997.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (HRSG.): Bewertung in Ökobilanzen. Methode des Umweltbundesamtes zur Normierung von Wirkungsindikatoren, Ordnung (Rangbildung) von Wirkungskategorien und zur Auswertung nach ISO 14042 und 14042. Version '99. Berlin, 2000.
- VDI-GESELLSCHAFT ENTWICKLUNG KONSTRUKTION VERTRIEB (HRSG.): Recycling – eine Herausforderung für den Konstrukteur. Düsseldorf, 1991.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (HRSG.): VDI-Richtlinie 2221 Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf, 1993.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (HRSG.): VDI-Richtlinie 2243. Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte. Düsseldorf, 1993.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (HRSG.): VDI-Richtlinie 4600 Kumulierter Energieaufwand – Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden. Düsseldorf, 1995.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, TECHNOLOGIEZENTRUM (HRSG.): Integrierter Umweltschutz. Eine branchenübergreifende Analyse. Düsseldorf, 1998.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, TECHNOLOGIEZENTRUM (HRSG.): Produkt- und Produktionsintegrierter Umweltschutz in der Elektroindustrie. Umfrageergebnisse. Düsseldorf, 1998.
- VON WEIZSÄCKER, E. U., LOVINS, A. UND H.: Faktor Vier. Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch. Bericht an den Club of Rome. München, 1995.
- WINTER, G.: Das umweltbewußte Unternehmen: Ein Handbuch der Betriebsökologie mit 28 Check-Listen für die Praxis. München, 1993.
- WRUK, H.-P., ELLRINGMANN, H. (HRSG.): Praxishandbuch Umweltschutz, Management, Methoden, Werkzeuge, Lösungsbeispiele, Umsetzungshilfen, Loseblattsammlung. Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, (jährliche Aktualisierung).

Anhang

**Tabellen zu
projektbegleitenden Schulungen
der Öffentlichkeitsarbeit
und Diplom- und Praktikumsarbeiten**

**Tabelle W
Tabelle X und Y
Tabelle Z**

Tab. W: Interne Schulungen zum Thema „Ökologische Produktgestaltung“

Wann	Wer	Wo	Thema
29.03.2000, 30.03.2000, 04.04.2000 Auffrischung: 13.03.2001, 15.03.2001.	Karl Petersen und Thomas Fischer	Heidelberger Druckmaschinen (Heidelberger Entwickler) (8 Veranstaltungen à 100 Personen);	EMAS und Quality Gate Schulungen
Juni 2000	Henning Eggers	Kiel Heidelberger Prepress	Schulung zum Marketing und Service/Ersatzteilen zum Thema Umweltentwicklungshandbuch und Produktentstehungsprozess
30.04.1998	Henning Eggers	Kiel Heidelberger Prepress	Ökologische Produktgestaltung -ESPRESSO-
07.12.2000	Eike Frühbrodt	Heidelberg	International Environmental Workshop: Ökologische Produktprüfung -Fallstudie-

Tab. X: Vorträge zum Thema „Ökologische Produktgestaltung“ auf Seminaren und Workshops

Wann	Wer	Wo	Thema
06.12.2000	Klaus-J. Oppermann	BV Junger Unternehmer	Blauer Planet im roten Bereich – Druck und Umwelt im Einklang mit der Natur
29.09.2000	Eike Frühbrodt	IUWA, PMA Heidelberg	Systematische Produktentwicklung
13.10.2000	Eike Frühbrodt	Future München	Produkte für die Zukunft gestalten
02.05.1999	Henning Eggers	VDMA	LCA – Ist ein Praxiseinsatz im Maschinenbau möglich?
05.12.2000	Henning Eggers	TU Darmstadt, Tagung „Verantwortung Umwelt – Herausforderung für die Produktentwicklung der Zukunft“	Umweltschutz und systematische Produktentwicklung
06. und 07. 12.2000	Henning Eggers	HDM internes Umwelt Worldmeeting	Umweltkennzahlen
29.11.1999	Manfred Tannrath	RWE Essen	Espresso
25.09.2000	Ursula Tischner	Prepress Kiel	Ecodesign Tools
12. und 13.10.2000	Eike Frühbrodt	Future Jahrestagung 2000	Integrierte Produktpolitik: Konzepte und Strategien
13./14.11.2000	Ursula Tischner	Heidelberger Druckmaschinen AG	Ecodesign Erfolgskriterien und Tools
28.08.01	Ingrid Amon-Tran	Pressetermin des VDMA zu IPP (integrierte Produktpolitik) mit der deutschen Fachpresse in Stuttgart	Ökologische Produktentwicklung bei Heidelberg
27.09.01	Ingrid Amon-Tran	Pressetermin des VDMA zu IPP (integrierte Produktpolitik) mit der europäischen Wirtschaftspresse in Brüssel	Ökologische Produktentwicklung bei Heidelberg
20.11.2001	Henning Eggers	VDMA Umwelttag in Brüssel	Produkte für die Zukunft gestalten
21.11.2001	Ursula Tischner	Betriebsversammlung Prepress Kiel	Abschlusspräsentation des Projektes
5.12.2001	Henning Eggers	Abschlussworkshop des Projektes	Produkte für die Zukunft gestalten
5.12.2001	Ursula Tischner Ingrid Amon-Tran	Abschlussworkshop des Projektes	Größe versus Flexibilität: Spezifische Vorgehensweisen der ökologischen Produktgestaltung in großen, multinationalen und kleinen und mittelständischen Unternehmen.
12.12.2001	Ingrid Amon-Tran	Expertenforum „Produktrecycling und Entsorgungslogistik“, Abschlusspräsentation Stuttgart	Produkte für die Zukunft gestalten

Tab. Y: Veröffentlichungen zum Thema „Ökologische Produktgestaltung“ im Projektzeitraum

Wer	Wo	Thema
Eike Frühbrodt	Tagungsband IUWA	ENTWURF: Systematische Produktentwicklung
Eike Frühbrodt	VDMA Tagung	LCA Text
Heidelberger Druckmaschinen AG	Beitrag zum RWE Umweltbericht	Produkte für morgen
Heidelberger Druckmaschinen AG	Umweltentwicklungshandbuch der Heidelberger Druckmaschinen AG	Umweltmanagementdokumentation
Henning Eggers	Umwelt (Springer VDI Verlag) – die Fachzeitschrift für Technik und Management, März 2001	Espresso – umweltgerechte Druckvorstufe
Henning Eggers	Sonderbeilage zur KONSTRUKTION (Springer Verlag) 05-2001	Umweltschutz und Systematische Produktentwicklung
Heidelberger Druckmaschinen AG	Umweltbericht 1999/2000	
Henning Eggers	Klimaschutz Aktuell, Ausgabe 3/März 98	Ökodesign Projekt ESPRESSO
Ingrid Amon-Tran	VDI nachrichten 05.10.01	Quality Gates am Lebensweg

Tab. Z: Diplomarbeiten und andere Studien im Rahmen des Projektes

Titel der Studie / Arbeit	Bearbeiter
LCA Software Review: Untersuchung und Bewertung von LCA - Softwaretools	Eike Frühbrodt (Heidelberger Druckmaschinen AG)
Ökologische Untersuchung des Scanners TOPAZ 2+ (LCA)	Eike Frühbrodt (Heidelberger Druckmaschinen AG) Max-Peter Hell (FH Wedel - FB Betrieblicher Umweltschutz -Diplomand)
Umweltgerechte Produktgestaltung und Produktnutzung am Beispiel einer Kleinoffsetmaschine Quickmaster 46-2, Vereinfachte LCA	Jochen Till (RWTH Aachen, FB Maschinenbau)
Stoff- und Energieflussanalyse einer Bogenoffset-Druckmaschine Speedmaster 74 in der Nutzungsphase	Holger Schulze (TU Berlin, FB Technischer Umweltschutz)
Stoffstromanalysen zum Verfahren Computer to Film	Nele Zechel (Brandenburgische TU Cottbus, FB Umweltingenieurwesen und Verfahrenstechnik)
Bewertungskriterien für die Produktgestaltung von Geräten der Druckvorstufe	Svenja Damasch (Brandenburgische TU Cottbus, FB Umweltingenieurwesen und Verfahrenstechnik)
Recyclingstudie Delta Tower, Protokollierte Zerlegung	Marc Bülow (FH Lübeck – FB Umwelt- und Hygienewissenschaft - Praktikant) Eike Frühbrodt (Heidelberger Druckmaschinen AG)
Auswertung der Speedmaster 74 Entsorgung, Protokollierte Zerlegung	Eike Frühbrodt (Heidelberger Druckmaschinen AG) Holger Schulze (TU Berlin, Technischer Umweltschutz)
Kostenrecherche – Entsorgung von Druckmaschinenabfällen	Regina Nickel, (econcept)
Aufbau eines konzernweiten Systems zur Überprüfung umweltrechtlicher Anforderungen an unsere Produkte	Tobias Hahn, Neumünster
Ökologische Marketingstrategien am Beispiel der Heidelberger Druckmaschinen AG	Tobias Kaiser, (Nordakademie Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen)

CHAPTER I
THE DISCOVERY OF AMERICA
The discovery of America by Christopher Columbus in 1492 is one of the most important events in the history of the world. It opened up a new world of opportunity and led to the development of a new continent. Columbus's voyage was the first of many that would follow, as European powers sought to establish colonies and trade routes in the Americas. The discovery of America led to the development of a new continent, the United States of America, which would become a major power in the world.

CHAPTER II
THE EARLY YEARS
The early years of the United States were marked by a period of exploration and settlement. The first European settlers arrived in North America in the late 15th and early 16th centuries. They established colonies and began to develop the land. The early years were a time of struggle and hardship, but the settlers persevered and eventually established a new society.

CHAPTER III
THE REVOLUTION
The American Revolution was a period of conflict between the colonies and Great Britain. The colonies sought independence and the right to self-governance. The revolution began in 1775 and ended in 1783. The result was the birth of the United States of America as an independent nation.

CHAPTER IV
THE CONSTITUTION
The Constitution of the United States was drafted in 1787 and ratified in 1788. It is the supreme law of the land and outlines the structure of the federal government. The Constitution is a document that has shaped the course of American history and continues to influence the lives of Americans today.

CHAPTER V
THE WESTERN EXPANSION
The Western Expansion was a period of westward migration and settlement. Americans sought new lands and opportunities in the West. The expansion led to the discovery of gold and other resources, and the development of a new frontier. The Western Expansion was a time of great opportunity and challenge.

CHAPTER VI
THE CIVIL WAR
The Civil War was a period of conflict between the North and the South. It was fought over the issue of slavery and the right to self-governance. The war began in 1861 and ended in 1865. The result was the preservation of the Union and the abolition of slavery.

CHAPTER VII
THE RECONSTRUCTION
The Reconstruction was a period of rebuilding and reform. The South was devastated by the Civil War and needed to be brought back into the Union. Reconstruction led to the passage of the Reconstruction Acts and the Reconstruction Amendments to the Constitution. It was a time of great change and challenge.

CHAPTER VIII
THE Gilded Age
The Gilded Age was a period of rapid industrialization and economic growth. It was a time of great wealth and opportunity, but also of corruption and inequality. The Gilded Age led to the development of a new industrial society and the rise of a new class of wealthy Americans.

CHAPTER IX
THE PROGRESSIVE ERA
The Progressive Era was a period of reform and social change. Progressives sought to address the problems of the Gilded Age and create a more just and equitable society. The Progressive Era led to the passage of many important laws and the development of a new social order.

CHAPTER X
THE INTERWAR PERIOD
The Interwar Period was a period of relative stability and economic growth. It was a time of great opportunity and challenge, but also of uncertainty and fear. The Interwar Period led to the development of a new international order and the rise of a new class of leaders.

CHAPTER XI
THE SECOND WORLD WAR
The Second World War was a period of global conflict. It was fought between the Axis powers and the Allies. The war began in 1939 and ended in 1945. The result was the defeat of the Axis powers and the establishment of a new world order.

CHAPTER XII
THE COLD WAR
The Cold War was a period of tension and conflict between the United States and the Soviet Union. It was a time of great uncertainty and fear, but also of great opportunity and achievement. The Cold War led to the development of a new international order and the rise of a new class of leaders.

CHAPTER XIII
THE MODERN ERA
The Modern Era is a period of rapid change and development. It is a time of great opportunity and challenge, but also of great uncertainty and fear. The Modern Era has led to the development of a new world order and the rise of a new class of leaders.