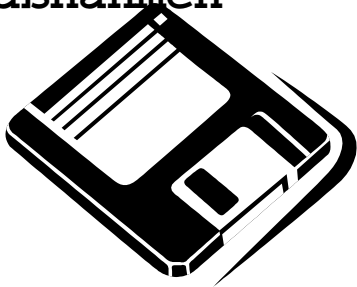


Softwarerecherche  
und Test von  
Programmen zum  
betrieblichen  
Einsatz, für die  
Bewertung und  
Umsetzung  
vorsorgender  
Umweltschutz-  
maßnahmen



Im Auftrag des  
Bundesministeriums für Umwelt,  
Jugend und Familie

**Robert Wimmer, Thomas Bertsch**

gruppe angepaßte technologie  
tu wien  
wiedner hauptstrasse 8-10  
1040 wien  
tel: 0222 58801 5892  
fax: 0222 5869154

Wien, Dezember 1997

**ecodesign software studie  
endbericht**

Endbericht der Gruppe Angepaßte Technologie an das  
Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie

über das Forschungsprojekt  
GZ 31 0024/2-I/2/95

mit dem Titel:

“Software-Recherche und Test von Programmen zum  
betrieblichen Einsatz, für die Bewertung und Umsetzung  
vorsorgender Umweltschutzmaßnahmen”

(ED/CP Software Studie)

**gruppe angepaßte technologie**

**tu wien**

**wiedner hauptstrasse 8-10**

**1040 wien**

**tel: 01 58801 49523**

**fax: 01 5869154**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Dank</b>	<b>5</b>
<b>2 Kurzfassung</b>	<b>5</b>
<b>3 Einleitung</b>	<b>9</b>
3.1 Vorsorgende Umweltschutzmaßnahmen und ECODESIGN	9
3.2 Möglichkeiten der Bewertung	14
3.3 Voraussetzungen, Standpunkt und Umfang der Untersuchungen	17
3.4 Zielsetzung und Methodik	18
<b>4 Recherche</b>	<b>21</b>
<b>5 Beschreibung der Programme</b>	<b>21</b>
5.1 AUDIT	21
5.2 CUMPAN	25
5.3 ECOFIT	26
5.4 ECOPRO Version 1.4	29
5.5 EMIS Version 2.2	31
5.6 GaBi 2.0	33
5.7 IDEMAT	37
5.8 LCA inventory Tool 2.1	38
5.9 SimaPro 3.1	40
5.10 UMBERTO 2.0	42
5.11 Preise im Überblick	45
<b>6 Theoretischer Teil, Kriterientest</b>	<b>47</b>
6.1 Programmauswahl	48
6.2 Durchführung der Tests	48
6.2.1 Bewertung der Kriterien	49
6.2.2 Prüfungsdokumentation und Auswertung	49

---

<i>6.3 Testkriterien</i>	50
6.3.1 Kategorie 1: Benutzerhandbuch	50
6.3.2 Kategorie 2: Allgemeine Softwarekriterien	51
6.3.3 Kategorie 3: Flexibilität	51
6.3.4 Kategorie 4: Transparenz	52
6.3.5 Kategorie 5: Berücksichtigte Lebenszyklusbereiche und berücksichtigte Faktoren	52
6.3.6 Kategorie 6: Möglichkeiten der Methodik und Ergebnisdarstellung	53
6.3.7 Kategorie 7: Datenumfang- und -qualität	54
6.3.8 Kategorie 8: Bedienungsaufwand und Synergien	55
<i>6.4 Interpretation der Ergebnisse</i>	56
<b>7 Kurzanalyse von Demoprogrammen</b>	<b>64</b>
<i>7.1 EcoScan 1.0 Demo</i>	64
<i>7.2 KCL-ECO Version 2.0 Demo</i>	66
<i>7.3 Oeko-Base für Windows 2.0 Demo</i>	68
<i>7.4 PEMS Demo Version</i>	70
<i>7.5 PIA 1.2 Demo Version</i>	72
<b>8 Beispielberechnung</b>	<b>74</b>
<i>8.1 Zielsetzung</i>	74
<i>8.2 Durchführung</i>	75
<i>8.3 Interpretation der Ergebnisse</i>	76
<b>9 Literaturverzeichnis</b>	<b>80</b>
<b>Anhang</b>	<b>76</b>
Anhang A:	Ergebnisse der Programmrecherche
Anhang B:	Prüfungsprotokolle des Kriterientests
Anhang C:	Ergebnisse der Beispielberechnung

## 1 Dank

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen teilnehmenden Softwareherstellern für das zur Verfügung Stellen der Programme, die Unterstützung bei der Testdurchführung und die Diskussionen und Anregungen beim Ergebnisfeedback bedanken.

Besonderer Dank gilt den Teilnehmern an der Beispielberechnung für die Zeit und Mühe, die sie in die Ausarbeitung der Ergebnisse investiert haben, sowie für das zur Verfügung gestellte Beispielprodukt und die erfolgte Datenaufbereitung.

## 2 Kurzfassung

In den frühen neunziger Jahren wurden die ersten Computerprogramme zur Untersuchung umweltrelevanter Aspekte von Produkten, Prozessen und Standorten entwickelt. Die Anzahl der Software Tools in diesem Bereich nimmt seither ständig zu, die meisten der angebotenen Programme arbeiten nach der Methode der Lebenszyklusanalyse.

In der vorliegenden ECODESIGN Software Studie wurde eine umfangreiche Recherche aller am Markt befindlichen Programme durchgeführt, und ausgewählte Programme näher untersucht.

Die Recherche ergab eine Anzahl von ca. 130 Programmen, für die weiterführende Untersuchung wurden die Programme Audit, Cumpan, Ecofit, Ecopro, Emis, Gabi, Idemat, Lcait, Simapro und Umberto ausgewählt und einem ausführlichen Kriterientest unterzogen. Von weiteren fünf Programmen (EcoScan 1.0, KCL-ECO 2.0, Oeko-Base für Windows 2.0, PEMS, PIA 1.2) wurde eine Demo-Version untersucht.

Es wurden sowohl allgemeine Softwarekriterien als auch inhaltliche Kriterien berücksichtigt.

Die insgesamt 96 Testkriterien sind in die folgenden acht Testkategorien gegliedert:

- Benutzerhandbuch
- Allgemeine Softwarekriterien
- Flexibilität
- Transparenz
- Berücksichtigte Lebenszyklus-Bereiche und berücksichtigte Faktoren
- Möglichkeiten der Methodik und Ergebnisdarstellung
- Datenumfang und -qualität
- Bedienungsaufwand und Synergien

Jede dieser Kategorien wurde mit einem Satz von Testfragen auf das jeweilige Programm angewandt, und eine relative Bewertung zwischen 0 und 10 vergeben. Das Ergebnis wurde jeweils begründet, und in einer Feedbackrunde den Softwareanbietern zur Diskussion vorgelegt. Die herstellerseitigen Kommentare zu den Testergebnissen wurden in das Prüfungsprotokoll aufgenommen.

Darüber hinaus wurden die Programmtests um weitere Informationen über Serviceangebote der Programmanbieter, Preise und angebotene Lizenzen, Anzahl verkaufter Lizenzen, verfügbare Demoversionen etc. ergänzt.

Damit wird ein breites Spektrum von Informationen angeboten, das potentiellen Interessenten und Anwendern die Orientierung erleichtert.

Die Studie zeigt, daß die durch Computerprogramme unterstützten Bereiche von ECODESIGN vor allem in der Produktions- und Produktoptimierung angesiedelt sind.

Die dafür erforderlichen Instrumente zur Stoff- und Energieflußbilanzierung sind auf einem hohen Entwicklungsstand verfügbar.

Die verfügbaren Datenbanken umweltrelevanter Informationen über Energiegewinnung, Transport, Herstellungsprozesse und Materialien können den Rechercheaufwand in der Datenerhebungsphase reduzieren, beinhalten aber immer nur Richtwerte, die von den fallspezifischen Daten deutlich abweichen können. Eine Datenerhebung für den Einzelfall können sie nicht ersetzen.

Im Folgenden sind die wichtigsten Resultate zusammengefaßt:

- Die Ergebnisse von computergestützten Lebenszyklusanalysen (LCA) und Stoffflußmodellierungen liefern wertvolle Informationen über die Umweltrelevanz von Produkten und Prozessen.

Diese Ergebnisse müssen aber verantwortlich in einen breiteren Kontext der Entscheidungsfindung eingebunden werden. Eigenes Engagement und das Einbringen der eigenen Expertise beim Auffinden von Schwachstellen und Veränderungsmöglichkeiten ist ein wesentlicher Bestandteil jeder ECODESIGN Initiative, der durch die angebotene Hilfsmittel unterstützt, aber nicht ersetzt werden kann. Umweltschutz auf Knopfdruck ist nicht möglich.

- Die am häufigsten verwendete Methodik der Bewertung und Modellierung von Umweltauswirkungen ist die Lebenszyklusanalyse (LCA).

Berücksichtigt werden vor allem Materialflüsse, Energieverbrauch und die damit verbundenen Emissionen.

Die Auswertung konzentriert sich vornehmlich auf die Beeinflussung einzelner Wirkungskategorien wie Treibhauseffekt, Ozonabbaupotential, etc., oder die Berechnung aggregierter Ergebnisse, die einen Gesamtüberblick anbieten.

- Besonders gut anwendbar sind computergestützte LCA Ergebnisse für Vergleiche unter identischen Rahmenbedingung und gleicher Fragestellung, sowie Sensitivitätsanalysen für gezielte Untersuchung einzelner Umweltauswirkungen.

Defizite bestehen vor allem in den berücksichtigten Lebenszyklusbereichen, bei nicht quantifizierbaren Einflußparametern, der Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Ergebnisse.

- Es sind nicht alle Lebenszyklusbereiche gleich gut abbildbar, ein deutlicher Fokus liegt auf der Herstellungsphase der Produkte.

Die Ursachen dafür sind vor allem in der verfügbaren Datenlage zu suchen, aber auch darin, daß die Rahmenbedingungen für die Herstellung wesentlich besser erfaßbar sind als etwa die der Gebrauchsphase, Distribution oder der Entsorgung.

Dem Anspruch einer Bilanzierung "von der Wiege bis zur Bahre" kann nicht in voller Konsequenz entsprochen werden.

- Die Ergebnisse der computergestützten LCA Berechnungen eignen sich nicht für einen Beweis der allgemeinen Umweltverträglichkeit eines Produktes.  
Dies wurde auch bei der Beispielberechnung deutlich und von einigen Software Anbietern explizit artikuliert.
- Der Umgang mit Datenunsicherheiten, Fehlern und methodischen Lücken wird erst von wenigen Programmen berücksichtigt, und zwar in Form einfacher Schwankungsbreiten.  
Dem kommt besondere Bedeutung zu, da die bestehenden Unsicherheiten aufgezeigt werden und damit auch die Grenzen für die Gültigkeitsbereiche der Ergebnisse.
- Wichtig für ein aussagekräftiges Ergebnis ist eine differenzierte Fragestellung und eine möglichst detaillierte Datenaufbereitung, sowie die Einbettung der Berechnungsergebnisse in einen breiteren Kontext der Entscheidungsfindung.

Zusätzlich zu den Kriterientests wurde auch versucht anhand eines Beispiels die verschiedenen Zugänge der Programmhandhabung zu illustrieren.

Das ausgewählte Beispielprodukt, eine Küchenmaschine, wurde mit einem relativ einfach zu recherchierenden Satz von Daten<sup>1</sup>, wie er von jeder interessierten Firma mit vertretbarem Aufwand bereitgestellt werden kann, beschrieben und die Programmanbieter gebeten anhand dieser Angaben eine Kalkulation der Umweltverträglichkeit durchzuführen.

Es stellte sich heraus, daß für viele Anbieter die Fragestellung zu allgemein war bzw. das vorhandene Datenmaterial zu wenig detailliert.

---

<sup>1</sup>Stück- und Materiallisten, Herkunftsangaben für die Einzelteile, Angaben über Lebensdauer, durchschnittliche Verwendungszeiten, Wartungsintervalle und Verbrauchsangaben etc.

Bei den dennoch durchgeführten Berechnungen wurden die zu Verfügung gestellten Informationen um weitere Annahmen ergänzt, und exemplarische Auswertungen vorgenommen.

Die Auswertungen der Ergebnisse variieren zwischen:

- aggregierten Übersichtswerten
- Vergleichen mit fiktiven Konkurrenzprodukten
- Sensitivitätsanalysen im Bezug auf einzelne Umweltauswirkungen

Generell wurde betont, daß eine möglichst präzise Fragestellung und eine detaillierte Datenaufbereitung die Aussagekraft der Berechnungsergebnisse wesentlich verbessert.

Weiterer Entwicklungsbedarf für methodische Unterstützung besteht vor allem in einer stärkeren Betonung der "Produkt-Dienstleistungen", dem Nutzen, der von einem Produkt bereitgestellt wird, und in einer Entwicklung von Konzepten, die die bestehenden Instrumente einbinden in die Entwicklungsprozesse neuer Ideen und Lösungen unter Einbeziehung aller relevanten Akteure.

Dafür ist wesentlich, daß auch die methodischen Möglichkeiten der Einbindung qualitativer Faktoren etwa mittels unscharfer Logik (fuzzy logic) und Wahrscheinlichkeitsfunktionen weiterentwickelt werden.

## **3 Einleitung**

### ***3.1 Vorsorgende Umweltschutzmaßnahmen und ECODESIGN***

Mit den steigenden Anforderungen an den Umweltschutz und der zunehmenden Verlagerung von Umweltschutzmaßnahmen, weg von technischen End of pipe Lösungen, hin zu vorsorgenden Maßnahmen in Produktion, Produktgestaltung und Produktnutzung, hat die Beurteilung der Umweltrelevanz eine neue Bedeutung gewonnen.

Es geht nicht mehr nur um die Reduktion von toxischen Emissionen in Luft, Wasser und Boden, sondern um eine ressourcenschonende Befriedigung von Bedürfnissen.

Vorsorgender, integrierter Umweltschutz (Cleaner Production) ist die Leitstrategie des betrieblichen Umweltschutzes in Österreich. (Schramm)

Mit Cleaner Production werden jene vorsorgenden Umweltschutzmaßnahmen bezeichnet, die die *Optimierung* von *bestehenden* Prozessen und Produkten hinsichtlich ihrer Ressourceneffizienz zum Inhalt haben.

Es geht dabei vorrangig um die Vermeidung von Emissionen und Abfällen und um die Effizienzsteigerung in der industriellen Produktion.

Der Ablauf eines Cleaner Production Programmes ist nach der Systematik von PREPARE (PREPARE Tool Kit) in die fünf Abschnitte Planung/Organisation, Iststandserhebung, Schwachstellenanalyse, Machbarkeitsanalyse und Umsetzung unterteilt.

Vor allem die Erhebungsphase, die Schwachstellen- und die Machbarkeitsanalyse, sowie die Bewertung und Auswahl von Optionen sind Bereiche, in denen eine begleitende Softwareunterstützung sinnvoll erscheint, und teilweise bereits erfolgreich eingesetzt wird.

ECODESIGN betrachtet darüber hinaus auch den Bereich der Produktnutzung und der Erfüllung von Bedürfnissen.

Anhand der an den Maßnahmen beteiligten Akteure lassen sich dabei drei Klassen von Handlungsfeldern beschreiben (siehe a. Abbildung 1):

- Produktverbesserungen
- Produktalternativen
- Strategische Alternativen

In der Klasse Produktverbesserungen werden Produktionsoptimierungen und Produktoptimierungen erfaßt, hier erfolgt eine weitgehende Überschneidung mit der Definition von Cleaner Production.

In der zweiten Klasse, den Produktalternativen, werden Alternativen zum bestehende Produkt in Form von Produkten oder Dienstleistungen erfaßt. Betrachtet werden in erster Linie die Funktionen, die ein Produkt dem Nutzer zur Verfügung stellt.

Im Mittelpunkt der Überlegungen steht die Frage, wie die nachgefragten "Produkt-Dienstleistungen" möglichst umweltschonend über lange Zeit bereitgestellt werden können (etwa über multifunktionale Produkte, Service- und Leasingkonzepte etc.).

Für die Klasse der Produktalternativen ist besonders wichtig, daß alle Phasen des Lebenszyklus betrachtet werden, insbesondere auch die Gebrauchs- und Nach-Gebrauchsphase, daß eine Relativierung der Aufwendungen

(Ressourcenverbräuche) auf den Nutzen der Produkte erfolgt und ein Vergleich von Alternativen auf diesem Nutzen aufbaut.

Strategische Alternativen, als dritte Klasse, zielen auf die Bedürfnisse der Konsumenten und den Beitrag, den eine Stärkung der Eigenverantwortlichkeit beim Einzelnen bzw. in regionalen Systemen leisten kann (etwa durch das Schließen von Material- und Verantwortungskreisläufen).

Bei den letzten beiden Klassen kommen neben technischen auch verstärkt regionale und sozio-ökonomische Faktoren zum Tragen.

Die Beurteilung von Umweltauswirkungen unter diesen Gesichtspunkten ist wesentlich komplexer und erfordert eine systematische Unterstützung.



**ECODESIGN - Schema**

Handlungsfelder	Produktverbesserungen		Produktalternativen		Strategische Alternativen	
	Produktions-optimierung	Produkt-optimierung	Funktions-optimierung	Dienstleistungs-optimierung	Gebrauchs-optimierung	region. System-optimierung
<b>Akteure</b> (konventionell)	Hersteller → Produktentwickler		Produktplaner → Distributor		Konsument → lokale Gemeinschaft	
<b>Leitbilder</b>	<p>Das Ziel von Maßnahmen der Produktionsoptimierung ist die Vermeidung von Emissionen und Abfällen an der Quelle ihrer Entstehung.</p> <p>Im Vordergrund steht die Frage: "Ich habe Emissionen und Abfälle - wo entstehen sie und warum sind sie da?"</p>	<p>Das Ziel der Produktoptimierung ist es, Emissionen und Abfälle über den gesamten Produktlebenszyklus durch die Konstruktion des Produktes zu vermeiden und den Materialverbrauch durch lange Lebensdauer und/oder Verlängerungsmaßnahmen (Reparatur, Recycling) zu minimieren..</p> <p>Im Zentrum steht die Frage: "Gibt es zur derzeitigen Konstruktion Alternativen, die Emissionen und Abfälle von vornherein vermeiden?"</p>	<p>Das Ziel der Funktionsoptimierung ist es, als Ergänzung der Produktverbesserungen die von einem Produkt erfüllten Funktionen in eine sinnvolle Relation zur nachgefragten Dienstleistung zu bringen.</p> <p>Im Mittelpunkt steht die Analyse der Funktionen mit der Frage: "Sind alle vorhandenen Funktionen sinnvoll und wichtig und lassen sie sich durch ökologischere Lösungen erfüllen oder ersetzen?"</p>	<p>Ziel der Dienstleistungs-optimierung ist es, durch Leasing-, Mieting- oder Service-Konzepte eine intensivere Nutzung und längere Produktnutzungsdauer zu erreichen.</p> <p>Zentrale Frage ist hier: "Wie muß ein System beschaffen sein, das dem Konsumenten nicht den Kauf eines Produktes sondern die Nutzung der Dienstleistung attraktiv macht?"</p>	<p>Ziel von Strategien der Gebrauchs-optimierung ist es, mehr Eigenverantwortung für ein ressourcenschonendes Konsumentenverhalten zu erreichen.</p> <p>Leitgedanke ist die Frage: "Wie läßt sich beim Konsumenten durch weniger Ressourcenverbrauch ein hohes Maß an Zufriedenheit erreichen?"</p>	<p>Ziel der regionalen Systemoptimierung ist es, durch kleine Material- und Verantwortungskreisläufe die ökologischen Aufwände für die Lebenshaltung möglichst gering zu halten.</p> <p>"Welche Bedürfnisse lassen sich durch regionale Ressourcen und lokales Know How erfüllen?"</p>

Abbildung 1: Handlungsfelder für ECODESIGN, aus ECODESIGN Wettbewerb 1996

### 3.2 Möglichkeiten der Bewertung

Bewertungsverfahren und unterstützende Instrumente zu ihrer Operationalisierung sind ein zentrales Anliegen, um das die Diskussion um umweltgerechte Produktgestaltung und praktikable Handlungs- und Eingriffsmöglichkeiten immer wieder kreist.

Dabei findet eine öffentliche Diskussion über die teilweise widersprüchlichen Resultate einzelner Anwendungsbeispiele oder Methodenvorschläge statt. Sei es der Streit um das "umweltfreundlichere Produkt oder Material" Kunststoff oder Papier, Ein- oder Mehrwegverpackung, oder die Quantifizierung der erforderlichen Ressourcenreduktion für eine nachhaltige Entwicklung (Faktor 10, 4, 2 oder ?).

Dieses Problem resultiert aus dem unterschiedlichen Gültigkeitsbereich der verwendeten Modelle und den getroffenen Annahmen und Vereinfachungen. Sowohl die Rechen- und Bewertungsverfahren als auch die angenommenen Randbedingungen unterliegen subjektiven Einschätzungen, und liefern keine wissenschaftlich gültigen Ergebnisse im herkömmlichen Sinn.

Was aber soll ein Bewertungshilfsmittel für ECODESIGN können?

Ein typisches Anforderungsprofil für ein Umweltbewertungstool/ ein Entscheidungshilfsmittel, wie es von Firmen gefordert wird, läßt sich etwa folgendermaßen beschreiben:<sup>2</sup>

Es soll...

- ... ohne Vorbildung anwendbar sein
- ... rasche Ergebnisse liefern
- ... allgemein gültige Ergebnisse liefern
- ... transparent sein
- ... Vergleiche ermöglichen
- ... vollständige Erfassung ermöglichen
- ... praxisorientierte Ergebnisse bieten
- ... preiswert sein
- ... reproduzierbare Ergebnisse liefern
- ... aktuell sein

---

<sup>2</sup>aus dem Workshop: Wege in der Umsetzung von ECODESIGN im Rahmen des österreichischen Informationsknotens an der TU Wien, Nov 1997

Diese Anforderungen lassen sich grob in die Kategorien *“Einfach”* bzw. *“vollständig und umfassend”* zusammenziehen.

Daran wird deutlich, daß es sich um ein gegensätzliches Wertepaar handelt, und daß ein Versuch, beide gleichzeitig zu erfüllen, zwangsläufig auf einen Zielkonflikt hinauslaufen muß.

Tatsächlich sind zwei Entwicklungsrichtungen zu beobachten, wenn es darum geht Umweltauswirkungen zu beurteilen:

- Zum einen der Versuch die Auswirkungen menschlichen Handelns auf die Natur möglichst umfassend zu beschreiben und in Wirkungskategorien wie Treibhauseffekt, Ozonabbaupotential etc. zusammenzufassen und zu quantifizieren.
- Zum anderen die Hauptursache(n) für diese bedrohlichen Auswirkungen zu identifizieren und als Maß für die Beurteilung heranzuziehen.

Geht es in der erstgenannten Strategie darum, eine möglichst vollständige Beschreibung von Umweltauswirkungen anzustreben (Beispiel: Lebenszyklusanalysen), versucht der zweite Ansatz Indikatoren aufzufinden, die mit geringerem Aufwand eine vereinfachte aber richtungssichere Beurteilung zulassen (Beispiel: Materialintensitäten, Ökologischer Fußabdruck).

Beide Strategien stehen vor dem Problem der Unsicherheiten in der Bewertung, die sich vor allem aus folgenden Punkten ergeben:

- Faktorenauswahl  
Welche Wirkungskategorien werden herangezogen um die Umweltauswirkungen zu beschreiben, bzw. mit welchen Indikatoren werden sie gemessen. Wie zutreffend ist das gewählte Beschreibungsmodell für die gewünschte Aussage
- verfügbare Daten:  
Woher stammen die Daten mit denen das zu untersuchende Produkt beschrieben wird? Wie wird mit nicht vorhandenen oder unzuverlässigen Daten umgegangen?
- Gewichtung  
Wie verhalten sich die einzelnen Einflüsse zueinander und im Gesamtkontext?  
Wie werden sie untereinander verglichen und bewertet?

Eine Auflösung dieser Unsicherheiten ist unmöglich, da die dahinterliegende Fragestellung nach der Umweltverträglichkeit bzw. der Nachhaltigkeit keinen naturwissenschaftlichen, sondern einen wertbezogenen ethischen Hintergrund hat.

Formuliert ist dieser ethische Anspruch in den zahlreichen Definitionen für nachhaltige Entwicklung (Sustainable development), die auch die Leitstrategie des österreichischen Nationalen Umweltplan ist (NUP). Kern einer nachhaltigen Entwicklung ist demnach die Forderung, die Chancen zukünftiger Generationen zur Erfüllung ihrer Bedürfnisse zu wahren, und einen gerechten Zugriff auf Ressourcen für die gesamte Weltbevölkerung zu ermöglichen.

Es kann also nicht um eine objektive "wertfreie" Beurteilung gehen, sondern vielmehr um den Umgang mit den Werthaltungen ebenso, wie mit Fehlern, Unsicherheiten und spezifischen Fallunterschieden.

Auch hier gibt es zwei prinzipielle Zugänge:

- entweder es wird eine Vereinheitlichung der Methodik angestrebt, etwa durch eine Normierung, wie Umweltbewertung vorgenommen werden muß,
- oder es werden die Unsicherheiten und subjektiven Einschätzungen methodisch in des Bewertungskonzept einbezogen.

Beide Wege werden besprochen, die Möglichkeiten der Handhabung stehen jedoch noch ziemlich am Anfang. Eine Vereinheitlichung der Rahmenbedingungen unter denen Lebenszyklusanalysen durchgeführt werden sollen wird etwa in der Norm ISO 14040 angestrebt, es wird jedoch auch dort die Verantwortlichkeit des Anwenders betont ("Im Allgemeinen sollten Informationen die in einer LCA Studie entwickelt wurden als ein Teil eines viel umfassenderen Entscheidungsprozesses verwendet werden.") (nach ÖNORM EN ISO 14040).

Methodische Unterstützung wird in Form von Schwankungsbreiten, die die Zuverlässigkeit der Daten beschreiben, Modellierung mit unscharfer (Fuzzy) Logik und Wahrscheinlichkeitsfunktionen entwickelt.

Diese Möglichkeiten bieten den Vorteil, daß der Einfluß subjektiver Annahmen explizit wahrgenommen wird.

### **3.3 Voraussetzungen, Standpunkt und Umfang der Untersuchungen**

Bei vielen österreichischen Firmen ist ein großes Interesse an vorsorgendem Umweltschutz vorhanden. Die tragende Motivation ist in den meisten Fällen ein ökonomisches Interesse an Einsparungen im Energie und Rohstoffbereich, das mit einer umweltfreundlicheren Produktion (Cleaner Production) bzw. mit umweltgerechter Produktgestaltung (ECODESIGN) einhergeht, oder am Erschließen neuer Marktsegmente.<sup>3</sup> Parallel dazu wird aber auch die Frage der ethischen Verantwortung diskutiert, die den Akteuren in Industrie und Gewerbe zukommt.

Durch erfolgreiche PREPARE Projekte in Österreich wird seit Jahren die Vereinbarkeit von ökonomischen und ökologischen Vorteilen eindrucksvoll demonstriert.

In der Frage von praktikablen Umsetzungswegen für ECODESIGN kommt der Funktion von unterstützenden Instrumenten eine zentrale Bedeutung zu.

Zum einen, weil die Zusammenhänge von mit der Gestaltung, Herstellung, Verwendung und Entsorgung von Produkten verbunden Probleme sehr komplex sind, und zum anderen, weil in der ethischen Diskussion um eine nachhaltige Entwicklung und die Rolle der Produzenten immer wieder die berechtigte Forderung nach Unterstützung und Hilfestellung in Entscheidungs- und Bewertungsfragen eingebracht wird.

Besonders zu beachten sind auch die zahlreichen unterschiedlichen Akteure deren entsprechende Einbindung einen interdisziplinären Austausch erfordert.

Ein wesentlicher Punkt für eine erfolgreiche Umsetzung vorsorgender Umweltschutzmaßnahmen ist die verantwortliche Teilnahme der beteiligten Personen und deren Engagement. Es ist daher klar, daß durch ein Softwareinstrument der Vorgang an einzelnen Stellen unterstützt, nicht aber zur Gänze übernommen werden kann.

---

<sup>3</sup>aus: Workshop im Rahmen des Cleaner Production Roundtable Linz 1996



Die zentrale Frage, zu der die vorliegende Studie Informationen bereitstellt, lautet daher:

**Welche Bereiche vorsorgender Umweltschutzmaßnahmen können vom Programm unterstützt werden, und welche Methodik wird dabei verwendet?**

Der gewählte Standpunkt für die Untersuchung ist die Anwendbarkeit der angebotenen Hilfsmittel für den Prozeß ECODESIGN, und erfordert daher einen breiteren Zugang als ein Test von Programmen für einen speziellen, genau definierten, Anwendungsfall.

Als Ausgangspunkt für die Untersuchungen dienen die Anforderungen, die durch die Definitionen für Cleaner Production und ECODESIGN an ein unterstützendes Softwareinstrument gestellt werden. Damit wird auch die verwendete Methodik in die Betrachtung mit einbezogen und nicht nur die Frage beantwortet, wie gut eine gewählte wissenschaftliche Methodik in ein Softwareprogramm übersetzt wurde.

### **3.4 Zielsetzung und Methodik**

Verschiedene Ansätze der Beurteilung von Umweltauswirkungen wurden entwickelt und teilweise als systematische Entscheidungshilfsmittel bzw. Analysewerkzeuge in Computerprogramme übersetzt.

Etwa seit Anfang der 90er Jahre sind Ökobilanzierungs-, Produkt- und Standortbewertungsprogramme am Markt, und haben seither eine explosionsartige Entwicklung hinter sich.

Die Zahl der angebotenen Programme ist ständig im Steigen und die Vielfalt der angebotenen Software mitunter verwirrend.

Die ECODESIGN Software Studie gibt in der Programmrecherche einen umfassenden Überblick über die derzeit<sup>4</sup> am Markt erhältlichen, bzw. In Entwicklung befindlichen Programme, und im Softwaretest wurden ausgewählte Programme einer detaillierten Untersuchung unterzogen.

---

<sup>4</sup>Die Recherche gibt den Stand von Juni 1997 wieder

Die ECODESIGN Softwarestudie verfolgt dabei zwei Zielrichtungen:

- Zum einen soll für potentielle Softwareanwender ein Überblick und eine Auswahlhilfe angeboten werden.
- Zum anderen soll die Auswertung der vergleichenden Gesamtergebnisse einen Input liefern, für die methodische Weiterentwicklung der unterstützenden Computertools, etwa durch das Aufzeigen von Defiziten bzw. blinden Flecken.

Die Recherche wurde international durchgeführt und gibt den Stand von Juni 97 wieder.

In den Kriterientests wurde erhoben, welche Lebenszyklusbereiche erfaßbar sind, welche Möglichkeiten die gewählte Datenverarbeitung bietet, ob die Handhabung und Bedienung mit vertretbarem Aufwand erfolgen kann, die Ergebnisse nachvollziehbar und transparent sind, und die Quelle für verwendete Daten klar erkennbar ist.

Die zusammengestellten Informationen für die näher untersuchten Programme umfassen einen beschreibenden, einen theoretischen und einen praktischen Teil, die untersuchten Programme werden unter verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet. Die Summe dieser Informationen ermöglicht eine umfassende Vorstellung von den Möglichkeiten und Einsatzgebieten für das jeweilige Programm.

Dem allgemeinen Zugang entsprechend, wurde in der Auswertung bewußt auf die Ermittlung eines Testsiegers verzichtet, da dies nur für einen ganz genau definierten, einzelnen Anwendungsfall möglich ist.

Für eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse des Kriterientests wurde eine semiquantitative Auswertung in Form von Netzdiagrammen durchgeführt.

Da die Anforderungen potentieller Anwender an das Programm sehr unterschiedlich sein können, wurde auf ein breites Informationsspektrum und eine transparente Testdurchführung und -dokumentation Wert gelegt.

Nach dem Abschluß der Kriterientests wurde mit den Programmanbietern die Diskussion der Ergebnisse in Form einer Feedbackrunde aufgenommen.

In teils intensiven Diskussionen wurden die Standpunkte abgeglichen, und um unterschiedliche Standpunkte auch dem Leser der Studie zugänglich zu machen,

wurden die Kommentare der Software Anbieter in den Prüfbericht mit aufgenommen.  
(Siehe Testprotokolle im Anhang B)

### Die Gliederungsebenen der ECODESIGN Softwarestudie im Überblick:

Recherche	Erhältliche Programme und Kontaktadressen
Beschreibender Teil	<p>Qualitative Beschreibung der Programme unter Berücksichtigung der folgenden Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzbeschreibung der Methodik und des Programmes</li> <li>• Tabellarischer Steckbrief wichtiger Informationen <ul style="list-style-type: none"> <li>Preise und angebotene Lizenzen, Informationen über die weiterführenden Betreuungsmöglichkeiten und zusätzlichen Dienste, Anwenderempfehlung, Adressen, Demoprogramme</li> </ul> </li> </ul>
Theoretischer Teil	<p>Verallgemeinerte Überprüfung der Programme durch den Kriterientest und eine semiquantitative Auswertung in Form von Netzdiagrammen.</p> <p>Detailliertes Testprotokoll mit Kurzbegründung der vergebenen Bewertung und Kommentar des Software-Anbieters</p>
Praktischer Teil	<p>Gibt einen Einblick in die praktische Anwendbarkeit - Demonstration der Möglichkeiten einzelner Programme an einem Beispielprodukt.</p> <p>Konkret: Berechnung und Bewertung der Umweltauswirkungen einer Küchenmaschine.</p>

Die zur Verfügung gestellten Testversionen, bzw. die in Entwicklung befindlichen Beta-Versionen entsprachen nicht immer den kommerziell vertriebenen Vollversionen der Programme. Die Testergebnisse beziehen sich naturgemäß nur auf die getesteten Versionen, eine Abweichung ist in manchen Fällen daher möglich.

## 4 Recherche

Bei der Programmrecherche wurde versucht, einen möglichst umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der Softwareentwicklungen im untersuchten Bereich zu gewinnen. Es wurden dabei bewußt auch Programme berücksichtigt, die erst im Entwicklungsstadium sind und noch nicht gewerbsmäßig vertrieben werden, um auch Ansätze zukünftiger Entwicklungen mit berücksichtigen zu können. Eine alphabetische Auflistung der Rechercheergebnisse ist im Anhang zusammengestellt.

## 5 Beschreibung der Programme

Neben dem Test der allgemeinen und inhaltlichen Kriterien wurden zusätzliche Informationen zu den Programmen eingeholt, die für eine Programmcharakterisierung von Interesse sind.

Es ist dies vor allem der Bereich der begleitenden Serviceangebote, also inwieweit Hot-Line, Beratungs- und Schulungsangebote des Programmherstellers existieren, aber auch der Preis der Programme und deren derzeitige Marktpräsenz und Verbreitung. Diese Punkte beruhen zum Großteil auf Herstellerangaben.

Der tabellarischen Zusammenfassung dieser Informationen in diesem Abschnitt ist eine verbale Beschreibung des jeweiligen Programms vorangestellt.

### 5.1 AUDIT

AUDIT ist ein modular aufgebautes Umweltmanagement- und Controllingprogramm zur Analyse und Simulation von komplexen Systemen, wobei diese Systeme durch Anlagen (Maschinen, Reaktoren, Verbrennungsanlagen, Lager, Verteiler usw.) und dazwischen fließenden Strömen (Güter, Massen) hinreichend beschrieben werden müssen. AUDIT ist ein Programm zur Bilanzierung und Bewertung von Stoff- und Kostenflüssen, wobei die Prozesse selbst definiert werden müssen, und nicht in einer Datenbank bereits existieren.

AUDIT besteht aus folgenden Komponenten:

- AUDIT-Base: Es lassen sich die zu untersuchenden Produktionssysteme mit Hilfe eines graphischen Fließbildeditors als Modell aus Anlagen und Strömen abbilden.

Dabei werden Stoffdaten, welche im Modell betrachtet werden, erfaßt und mit Hilfe von Prozessen in Anlagen beschrieben, wie diese Stoffe verarbeitet werden. Weiters werden Flußwerte angegeben, d.h. wieviel von einem Stoff von einer zu einer anderen Anlage fließt.

- AUDIT-Balance: Stellt die Berechnungsmethoden Bilanz und Massenüberprüfung bereit. Die Datenbasis dafür bilden Prozesse und Flußwerte, wobei die Flußwerte als bekannte oder fixe Vorgaben, als Meßwerte oder unbekannt in die Rechnung eingehen (Vorgaben werden übernommen, Meßwerte mittels mathematisch-statistischer Methoden ausgeglichen und unbekannte Werte werden durch plausible Größen ersetzt).
- AUDIT-Cost: Bietet die Möglichkeit, für Ströme und Anlagen Kosten bzw. Erlöse mitzuerfassen.
- AUDIT-Chart: Auswerte-Tool zur Darstellung der AUDIT-Daten mittels Tabellen und Diagrammen.
- AUDIT-Environment: Enthält eine Liste mit ökorelevanten Stoffen. Für diese Stoffe ist eine Umweltbewertung nach verschiedenen Methoden (Kritische Volumina, Treibhauseffekt, Ozonabbau Eco-Rational-Path-Methode, Ökopunkte) auf die Medien Luft, Wasser und Boden möglich.
- AUDIT-Sankey: Visualisierungselement zur Darstellung von Stoffflüssen durch das gesamte System mittels Balken, deren Breite vom Flußwert abhängt (Sankey-Diagramme).
- AUDIT-Combustion: Verbrennungsmodul zur umfangreichen Berechnung, Abbildung, Bilanzierung und Vergleich von Verbrennungsprozessen inklusive Emissions- und Energiebetrachtung.
- AUDIT-Connect: Bindeglied zwischen betrieblichen Datenbanken (ODBC-Standard) und AUDIT.

AUDIT ist ein umfangreiches Stofffluß-Bilanzierungsprogramm, welches für alle innerbetrieblichen Vorgänge bzw. Prozesse und Stoffflüsse angewendet werden kann. Da es sich jedoch nicht um ein LCA-Programm handelt und auch keine Material- und Prozeßdatenbanken integriert sind, ist es schwierig, auch außerbetriebliche Vorgänge (ökologisch) zu erfassen und zu bewerten.

Um etwa vorgelagerte Bereiche der Rohstoffgewinnung berücksichtigen zu können, müssen sie mit ihren Auswirkungen als eigener Prozeß definiert werden. Daher ist es

infolge fehlender Datenbanken aufwendig einen ganzen Produktlebenszyklus zu bewerten. AUDIT eignet sich in erster Linie zur Darstellung bekannter innerbetrieblicher Prozesse, sowie zur Analyse von Auswirkungen innerhalb von Systemen oder Prozessen bei Veränderung bestimmter Prozeßparameter bzw. Flußwerte.

<b>Programm</b>	<b>AUDIT</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung Standortbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>Ingenieurbüros und Consulter (Stoff-, Energie-, Kosten-, Umweltplanung) Produktionsbetriebe, Kommunen (Energie-, Versorgungs-, Entsorgungsplanung) Dienstleister, Krankenhäuser</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<i>"AUDIT ist so allgemein gehalten, daß es keinen wirklich typischen Anwendungsfall gibt- der Anwendungsbereich ist sehr breit gestreut." Stoff-, Energiebilanzen, Prozeßplanung, Kostenanalyse, Ökobewertung, Controlling</i>
<b>Anzahl der Anwender</b>	<i>60</i>
<b>Erhältlich seit</b>	<i>1995</i>
<b>Letztes Update</b>	<i>06. 97</i>
<b>Nächstes Update</b>	<i>Ende 97 V2.0</i>
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>AUDIT Support: Beratung z.B. telefonisch, Hotline AUDIT Projekt: Datenanbindung- Integration von Benutzerdatenbanken in AUDIT</i>

	<i>AUDIT Consult: ganzheitliche Unternehmens- bzw. Prozeßbetrachtung</i>
<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>Demo CD erhältlich bei: AUDIT GmbH Karmeliterplatz 8, A-8010 Graz oder Siemens Nixdorf Informationssysteme AG, Otto Hahn Ring 6, D-81739 München</i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i><a href="http://users.computerhaus.at/audit">http://users.computerhaus.at/audit</a>  <a href="http://awsunix.tuwien.ac.at/samba/samba.htm">http://awsunix.tuwien.ac.at/samba/samba.htm</a></i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	<i>ja</i>
<b>Preisinformationen:</b>	<i>AUDIT Einzel-Lizenz: ohne Verbrenn.rechnung: 136 500 ÖS mit Verbrennungsrechnung 150 000 ÖS Zeitbeschränkte Lizenzen ab 35 000 ÖS Preisnachlässe für Mehrfachlizenzen Soderkonditionen für Schulen, Hochschulen und Bildungsinstitutionen</i>

Tabelle 1: Kurzinformationen zu AUDIT gemäß Angaben des Herstellers

## 5.2 CUMPAN

CUMPAN ist ein bei der Mercedes Benz AG entwickeltes und unter Windows lauffähiges, LCA-Programm zur Produktbewertung, welches über einen übersichtlichen graphischen Fließbildeditor zur einfachen und relativ schnellen Produktmodellierung verfügt. Unterhalb des Fließbildeditors werden parallel verschiedene Daten wie Input- und Outputströme eines markierten Prozesses angezeigt. Das Programm verfügt über eine tabellarische Sachbilanz und eine graphische Wirkungsbilanz. Die einzelnen Wirkungen können dabei entsprechend einer vorgegebenen Skala mit einer sehr geringen bis zu einer sehr hohen Priorisierung gewichtet werden, diese Gewichtungen gehen aber nicht in eine Berechnung ein, sondern werden nur graphisch innerhalb der Wirkungsbilanz angezeigt. Innerhalb der Wirkungsbilanz können auch verschiedene Produkte graphisch miteinander verglichen werden. Der Anwender wird von CUMPAN durch verschiedene Datenbanken für Materialien und Prozesse unterstützt. Transportprozesse können entsprechend ihrer Zusammensetzung aus verschiedenen Transportvorgängen, dem Modal Split (z.B. kombinierter Transportvorgang Schiff - Straße) und die Energieszenarien entsprechend ihrer Zusammensetzung verschiedener Primärenergieträger gestaltet werden.

<b>Programm</b>	<b>CUMPAN</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>keine Brancheneinschränkung, Einsatzzweck: Ökologische Produktanalyse, Erkennen ökologischer Schwachstellen</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<i>Unterstützung bei der Weiterentwicklung von Produkten unter ökologischen Aspekten, keine Einschränkung beim</i>

	<i>Produktspektrum, Produkte für den privaten Gebrauch, Industriegüter</i>
<b>Anzahl der Anwender</b>	10
<b>Erhältlich seit</b>	496
<b>Letztes Update</b>	
<b>Nächstes Update</b>	1097
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>Hotline, Schulungen, Softwarewartungsverträge, Beratungsdienstleistung für Industrie und Behörden in allen ökologischen Fragestellungen</i>
<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>debis Systemhaus Engineering GmbH, z.H. Reinhold Ritter</i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i>geplant</i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	<i>Nein</i>
<b>Preisinformationen:</b>	<i>Für Kunden aus Forschung und Lehre Einzellizenz 35 000 ÖS 2 Lizenzen: 49 000 ÖS 5 Lizenzen: 84 000 ÖS 10 Lizenzen: 119 000 ÖS Für Datenbanklizenz: + 35 000 ÖS</i>

Tabelle 2: Kurzinformationen zu CUMPAN gemäß Angaben des Herstellers

### 5.3 ECOFIT

ECOFIT ist ein Umweltinformations und -managementsystem zur Umwelt-Betriebsdatenerfassung bzw. Standortverwaltung und -bewertung. Da das Programm standortbezogen ist, ist es nicht geeignet auch Produkte zu analysieren und zu bewerten. Es sind auch keine Daten über bereits analysierte Materialien oder Prozesse im Programm eingebettet.

ECOFIT ist in folgende zehn Module aufgeteilt:

1. Modul Stammdaten: Im Modul Stammdaten werden oft gebrauchte Informationen und Standards zum Standort festgehalten. Auf die hier festgehaltenen Daten wie Standortkartei, Bewertungskriterien, Dimensionen usw. greifen viele andere Module zurück.
2. Modul Standort: In diesem Menüpunkt wird der Standort, hierarchisch aufgeschlüsselt, in all seinen Einzelbestandteilen dargestellt. Weiters werden Instandhaltungs- und Wartungspläne erfaßt.
3. Modul Öko-Audit: Anhand von gewichteten Fragen, welche vom Programm vorgegeben, aber auch ergänzt und abgeändert werden können, wird der Betrieb analysiert und bewertet.
4. Modul Umweltprogramm: Dient zum Managen und Verwalten von Umweltprojekten.
5. Modul Abfall: Dient dazu, die gesamten Abfallbelange zu managen. Es werden Abfallarten, Mengen und Kosten erfaßt, sowie ein Abfallwirtschaftskonzept erstellt.
6. Modul Emissionen: In diesem Modul werden Emissionen verursachende Anlagen verwaltet. Es werden im sogenannten Prüfbericht bereits vollzogene Prüfungen gesammelt und ihre Ergebnisse festgehalten. Im Meßplan werden vorgeschriebene und freiwillige Messungen erfaßt.
7. Modul Sicherheit: Dieses Modul dient der Erhebung aller relevanter Daten zur Sicherheit der Betriebsanlage und der Durchführung einer Störfallanalyse.
8. Modul Auflagen: Hier werden alle dem Standort zugeordneten behördlichen Entscheidungen wie Bescheide und Auflagen, oder Gesetze und Genehmigungsverfahren dokumentiert.
9. Modul Öko-Bilanz: Es werden die Input- und Output-Ströme des Betriebes erfaßt.
10. Modul Organisation: Analyse und Bewertung des Organisations-Ist-Zustandes, Dokumentation der Ablauf- und Aufbauorganisation, Erstellung eines Umwelthandbuches zur Darstellung des gesamten Umweltmanagements.

<b>Programm</b>	<b>ECOFIT</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Standortbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>Industrieunternehmen</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<i>Öko Audit, Umweltmanagement Arbeitsplatzevaluierung</i>
<b>Anzahl der Anwender</b>	<i>12</i>
<b>Erhältlich seit</b>	<i>1994</i>
<b>Letztes Update</b>	
<b>Nächstes Update</b>	<i>1997</i>
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>Hotline, Schulung Projektabwicklung, Beratung,</i>
<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>Bei Ecofit, Nageletal 14, 6010 Innsbruck</i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i>office@ecoteam.co.at</i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	<i>Ja</i>
<b>Preisinformationen:</b>	<i>ECOFIT Topversion: 300 000 ÖS ECOFIT Standardversion 180 000 ÖS ECOFIT KMU Version: 65 000 ÖS Es ist auch eine individuelle Zusammenstellung von Einzelmodulen möglich</i>

Tabelle 3: Kurzinformationen zu ECOFIT gemäß Angaben des Herstellers

#### **5.4 ECOPRO Version 1.4**

ECOPRO ist ein deutschsprachiges LCA-Programm unter Windows, mittels welchem die Lebenswege von Produkten systematisch aufgebaut werden, wobei die Systemgrenzen beliebig gewählt werden können. Einzelne Produktionsschritte werden mit Boxen symbolisiert und entsprechend dem jeweiligen In- und Output mit Pfeilen verbunden. Jede Box kann dabei mehrere Eingänge und einen Ausgang haben. Es werden fünf Typen von Boxen unterschieden:

1. Prozeßboxen: Sie enthalten die eigentlichen Prozeßdaten.
2. Systemboxen: Fassen Prozeßboxen und/oder weitere Systemboxen zusammen.
3. Transportboxen: für Transportvorgänge.
4. Inventarboxen: Enthalten Daten bereits berechneter Inventare (ein berechnetes Inventar entspricht der berechneten Sachbilanz eines Prozesses).
5. Rohmaterialboxen: Dienen als optische Information, werden aber nicht bei der Berechnung des Inventars berücksichtigt.

Für die umweltrelevante Bewertung der abgebildeten Systeme stehen in ECOPRO insgesamt vier verschiedene Bewertungsverfahren nach den Methoden Kritische Volumina, Wirkungsorientierte Methode nach Leiden (CML) und Ökopunkte zur Verfügung. Weitere Verfahren nach diesen drei Methoden können frei definiert werden. Alle Verfahren liefern als Ergebnis nicht eine einzelne Zahl, sondern aggregieren die Umweltbelastungen auf jeweils mehrere Umweltauswirkungen.

Bis zu zehn verschiedene, bewertete Systeme können miteinander verglichen werden. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Tabellenform oder graphisch als Balkendiagramm (vorgegebenes Layout, nicht benutzerspezifisch). Die Sachbilanz bzw. das berechnete Inventar wird dabei als sehr detaillierte Tabelle ausgegeben, die Wirkungsbilanz bzw. das bewertete Inventar kann sowohl als Tabelle, als auch als Balkendiagramm (vorgegebenes Layout, nicht benutzerspezifisch) mit geringerem Detaillierungsgrad dargestellt werden.

In der Datenbank sind zahlreiche Herstell-, Transport- und Energieprozesse sowie einige Materialien und Basischemikalien vordefiniert, welche in neue Systeme übernommen werden können. Bei der Neudefinition eines Prozesses können Input-

und Outputdaten, Energie- und Wasserverbrauch, Luft-, Wasser- und Bodenemissionen und Abfälle berücksichtigt werden.

<b>Programm</b>	<b>ECOPRO</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>Grundsätzlich branchen- und grössenunabhängiger Einsatz Produkt- und Prozess-Ökobilanzen; speziell geeignet für Anwendungen im Verpackungsbereich aufgrund der enthaltenen Datenbank BUWAL SRU 250, 1996</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<i>Vergleich zweier Produktalternativen, z.B. PET-Flasche (rezyklierbar) und Tetra-Pack (Einweg; Karton mit PE-Folie) Berücksichtigung des gesamten Lebenswegs</i>
<b>Anzahl der Anwender</b>	<i>ca. 20</i>
<b>Erhältlich seit</b>	<i>April 1995</i>
<b>Letztes Update</b>	<i>Juni 1997</i>
<b>Nächstes Update</b>	
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>Umfassende Projektbegleitung: Unterstützung von Organisationen bei der Erfassung und Bewertung von Güter-, Stoff- und Energieflüssen - von der Planung bis zur Peer-Review; Unterstützung bei Datenrecherchen; Seminare &amp; Schulung (z.B. über LCA/BUWAL SRU250</i>

<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>kostenloses Demo; Bezugsadresse: sinum GmbH, Postfach 1957, CH-9001 St. Gallen</i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i>www.sinum.com</i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	<i>WWF, Frau Ott-Longoni Ciba-Geigy/Novartis/CIMO</i>
<b>Preisinformationen:</b>	<i>Einzellizenz: 8500 CHF excl. MWSt Sonderkonditionen für Lehranstalten</i>

**Tabelle 4: Kurzinformationen zu ECOPRO gemäß Angaben des Herstellers**

### **5.5 EMIS Version 2.2**

EMIS (Environmental Management and Information System) wurde von der Firma Carbotech AG, Basel in Zusammenarbeit mit den Firmen Flumroc AG und CIBA sowie dem Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL); dem Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) und dem Amt für Bundesbauten (AfB) in der Schweiz entwickelt.

EMIS ist ein umfangreiches, menügesteuertes Datenbanksystem (lauffähig unter Windows und Mac OS) und dient dazu, Stoff- und Energieströme von Produktionsprozessen und Produktionsstandorten, sowie von Lebenszyklen von Produkten und Dienstleistungen zu erfassen, zu verwalten und bezüglich ihrer Umweltauswirkungen zu bewerten.

Dazu sind in EMIS vier verschiedene Bewertungsmethoden<sup>5</sup> enthalten, welche auch modifiziert werden können. Weitere Bewertungsmethoden können ebenfalls eingegeben werden. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in tabellarischer oder frei wählbarer, graphischer Form bzw. als Prozeßbaum.

EMIS ist für folgende Einsatzgebiete entwickelt worden:

---

<sup>5</sup>Wirkungsorientierte Bewertung nach Leiden (CML), Umweltbelastungspunkte SRV NR. 133, kritisches Volumen (SRV NR. 132), Gewichtung Play und die Ecoindicator '95-Methode

- Erstellung der Lebenszyklusanalyse eines Produktes
- Regelmäßige ökologische Unternehmensbilanzen (pro Abteilung, Standort, usw.)
- Arbeitsinstrument für ein Umwelt-Audit (EMAS, ISO 14000)
- Grundlage für einen ökologischen Jahresbericht
- Beurteilung von Prozessen und Technologien aus ökologischer Sicht (z.B. Abfallbeseitigungsanlagen, Verarbeitungsprozesse usw.)
- Arbeitsinstrument für ein Öko-Controlling
- Arbeitsinstrument zur Verbesserung der Umweltsituation von Gemeinden.

Die Datenbank des Programms enthält über 500 Prozesse der Energiebereitstellung, Kunststoffherstellung, Metallverarbeitung etc.

Eigene Prozesse sowie deren Auswirkungen auf die Umwelt können ebenfalls frei definiert werden. Weiters können gleichzeitig bis zu zehn verschiedene LCAs auf dem Bildschirm angezeigt und miteinander verglichen werden, und es ist eine Literaturverwaltung für Quellenverweise integriert.

<b>Programm</b>	<b>EMIS</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung Standortbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>Mittlere bis größere Unternehmen Produktion (z. B. Chemie, Baumaterialien, Papier, Metall) Dienstleister</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<i>Evaluation von Prozessen und Materialien bei der Beschaffung oder Optimierung Standortbilanz: Evaluation der relevanten Umweltauswirkungen mit dem Ziel effiziente Maßnahmen zu eruieren</i>
<b>Anzahl der Anwender</b>	33

<b>Erhältlich seit</b>	1995
<b>Letztes Update</b>	April 1997
<b>Nächstes Update</b>	Ende 1997, Version 2.5
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	Hotline und Einführungsschulungen (im Kaufpreis inbegriffen) Außerhalb der Schweiz nur Hotline Weitere Schulungen, Anpassungen der Software, Beratung beim Aufbau von Umweltmanagementsystemen und Öko-bilanzierung werden gemäß Aufwand verrechnet
<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	derzeit keine Demoversion, Vollversion kann 2 Monate getestet werden (Kosten ca. 2500 ÖS)
<b>Internet Infos unter</b>	carbo@access.ch
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	
<b>Preisinformationen:</b>	Einzellizenz: 9000 CHF 5 Lizenzen: 25 000 CHF incl. Daten von ca. 1000 Standardprozessen

Tabelle 5: Kurzinformationen zu EMIS gemäß Angaben des Herstellers

### 5.6 GaBi 2.0

Das Softwaresystem GaBi 2.0 unterstützt den Ingenieur bei der Bilanzierung und Modellierung von Produktlebenszyklen sowie beim Verwalten großer Datenmengen. Das Programm GaBi besitzt eine auf den ersten Blick eher unübersichtliche und verwirrende - da aus sehr vielen Symbolen ohne Beschreibung bestehende - Menü- bzw. Orientierungsoberfläche, welche sich aber nach einer gewissen Einarbeitungs- bzw. Gewöhnungszeit als sehr leistungsstarkes, und effizient anzuwendendes, Instrument erweist.

In GaBi wird der entsprechende Produktlebenszyklus innerhalb eines Planeditors mittels Flüssen und Prozessen modelliert. Es können dabei eigene Prozesse und Flüsse definiert werden. Das Programm unterstützt den Anwender aber auch mit einer umfangreichen Datenbank, in welcher über 1000 Flüsse und in etwa 500 Prozesse enthalten sind.

Nach der Modellierung eines Produktlebenszyklusses können Sachbilanzen mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden (Sichtweisen) sowie eine Bewertung dieser Sachbilanzen erstellt werden. Die Bewertung basiert dabei auf einem Modell, welches wirtschaftliche, technische (z.B. Masse, Fläche usw.) und ökologische Größen (z.B. Treibhauspotential, Versauerungspotential usw. - insgesamt 11 ökologische Parameter) berücksichtigt. Der Anwender erstellt ein individuelles Bewertungsschema, indem er verschiedene Parameter auswählt und diese gegeneinander gewichtet (von -1 für negative Outputgrößen wie z.B. eine Emission, welche zum Treibhauseffekt beiträgt bis +1 für gewünschte Outputs wie z.B. Energie, welche bei einem Prozeß entsteht). Zu dieser Bewertungsmethode ist anzumerken, daß es sich um keine gesamtaggrierende Methode handelt, d.h. die Ergebnisse können immer nur auf die einzelnen Parameter aufsummiert werden.

In den 11 ökologischen Bewertungsgrößen auch ein sogenannter Ressourcenverbrauchsindex enthalten, der es ermöglicht auch Materialqualitäten (z.B. Nachwachsende Rohstoffe) zu berücksichtigen und zu bewerten.

Die graphische Darstellung der Bilanz- bzw. Bewertungsergebnisse ist in GaBi nicht befriedigend gelöst, da nur die jeweiligen Input- oder die Outputgrößen im Diagramm angezeigt werden können und auch das Diagrammlayout nicht beliebig gestaltbar ist. Weiters können nicht mehrere Varianten in einem Diagramm dargestellt werden. Es ist aber möglich, die entsprechenden Daten nach MS Excel zu exportieren, und die entsprechenden Diagramme dort zu erstellen.

<b>Programm</b>	<b>Gabi</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<p><i>Alle Unternehmen, Unternehmensberater, Behörden, Wissenschaftliche Einrichtungen, Fachagenturen. Für Ganzheitliche Bilanzierungen, d.h. gemeinsame Betrachtung ökologischer, ökonomischer und technischer Aspekte für:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Produkte, Verfahren, Dienstleistungen, Materialien, Standorte</i></li> <li><i>2. Ökobilanzen</i></li> <li><i>3. Vergleiche und Optimierungen von Produkten</i></li> <li><i>4. Stoffstromanalysen, Informationsverwaltung</i></li> </ol>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<p><i>Entwicklungsbegleitende Ganzheitliche Bilanzierung einer PKW-Karosserie zur Unterstützung der Werkstoff- und Verfahrensauswahl.</i></p> <p><i>Möglich kann z.B. sein: Stahl, Stahl-Leichtbau (höherlegierte Stähle, Aluminium, Kunststoff, Kunststoff im Verbund mit Stahl oder Aluminium etc.</i></p>
<b>Anzahl der Anwender</b>	<i>120</i>
<b>Erhältlich seit</b>	<i>1992</i>
<b>Letztes Update</b>	<i>Dez. 1996</i>
<b>Nächstes Update</b>	<i>Ende 1997</i>

<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>Kostenlose Hotline per Telefon, Fax, e-mail oder Post für Vollversion, 2 Stunden Hotline für Basisversion kostenlos. GaBi 2.0 Schulung Ein Tag (7 Stunden) Schulung beim Hersteller oder beim Kunden, Inhalte nach Kundenwunsch, max. 3 Schulungsteilnehmer. DM 1000/Tag</i>
<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>PE Product Engineering GmbH Kirchheimer Str. 76 D-73265 Dettingen/Teck Germany Tel : 07021/98001-0 Fax: 07021/98001-25 e-mail: pe@pe-product.de oder download bei <a href="http://www.ecosite.co.uk">http://www.ecosite.co.uk</a></i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i><a href="http://ikpindy2.verfahrenstechnik.uni-stuttgart.de/gabi/">http://ikpindy2.verfahrenstechnik.uni-stuttgart.de/gabi/</a></i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	<i>Nein</i>
<b>Preisinformationen:</b>	<i>Einzellizenzen: Basisversion mit ausgewählten Daten: DM 3200 Vollversion mit umfangreicher Datenbank: DM 14 000</i>

**Tabelle 6: Kurzinformationen zu GABI gemäß Angaben des Herstellers**

## 5.7 IDEMAT

IDEMAT ist eine umfangreiche Datenbank für Designer und Konstrukteure. Das Programm wurde an der Fakultät für Industrial Design Engineering an der TU Delft entwickelt, um von Studenten technischer Studienrichtungen angewendet zu werden. Das menügesteuerte Programm stellt technisch-physikalische Informationen (über 40 Aspekte wie mechanische oder thermische Eigenschaften) über häufig verwendete Materialien, Prozesse und Komponenten (Rohre, Ringe, usw.) in Worten, Zahlen und Graphiken bereit, und kombiniert sie mit Umweltinformationen. Insgesamt stehen etwa 450 Materialien zur Verfügung.

Die Umweltauswirkungen werden mittels Eco-Indikator in IDEMAT graphisch dargestellt und es werden die jeweiligen Eco-Indikatoren sowie EPS-Indikatoren<sup>6</sup> für viele Materialien und Prozesse angegeben.

Für den Fall, daß ein Material unbekannt ist, jedoch bestimmte Vorgaben zu erfüllen sind, können Materialien gesucht werden, welche diesen Forderungen entsprechen. Ebenso können eigene Materialien und Prozesse eingegeben bzw. definiert werden.

IDEMAT ist ein sehr einfach zu handhabendes und billiges Programm, welches keine allzu hohen Hardwarevoraussetzungen besitzt. Da es sich jedoch um eine reine Datenbank und keine LCA-Software handelt, können in IDEMAT direkt keine Produktanalysen und -bewertungen bzw. Lebenszyklusanalysen durchgeführt werden. Es können lediglich Umwelt- und technisch-physikalische Informationen über die einzelnen Materialien bzw. Komponenten und Herstellungsprozesse des entsprechenden Produktes entnommen und anschließend außerhalb von IDEMAT weiter verarbeitet werden. Das Programm ist vor allem auch für kleine Produktionsbetriebe als Nachschlagwerk und Konstruktionshilfsmittel geeignet.

---

<sup>6</sup>EPS ist ein Umweltbewertungsschema, das bei VOLVO angewandt wird und in der Schweiz entwickelt worden ist.

<b>Programm</b>	<b>IDEMAT</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>Produktentwickler zur Materialauswahl und Universitäten</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<i>Materialauswahl bei der Produktentwicklung als Funktion von Materialeigenschaften, Preis und Umweltauswirkungen</i>
<b>Anzahl der Anwender</b>	<i>ca. 200</i>
<b>Erhältlich seit</b>	<i>1994</i>
<b>Letztes Update</b>	<i>1996</i>
<b>Nächstes Update</b>	<i>1997</i>
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>Internet Web site, Email</i>
<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>Nein</i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i>WWW.IO.TUDELFT.NL</i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	<i>ja</i>
<b>Preisinformationen</b>	<i>Studentenversion: DFL 25 Firmenversion: DFL 705 Updates: DFL 245</i>

Tabelle 7: Kurzinformationen zu IDEMAT gemäß Angaben des Herstellers

### 5.8 LCA inventory Tool 2.1

LCA inventory Tool (LCAiT) ist ein englischsprachiges Programm zur systematischen Erfassung und Darstellung umweltrelevanter Daten (Emissionen, Energie- und Ressourcenverbräuche) eines Systems, wobei die Systemgrenzen beliebig gewählt

werden können (z.B. ein Material, ein Produkt, ein ganzer Betrieb). Die einzelnen Produktionsschritte eines Systems werden dabei als Boxen dargestellt, welche mittels Pfeilen verbunden werden. Bei diesen Boxen wird zwischen Prozeß- und Transportboxen unterschieden.

Neben der Erstellung derartiger Sachbilanzen können die einzelnen Umweltfaktoren, bzw. definierte umweltrelevante Emissionen, mit selbstdefinierten Gewichtungsfaktoren multipliziert und zu einer aggregierten Zahl aufsummiert werden. Ansonsten ist mit LCAiT keine Umweltbewertung möglich, da keine Bewertungsmethoden wie die Eco-Indikator-Methode o.ä. vorgesehen sind, oder definiert werden können. Auch ist der Aufwand der Datenerhebung im Zuge der Erstellung einer Sachbilanz relativ hoch bzw. es müssen viele umweltrelevanten Daten eines zu untersuchenden Systems bekannt sein. Es gibt zwar eine umfangreiche Energie- und Transportdatenbank, aber es sind nur wenige Materialien und keinerlei Prozesse vordefiniert.

LCAiT ist ein Programm zur Umweltdatenverwaltung, das einfach zu erlernen und anzuwenden ist. Neben der Darstellung des Systems als Prozeßbaum können die Umweltdaten in Diagrammform aufgelistet, und ebenso wie eine Sachbilanzmatrix in andere Anwenderprogramme wie MS Excel oder MS Word exportiert werden.

<b>Programm</b>	<b>LCA IT</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>Für keine spezielle Branche entwickelt, für alle Arten von LCA Studien geeignet</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<i>Untersuchung von Konsumprodukten wie z.B. Verpackungen, Kühlgeräte, Autoteile, Chemikalien etc.</i>
<b>Anzahl der Anwender</b>	<i>100</i>
<b>Erhältlich seit</b>	<i>1992</i>

<b>Letztes Update</b>	1996
<b>Nächstes Update</b>	1997
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>Gratis Hotline, Trainingsprogramme auch auf die Kundenbedürfnisse abgestimmt</i>
<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>www.ekologik.cit.chalmers.se oder bei Chalmers</i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i>www.ekologik.cit.chalmers.se</i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	<i>Ja</i>
<b>Preisinformationen:</b>	<i>Einzellizenz 25 000 SEK (40 000 ÖS) Hochschullizenz: 15 000 SEK (24 000 ÖS)</i>

Tabelle 8: Kurzinformationen zu LCA IT gemäß Angaben des Herstellers

### 5.9 SimaPro 3.1

SimaPro ist eine weit verbreitete LCA-Software (DOS-Version) und wurde von PRÉ Consultants in den Niederlanden entwickelt. Es können Produkte analysiert und verglichen werden, und es können deren Eco-Indikatoren und EPS-Indikatoren kalkuliert werden.

Das Programm wurde für zwei Anwendertypen entwickelt:

1. Für den Umweltspezialisten, welcher Daten sammeln und analysieren möchte und
2. den Designer, der Umweltdaten im Designprozeß verwenden möchte.

Dementsprechend ist SimaPro auch als Analytiker- und als Designerversion erhältlich.

Um ein Produkt analysieren und vergleichen zu können, müssen Informationen eingegeben werden, wie dieses produziert, gebraucht und entsorgt wird und die einzelnen Produktkomponenten müssen bekannt sein. Sind diese Daten eingegeben,

werden die einzelnen (Umwelt-)Auswirkungen des Produktlebenszyklus von SimaPro kalkuliert. Es gibt verschiedene Auswertungsmethoden, insbesondere die Eco-Indikator-Methode. Die Ergebnisse können sehr übersichtlich graphisch dargestellt werden. Das Programm verfügt über umfangreiche Prozeß- und Materialdatenbanken, welche auch selbst ergänzt bzw. erweitert werden können.

SimaPro ist ein umfangreiches LCA-Programm, das nur sehr geringe Hardwarevoraussetzungen besitzt. Es ist relativ einfach zu bedienen und auch für kleinere Produktionsbetriebe geeignet...

<b>Programm</b>	<b>SimaPro</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>Vielseitiges Programm anwendbar in der Produktherstellung und Analyse von Dienstleistungen.. Wird neben produzierenden Firmen auch von Consultern, Wasser- und Elektrizitätsversorgungsunternehmen etc. verwendet.</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	<i>Redesign und Verbesserung von Produkten, Produktvergleich Einbindung bestehender Datenbanken Verwendung in der Ausbildung von Produktgestaltern</i>
<b>Anzahl der Anwender</b>	<i>über 300</i>
<b>Erhältlich seit</b>	<i>1994</i>
<b>Letztes Update</b>	<i>Juli 1997</i>
<b>Nächstes Update</b>	<i>1999 Version SP5</i>
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>Hotline Newsletter: Neuigkeiten über Methoden,</i>

	<i>Datenbanken, Anwendungen etc. Trainings- und Ausbildungsangebote (kostenpflichtig) Dienstleistungen: Erstellen von Datenbanken, Durchführen von Projekten</i>
<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>Demoversion im Internet oder bei: PRé Consultants Plotterweg 12, NL-3821 BB Amersfoort</i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i>www.pre.nl</i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	
<b>Preisinformationen:</b>	<i>Einzellizenz: Dfl 4800 (30 000 ÖS) Netzwerklicenz: Dfl 9600 (60 000 ÖS) Ausbildungslizenz: Dfl 2400 (15 000 ÖS) Datenbank: Dfl 6000 (37440 ÖS)</i>

Tabelle 9: Kurzinformationen zu SIMAPRO gemäß Angaben des Herstellers

### 5.10 UMBERTO 2.0

UMBERTO 2.0 ist ein sehr umfangreiches, modulartig aufgebautes Programm zur Modellierung von Stoffflüssen und Erstellen von Ökobilanzen (Betriebs-, Prozeß- und Produktökobilanzen). Es basiert auf dem Konzept der Stoffstromnetze, die nach den Prinzipien der Petri-Netztheorie aufgebaut werden. Dabei werden die relevanten Zusammenhänge in einem untersuchten System (z.B. ein Produktionsbetrieb) als ein Netz von miteinander verbundenen Transitionen (Umwandlungsprozesse, Transportvorgänge usw.) und Stellen (z.B. Lager) modelliert. Auf den Verbindungen zwischen den Netzelementen fließen Energie und Stoffe unterschiedlicher Art und Menge. Durch die grafische Darstellung der Netze mittels einer einfachen Symbolik wird ein hohes Maß an Übersichtlichkeit erzielt.

UMBERTO unterstützt den Anwender durch eine umfangreiche Datenbank mit vordefinierten Transitionsmodulen (Rohstoffe, Materialien, Transportprozesse,

Abfallbehandlung usw.), welche innerhalb der Systemmodellierung verwendet werden können.

In UMBERTO erstellte Sachbilanzen können mittels Kennzahlensystemen ökologisch bewertet und miteinander verglichen werden. Die Grundversion beinhaltet dabei die Ökopunktemethode Schweiz sowie die Wirkungspotentialmethode UBA. Weitere Bewertungsverfahren können in einer erweiterten Version von UMBERTO selbst erstellt, oder in Auftrag gegeben werden.

UMBERTO verfügt über ein sehr umfangreiches und übersichtliches Benutzerhandbuch, und es werden vom Vertreiber auch regelmäßig Schulungen und Anwender-Workshops angeboten, wodurch die Einarbeitung bzw. die Auslastung dieses sehr umfangreichen Software-Paketes erleichtert wird.

<b>Programm</b>	<b>UMBERTO</b>
<b>Haupteinsatzgebiet für das Programm</b>	<i>Produktentwicklung/ Produktbewertung Standortbewertung</i>
<b>Für welche Firmen empfohlen</b>	<i>Alle Firmen mit computerunterstütztem Umweltmanagement</i>
<b>Typischer Anwendungsfall</b>	
<b>Anzahl der Anwender</b>	<i>über 100</i>
<b>Erhältlich seit</b>	<i>1995</i>
<b>Letztes Update</b>	<i>1096</i>
<b>Nächstes Update</b>	<i>Anfang 98</i>
<b>Angebot an ergänzenden Dienstleistungen</b>	<i>Telefonsupport, ggf. vor Ort Schulung: regelmäßige Termine und auf Anfrage Updates, Modulbibliothek Regelmäßige Anwenderworkshops fortlaufende Publikationen von Konzepten und Anwendererfahrungen</i>

<b>Demoprogramm verfügbar von</b>	<i>Selbstablaufende Demoversion bei: D: ifu Hamburg GmbH, Im Winkel 3 D-20251 Hamburg Ö: Sinum GmbH, Jakobs Maringerstr. 3, A-5020 Salzburg</i>
<b>Internet Infos unter</b>	<i><a href="http://www.ifu.com">http://www.ifu.com</a></i>
<b>Möglichkeit der Rücksprache mit derzeitigen Anwendern</b>	
<b>Preisinformationen:</b>	<i>Umberto Consult: 23 700 DM (166 000 ÖS) Umberto Business: DM 7 900 (55 300 ÖS) Umberto Educ: DM 2500 (17500 ÖS) Preisnachlässe für zusätzliche Lizenzen</i>

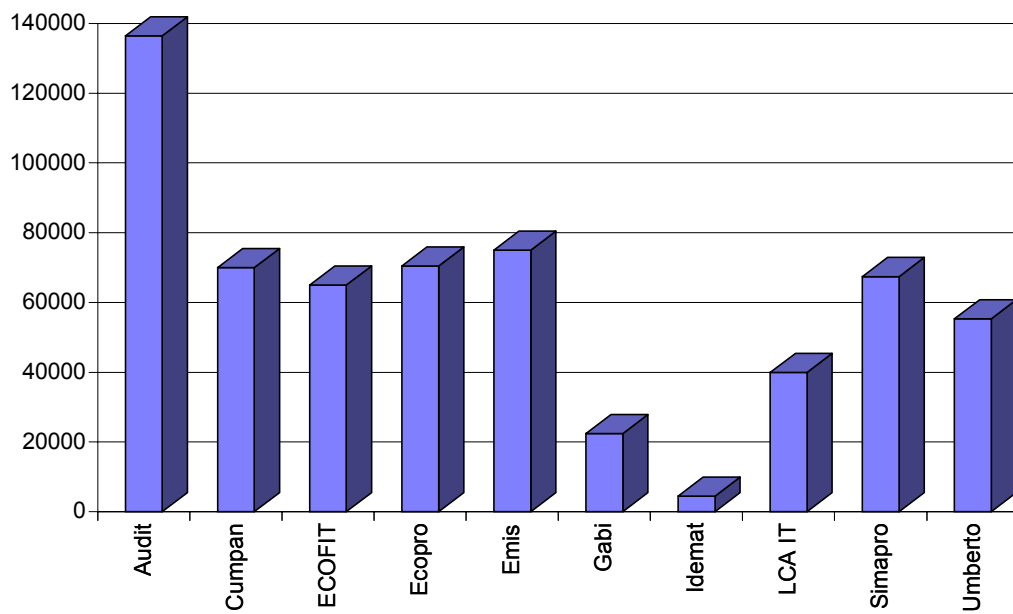
Tabelle 10: Kurzinformationen zu UMBERTO gemäß Angaben des Herstellers

### **5.11 Preise im Überblick**

Die vergleichende Darstellung der Preise soll einen Überblick über die Größenordnungen für die einzelnen Programme geben, genaue Preisinformationen für den jeweiligen Anwendungsfall können bei den Programmanbietern eingeholt werden.

Die in den Preisvergleich aufgenommenen Lizenzen sind Einzelplatzlizenzen inklusive Datenbankinhalt wenn dieser extra ausgewiesen wurde.

Die Preise sind in ÖS angegeben.



**Abbildung 2: Preisvergleich der untersuchten Programme**

## 6 Theoretischer Teil, Kriterientest

Für den Test der Programme wurde ein Kriterienkatalog zusammengestellt, der die Anforderungen erfaßt, die ECODESIGN an ein unterstützendes Softwareinstrument stellt.

Die Testkriterien umfassen sowohl allgemeine Softwarekriterien als auch inhaltliche Kriterien und sind in acht Kategorien zusammengefaßt. (Siehe 6.3)



Ergebnisse werden in einer Übersichtsdarstellung, entsprechend diesen Kategorien, in Form von Netzdiagrammen grafisch dargestellt. Dabei wurde für jede Kategorie das arithmetisch Mittel aus den Bewertungen für die einzelnen Kriterien errechnet.

Die Testdurchführung Softwaretest und die aufgestellten allgemeinen Softwarekriterien lehnen sich an die Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen (QuP) der DIN ISO/IEC 12119 an, ein genormtes Instrument zur Qualitätsprüfung von Softwarepaketen.

Der allgemeine Nutzen eines Software Programmes kann in die Bereiche Brauchbarkeit, Wartbarkeit und Portabilität unterteilt werden. (Balzert)



Die Brauchbarkeit ist definiert als der Grad, in dem ein Produkt zuverlässig, effizient und benutzerfreundlich arbeitet, wobei sich die Zuverlässigkeit aus der Robustheit des Produktes (=Absturzsicherheit inkl. des Zustandes danach), der Genauigkeit von Berechnungen, der Vollständigkeit (entspricht das Produkt den definierten Anforderungen der Benutzerdokumentation) und der Konsistenz zusammensetzt. Effizienz meint, inwieweit die Software ihre Aufgaben ohne Verschwendung von Ressourcen erfüllt. Damit sind z.B. kurze Antwortzeiten gemeint, aber auch inwieweit der Benutzer damit effizient arbeiten kann.

Ein wichtiger Punkt ist auch die Verständlichkeit als Softwareanforderung, also inwieweit (mittels Selbsterklärung, Strukturierung, Lesbarkeit) einem Außenstehenden der Zweck des Produktes nach der Durchsicht der Unterlagen (Benutzerdokumentation, Produktbeschreibung) klar ist.

Die Wartbarkeit, also wie leicht Änderungen am Produkt selbst möglich sind, wird anhand der Herstellerangaben ermittelt. Wie aufwendig es nun ist, ein bestehendes

Produkt an spezielle Anforderungen eines Betriebes mit Source-Code Eingriff zu adaptieren, ist mit dem entsprechenden Hersteller abzuklären. Anpassungsmöglichkeiten, die ohne Programmierung erfolgen können, werden im Test berücksichtigt.

Portabilität ist die Unabhängigkeit der Software von Hardware- und Betriebssystemkomponenten. Im Rahmen der Untersuchung wird anhand der Herstellerangaben erhoben welche Hardware- und Softwareplattformen erforderlich sind.

Die Ausgangsbasis für die inhaltlichen Kriterien ist der aktuelle Stand der Diskussion in Österreich im Bereich vorsorgender Umweltschutzmaßnahmen, wie in den vorangegangenen Kapitel dargestellt wurde.

### **6.1 Programmauswahl**

Bei der Auswahl der Programme für den weiterführenden Test wurde einerseits versucht eine Streuung in der Methodenwahl zu erzielen, andererseits darauf Bedacht genommen, daß die Programmauswahl für die österreichische Situation relevant ist. Dies bedeutet eine vorrangige Einbindung der österreichischen Softwareentwickler und einen Schwerpunkt auf den deutschsprachigen Programmen.

Ferner wurde der Bekanntheitsgrad und die Verbreitung der Programme am Markt berücksichtigt.

Aus den eingesandten Programmen wurden in Absprache mit dem BMU zehn Software Pakete für die ausführlichen Kriterientests ausgewählt.

Es sind dies die Programme AUDIT, CUMPAN, ECOFIT, ECOPRO, EMIS, Gabi, IDEMAT, LCAiT, SimaPro und UMBERTO.

### **6.2 Durchführung der Tests**

Der Test erfolgte nach der Black-Box Methode. (Die innere Struktur ist für den Tester unbekannt. Mit dem Programm wurde nur über seine spezifizierten Schnittstellen kommuniziert). Eine Bildung von Äquivalenzklassen (einzelne Testfälle wurden so

gewählt, daß sie eine ganze Klasse von möglichen Eingaben repräsentieren) und eine Grenzwertanalyse (einzelne Testfälle wurden so gewählt, daß sie den Rand der möglichen Eingaben überprüfen (min,max)) wurde nur in besonderen Fällen durchgeführt. Ansonsten wurde die intuitive Testfallermittlung (es werden aus der Erfahrung heraus und intuitiv signifikante Testfälle aufgestellt) verwendet.

Die SW-Pakete wurden einzeln nacheinander geprüft. In logischer Hinsicht wurden zuerst die Module der Software und danach deren Zusammenspiel getestet.

### **6.2.1 Bewertung der Kriterien**

Zur Beurteilung der einzelnen Kriterien wurde eine relative Bewertung auf einer Skala von "0" bis "10" durchgeführt, wobei der Maximalwert von "10" bei optimaler Erfüllung des jeweiligen Kriteriums vergeben wurde. Wenn dem Kriterium überhaupt nicht Rechnung getragen wurde, wurde die Bewertung "0" vergeben.

Dazwischen liegend Werte resultieren aus der relativen Einschätzung bei teilweiser Erfüllung eines Kriteriums.

### **6.2.2 Prüfungsdokumentation und Auswertung**

Die Prüfung erfolgte mittels Checklisten, mit denen alle Forderungen, die an die jeweiligen Bestandteile des Softwareproduktes gestellt werden, durch entsprechende Fragen geprüft werden können. Mit Hilfe der Checklisten wurden die festgelegten Kriterien auf die Programme angewandt.

Im Prüfungsprotokoll sind die Testergebnisse für die einzelnen Kriterien dokumentiert und mit einem Kurzkomentar erläutert.

Für einen schnellen Überblick über die Testergebnisse wurde eine zusammenfassende Darstellung in Form von Netzdiagrammen gewählt. Für diese Übersichtsdarstellung im Netzdiagramm wurde der arithmetische Mittelwert der Kriterien für die jeweiligen Kategorien errechnet und auf die entsprechende Achse aufgetragen.

Die Ergebnislisten und die Übersichtsdarstellungen finden sich im Anhang B.

### 6.3 Testkriterien

Die Kategorien, die den Achsen der Netzdiagramme entsprechen lauten:

1. Benutzerhandbuch
2. Allgemeine Softwarekriterien
3. Flexibilität
4. Transparenz
5. Berücksichtigte Lebenszyklus- Bereiche und berücksichtigte Faktoren
6. Möglichkeiten der Methodik und Ergebnisdarstellung
7. Datenumfang und -qualität
8. Bedienungsaufwand und Synergien

#### 6.3.1 Kategorie 1: Benutzerhandbuch

Das Benutzerhandbuch stellt ein wesentliches Kommunikationsmedium zwischen dem Programm und dem Anwender dar, es hat entscheidenden Einfluß auf die erforderliche Einarbeitszeit, sowie den Umgang mit neuen Problemen (Nachschlagfunktion).

In der Kategorie Benutzerhandbuch wurden die folgenden Kriterien überprüft:

- Vollständigkeit
- Korrektheit, Fehlerfreiheit
- Ausführlichkeit
- Verständlichkeit
- Übersichtlichkeit
- Einheitlichkeit in Begriffen und Benennungen, Eindeutigkeit

Kriterien für Kategorie 1

### 6.3.2 Kategorie 2: Allgemeine Softwarekriterien

Diese Kategorie deckt den Bereich ab, der die Funktionsfähigkeit und das Handling des Programmes beschreibt. Es erfolgte eine weitere Unterteilung in die Bereiche Installation, Programm und Hardwarevoraussetzungen:

#### Installation

- Vollständigkeit der Lieferung
- Installierbarkeit
- Deinstallierbarkeit

#### Programm

- Funktionalität
- Zuverlässigkeit und Robustheit
- Verständlichkeit
- Widerspruchsfreiheit
- Übersichtlichkeit
- Steuerbarkeit

#### Hardwarevoraussetzungen und Effizienz

- Effizienz
- Hardwarevoraussetzungen

Kriterien für Kategorie 2

### 6.3.3 Kategorie 3: Flexibilität

Ein nach dem heutigen Stand der wissenschaftlichen Diskussion entscheidendes Faktum ist die mögliche Einflußnahme des Anwenders auf das Programm, um es an die individuellen Anforderungen anzupassen. Die Möglichkeiten der Anpassung der verwendeten Methodik, der Ergebnisdarstellung und der Gewichtungsfaktoren sind in der Kategorie Flexibilität zusammengestellt:

- Vielfalt der individuellen Eingriffsmöglichkeiten? (Eingaben, Verarbeitung der Daten, Zuordnung der Aufwendungen, Aggregation, Gewichtung, Ergebnisdarstellung)
- Sind die Systemgrenzen wählbar?

- Können individuelle Kriterien berücksichtigt werden?
- Können die Bewertungsverfahren angepaßt werden? (fix vorgegeben, wählbar oder frei definierbar)
- Ist die Gewichtung veränderlich?
- Ist der Detaillierungsgrad der Ergebnisse wählbar?
- Ist ein modularer Aufbau vorhanden?

Kriterien für Kategorie 3

#### 6.3.4 Kategorie 4: Transparenz

Eine wichtige Voraussetzung für die Beurteilung und sinngemäße Interpretation der Ergebnisse ist es, daß die Quelle der Daten bekannt und überprüfbar ist, daß die verwendete Methodik bekannt ist und ausreichend beschrieben wird, und daß die verwendete Umrechnungen und Aggregationsverfahren erklärt werden.

Die Kategorie Transparenz wird durch die folgenden Kriterien überprüft:

- Ist die Quelle der Daten klar erkennbar?
- Werden die verwendeten Methoden ausreichend erklärt?
- Sind bei den verwendeten Be- und Umrechnungen die Formeln erkennbar?
- Ist die Berechnung nachvollziehbar und können einzelne Berechnungsschritte zurückverfolgt werden?
- Können graphische Darstellungen den zugehörigen Daten bzw. Berechnungsergebnissen klar zugeordnet werden?
- Sind die verwendeten Gewichtungsfaktoren erkennbar und erklärt?

Kriterien für Kategorie 4

#### 6.3.5 Kategorie 5: Berücksichtigte Lebenszyklusbereiche und berücksichtigte Faktoren

Die berücksichtigten Lebenszyklusbereiche bestimmen den Gültigkeitsbereich der Ergebnisse, und die Art und Anzahl der berücksichtigten Faktoren legt den Blickwinkel der Betrachtung fest und determiniert dadurch die Aussagekraft der Resultate.

Folgende Kriterien kommen in dieser Kategorie zur Anwendung:

Berücksichtigte Lebenszyklusbereiche

- Rohstoffgewinnung
- Verarbeitung, Herstellung
- Distribution
- Gebrauch
- Nach Gebrauch
- Entsorgung

Umfang und Art der berücksichtigten Faktoren (für alle Lebenszyklusabschnitte)Welche Daten werden erfaßt und verarbeitet?

- Materialmengen (Werkstoffe, Hilfsstoffe, etc.)
- Materialqualitäten (Nachwachsende Rohstoffe, mineralische Rohstoffe, fossile Rohstoffe, Sekundärrohstoffe)
- Energiequellen/-szenarien
- Energieklassen (Exergieanteil)
- Flächenverbräuche
- Emissionen (fest, flüssig, gasförmig)
- Informationen zur Nutzungsintensität (Langlebigkeit, etc.)
- Werden qualitative (nicht physikalisch meßbare) Faktoren berücksichtigt?

Kriterien für Kategorie 5

**6.3.6 Kategorie 6: Möglichkeiten der Methodik und Ergebnisdarstellung**

In dieser Kategorie wird der Einsatzbereich abgesteckt, der durch den methodischen Rahmen des Programms vorgegeben ist.

Außerdem werden die Möglichkeiten der Ergebnisauswertung und -darstellung untersucht.

Möglichkeiten der verwendeten Methodik

- Möglichkeit der Produktbewertung
- Möglichkeit der Standortbewertung
- Sind Szenarienrechnungen möglich?
- Sind Sensitivitätsanalysen möglich?
- Ist ein Variantenvergleich möglich?

- Ist eine Abbildung von über den Normalbetrieb hinausgehenden Betriebszustände möglich (Störfallrisiko)?
- Gibt es eine Sachbilanz?
- Gibt es eine Wirkungsbilanz?
- Vielfalt und Möglichkeiten der vorhandene Bewertungsverfahren
- Erfolgt eine Aggregation der Daten durch das Programm?
- Sind auch disaggregierte Daten abrufbar?
- Erfolgt eine Relativierung auf den Produktnutzen (Werden Aufwendungen auf die Nutzeinheit bezogen? )

#### Ausgabe/Darstellung der Ergebnisse

- Möglichkeiten der Darstellung (Tabellen, Grafiken)?
- Sind Ergebnisse mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad möglich?

Kriterien für Kategorie 6

### **6.3.7 Kategorie 7: Datenumfang- und -qualität**

Vorhandene und benutzerdefinierte Daten sind ein zentrales Element jeder Produkt- oder Standortbewertung.

Sowohl der Umfang der vorhandenen Daten als auch deren Qualität und Aktualität ist maßgeblich für die Brauchbarkeit der Resultate.

- Können benutzerdefinierte Daten einfach integriert werden?
- Ist eine Beurteilung der Datenqualität möglich?
- Können Fehlerbreiten erkannt werden (eingegeben werden)?

#### Sind Daten im Programm bereits eingebettet vorhanden?

- Prozesse
- Energiebereitstellungsszenarien
- Materialien
- Transport
- Sonstige
- Import/Export (Existiert Anbindungsmöglichkeit an Datenbanken und Exportmöglichkeit der Daten in andere Anwenderprogramme die zum Einsatz kommen?)

- Können vorhandene Daten einfach adaptiert/verändert werden?
- Aktualität und Alter der Daten

Kriterien für Kategorie 7

### 6.3.8 Kategorie 8: Bedienungsaufwand und Synergien

In dieser Kategorie werden wichtige Informationen abgefragt, die es gemeinsam mit den Kosten des Programms erlauben, das Aufwand/Nutzen Verhältnis zu beurteilen.

#### Bedienungsaufwand

- Werden Spezialkenntnisse vorausgesetzt?
- Mögliche Bediener/Akteure- Wer kann das Programm anwenden? (Mitarbeiter, Berater, Management)
- Aufwand der Datenerhebung?
- Ist die Dateneingabe interaktiv geführt?
- Qualität des Hilfesystems?

#### Vorhandene Synergien

- Vorbereitung auf EMAS, oder ISO Zertifizierung?
- Sind rechtliche Vorschriften inkludiert?
- Sind sonstige Features vorhanden?

Kriterien für Kategorie 8

#### **6.4 Interpretation der Ergebnisse**

Die untersuchten Programme können beschrieben werden als eine Kombination aus folgenden Komponenten:

- Systematik zur Erfassung und Berechnung umweltrelevanter Faktoren
- Bereitgestellte Daten aus einer integrierten Datenbank

In Abbildung 3 sind die Programme hinsichtlich dieser Einteilung zugeordnet.

Wie aus der Darstellung ersichtlich ist, gibt es dabei unterschiedliche Schwerpunkte.



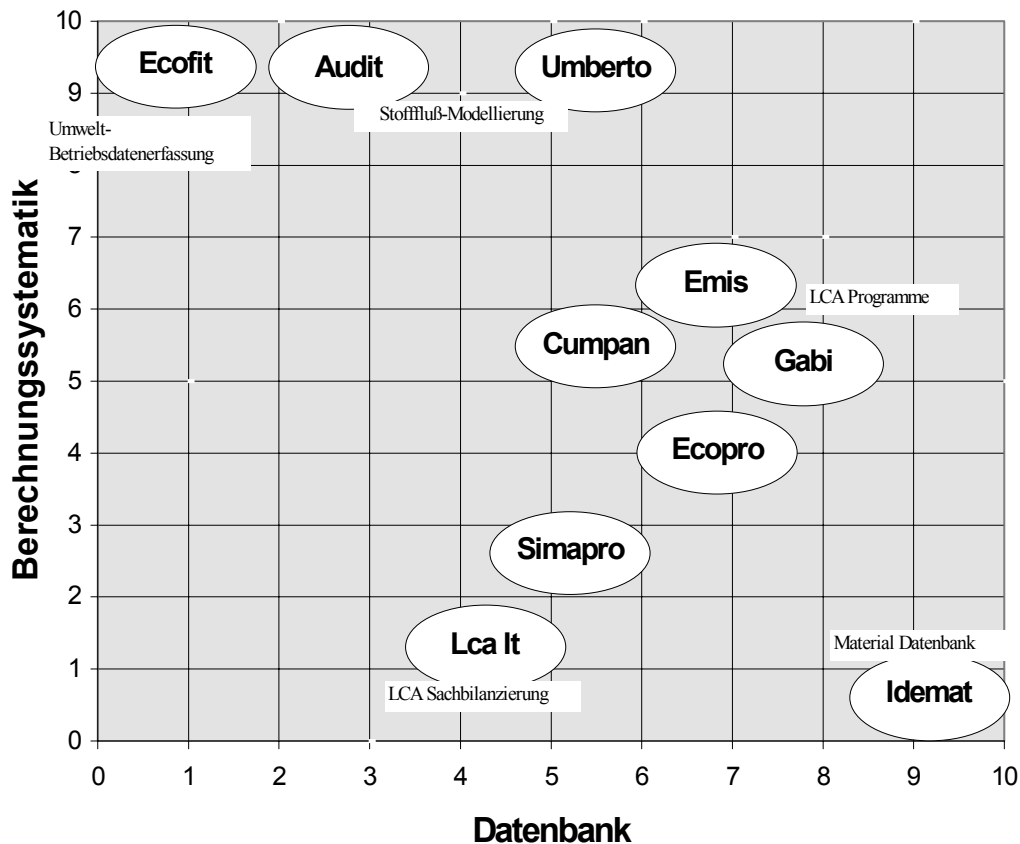


Abbildung 3: Einteilung der Programme

Aufgespannt wird das Einteilungsschema von den beiden Extremen ECOFIT und IDEMAT.

Während ECOFIT als Programm zur Umwelt-Betriebsdatenerfassung eine reine Erfassungs- und Berechnungssystematik anbietet und keine vordefinierten Daten enthält, ist IDEMAT eine Datenbank, mit technischen und umweltrelevanten Informationen zu Werkstoffen und Materialien, mit geringen methodischen Eingriffsmöglichkeiten.

Dazwischen liegen die "typischen LCA Programme" EMIS, CUMPAN, ECOPRO GaBi und SimaPro, die sowohl über eine eigene Datenbank als auch eine Berechnungssystematik verfügen, und das Sachbilanzierungstool LCAiT.

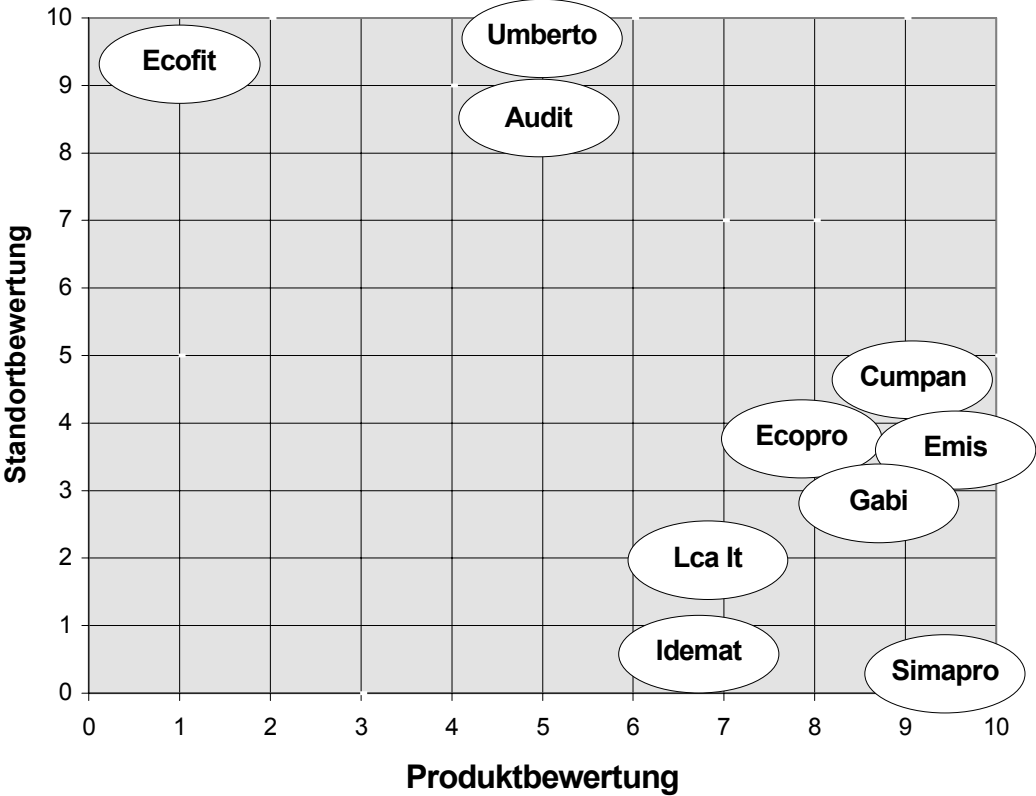
Die theoretisch umfangreichsten methodischen Möglichkeiten bieten die Stofffluß-Modellierungsprogramme AUDIT und UMBERTO, da sie, vor allem in den jeweiligen Vollversionen, sehr weitgehende benutzerdefinierte Möglichkeiten der Modellierung

zulassen. Dies ist natürlich mit einem dementsprechend hohen Aufwand verbunden und erfordert auch die höchsten Kenntnisse im Umgang mit dem Programm.

Hinsichtlich der Anwendungsbereiche für die Programme läßt sich eine Unterscheidung in Standortbewertungsprogramme, und solche zur Produktbewertung treffen. Dabei sind die Übergänge fließend, da die verwendeten Berechnungsmethoden zumeist prinzipiell beide Möglichkeiten zulassen, wenngleich mit unterschiedlichem Schwerpunkt.

Stoffflußmodellierung etwa läßt sich auch zur Beschreibung von Produktlebenszyklen verwenden, und mit einer Lebenszyklusanalyse ist bei entsprechender Wahl der Systemgrenzen grundsätzlich auch ein Produktionsstandort abbildbar.

Eine Einordnung der Programme gemäß dem jeweiligen Schwerpunkt und den Anwendungsmöglichkeiten ist aus Abbildung 4 ersichtlich.



**Abbildung 4: Anwendungsgebiete**

Die Programmqualität der untersuchten Softwarepakete kann, abgesehen von bei Beta Versionen üblichen Problemen durchwegs als gut bezeichnet werden.

Bei den erfaßten Faktoren liegt ein deutlicher Schwerpunkt auf Materialverbrauch, Energie und Emissionen.

Defizite bestehen bei den berücksichtigten Faktoren hinsichtlich folgender Punkte:

- Berücksichtigung von Materialqualitäten (z. B. nachwachsende Rohstoffe)
- Flächenverbräuche
- Informationen zu Nutzungsintensität und Langlebigkeit
- Qualitative Faktoren

Teilweise bestehen Synergieeffekte mit anderen Programmfunktionen (betriebswirtschaftliche oder technische), die den Aufwand für die ökologischen Betrachtungen reduzieren und die Akzeptanz des Programms für den betrieblichen Anwender steigern können.

***Einsatz von Softwareprogrammen im Rahmen von ECODESIGN***

Aus der Sicht von ECODESIGN werden vor allem die Bereiche Produktionsoptimierung und Produktoptimierung unterstützt.

Dabei sind für die Abbildung komplexer Produktionsabläufe die Stofffluß-Modellierungsprogramme (AUDIT, UMBERTO) am besten geeignet. Für einen Vergleich von Produkten und Sensitivitätsanalysen hinsichtlich einzelner Umweltauswirkungen empfiehlt sich die Anwendung eines LCA- Programms (S.a. Testprotokolle im Anhang). Ansatzweise ist es über die Definition einer funktionellen Einheit (EMIS, GaBi) auch möglich, Variantenvergleiche auf den Nutzen der untersuchten Produkte zu beziehen.

Die Möglichkeit den Nutzen der Produkte, die "Produkt-Dienstleistung" ins Zentrum der Betrachtung zu rücken, wie dies etwa für einen Vergleich von Produkten im Verkauf mit Servicekonzepten wünschenswert wäre, stehen allerdings noch am Anfang.

Für den Einsatz von Softwareprogrammen im Rahmen von ECODESIGN lassen sich folgende Punkte zusammenfassen:

- Stoff- und Energieflußbilanzierungen sind ein integraler Bestandteil von ECODESIGN und können durch Softwareprogramme mit verschiedenen Schwerpunkten auf Produkt oder Produktion systematisch und effizient unterstützt werden.

Diese Ergebnisse sollten um funktions- dienstleistungsorientierte Betrachtungen erweitert und in ein Gesamtkonzept der Entscheidungsfindung eingebunden werden. Diese Einbindung in ein Gesamtkonzept ist dabei um so wichtiger, je einfacher man über die Methodik des Programms zu Resultaten kommt.

- Die Datenrecherche und -aufbereitung ist maßgeblich für den Aufwand und die Qualität der Ergebnisse.

Durch den Einsatz von generischen Daten (aus den integrierten Datenbanken) besteht die Möglichkeiten den Aufwand erheblich zu reduzieren. Dabei muß jedoch beachtet werden, daß es sich dabei immer um verallgemeinerte Daten handelt, die mit teils beträchtlichen Unsicherheiten behaftet sind. Sinnvoll ist der Einsatz von Datenbanken für einen schnellen Überblick, etwa zum Auffinden von Bereichen in denen eine detaillierte Recherche erfolgen soll. Datenbanken sind daher eine wichtige Unterstützung bei der Vervollständigung des vorliegenden, fallspezifischen Datenmaterials.

Prinzipiell sind aber fallspezifische Informationen den generischen, verallgemeinerten Daten immer vorzuziehen. Sensitivitätsanalysen für einzelne Prozesse können nur mit spezifischen Daten durchgeführt werden.

- Ergebnisse auf geringerem Aggregationsniveau besitzen einen höheren Informationsgehalt als aggregierte Daten (Kennzahlen), sind aber im Vergleich unübersichtlicher.

Die Übersichtlichkeit und Klarheit aggregierter Ergebnisse verleitet zu der unzulässigen Annahme es handle sich dabei um "objektiv richtige" Ergebnisse. Aggregierte Ergebnisse und Kennzahlen sollten daher immer um eine transparente Darstellung ihrer Berechnung ergänzt werden.

- Umgang mit Datenunsicherheiten und Fehlern:

Fehlerquellen und Datenunsicherheiten werden erst in Ansätzen über die Angabe von Schwankungsbreiten berücksichtigt., eine Beurteilung der Datenqualität und deren Aktualität ist in vielen Fällen schwierig.

Anzustreben ist eine Kombination aus den in Kapitel 3.2 angeführten Möglichkeiten des Umgangs mit Unsicherheiten in der Form, daß für vorgelagerte Bereiche ( Strommix etc.) ein konsensuales Vorgehen angestrebt wird, und für fallspezifisch beeinflussbare Bereiche eine methodische Einbindung der Unsicherheiten erfolgt.

## 7 Kurzanalyse von Demoprogrammen

Ahnlich wie bei den ausführlichen Kriterientests wurden auch Demoversionen der folgenden Programme untersucht:

- EcoScan 1.0 Demo Version
- KCL-ECO Version 2.0 Demo Version
- Oeko-Base für Windows 2.0 Demo Version
- PEMS Demo Version
- PIA 1.2 Demo Version

Die Ergebnisse enthalten neben einer allgemeinen Beschreibung ebenfalls eine Liste von Testkriterien, welche aus dem ausführlichen Kriterientest abgeleitet wurden und jeweils mit einer verbalen Beurteilung versehen sind.

### 7.1 *EcoScan 1.0 Demo*

EcoScan 1.0 ist eine relativ neue LCA-Software aus den Niederlanden, welche sich vor allem durch ihre einfache und übersichtliche Handhabung auszeichnet. Das Programm verfügt standardmäßig über eine Datenbank, welche die Eco-Indikatoren von 100 Materialien und Prozessen beinhaltet. Weitere 300 bei Philips entwickelte Eco-Indikatoren sind optional erhältlich. Mittels dieser Eco-Indikatoren wird auf sehr einfache Weise ein Produktlebenszyklus derart modelliert, indem ein Produktbaum erstellt wird, der dem Produktaufbau entspricht. Auf diese Weise können die verschiedenen Lebenszyklen Produktion, Gebrauch, Entsorgung und Transport auf hierfür vorgesehenen Blättern abgebildet werden. Als Resultat erhält man die Eco-Indikatoren der einzelnen Lebenszyklusphasen sowie für den gesamten Lebenszyklus. Sach- und Wirkungsbilanzen können nicht dargestellt werden. Die Ergebnisse der Produktanalyse können graphisch oder tabellarisch dargestellt werden.

Da die Anwendung von EcoScan 1.0 darin besteht, ein Produkt anhand der in der Datenbank vorhandenen Materialien und Prozesse abzubilden, können Produkte innerhalb kürzester Zeit analysiert werden. Probleme bereitet diese Vorgehensweise

jedoch dann, wenn nicht alle notwendigen Daten vorhanden sind, da es nicht möglich ist, die Datenbank zu erweitern und neue Eco-Indikatoren selbst zu kalkulieren.

Die ausschließliche Verwendung von generischen Daten schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse drastisch ein. EcoScan 1.0 eignet sich vor allem für jene Anwender, die auf einfachste Art und Weise einen ersten Eindruck von den Umweltauswirkungen ihrer Produkte erhalten wollen.

Dabei unterstützt EcoScan den Anwender auch mittels eigenen Berechnungsmodulen für Transportentfernungen, Energieverbrauch sowie zur Berechnung der Masse verschiedener Körper (z.B. I-Träger).

<b>ECODESIGN-Software-Bewertung</b>	
<b>EcoScan 1.0 Demo</b>	
<b>Kriterium</b>	<b>Bewertung</b>
<b>Benutzerdokumentation allgemein</b>	Die Demoversion beinhaltete nur einen Quick Guide. Mit der Vollversion ist auch eine ausführlichere Bedienungsanleitung erhältlich. Derzeit ist die Benutzerdokumentation nur in Englisch verfügbar.
<b>Übersichtlichkeit des Programms</b>	Sehr übersichtliches Windows-Programm, angenehme Oberflächengestaltung.
<b>Hardwarevoraussetzungen</b>	Es sind keine Angaben zu den Hardwarevoraussetzungen in der Kurzanleitung vorhanden.
<b>Anwendungsfall: Produktbewertung oder Standortbewertung?</b>	EcoScan ist ein Programm zur Produktbewertung.
<b>Berücksichtigte Lebenszyklusbereiche allgemein</b>	Die Produktlebenszyklen Produktion, Gebrauch, Transport und Entsorgung können direkt modelliert werden. Die Rohstoffgewinnung wird implizit innerhalb der Ecoindikatoren der eingesetzten Materialien berücksichtigt.
<b>Variantenvergleich möglich?</b>	Innerhalb des Programmes ist kein Variantenvergleich möglich.
<b>Gibt es eine Sachbilanz?</b>	Es ist keine Sachbilanz vorhanden.
<b>Gibt es eine Wirkungsbilanz?</b>	Es ist auch keine Wirkungsbilanz vorhanden.

<b>Bewertungsverfahren vorhanden?</b>	Als Bewertungsverfahren ist die Eco-Indikator-Methode vorhanden. Es sind nur die Eco-Indikatoren von 100 Materialien und Prozesse vorhanden, weitere 300 Eco-Indikatoren sind optional erhältlich.
<b>Erfolgt eine Aggregation durch das Programm?</b>	Es erfolgt eine Summation sämtlicher Eco-Indikatoren, man erhält eine einzige Ziffer für die Umweltbewertung.
<b>Faktorenumfang allgemein; Welche Daten werden erfaßt und verarbeitet?</b>	Material- und Energiemengen müssen angegeben werden, Emissionen, Energieklassen werden durch die Eco-Indikatoren berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden Materialqualitäten, Flächenverbräuche, Nutzungsintensität des Produktes und qualitative Faktoren.
<b>Welche Ergebnisse werden erhalten?</b>	Als Ergebnisse werden die Eco-Indikatoren der einzelnen Komponenten und Lebenszyklen sowie des gesamten Produktes erhalten. Diese Ergebnisse können tabellarisch und in drei verschiedenen Diagrammformen dargestellt werden.
<b>Bedienungsaufwand allgemein</b>	Der Bedienungsaufwand ist sehr gering, es können innerhalb kurzer Zeit Produkte modelliert und analysiert werden.

## 7.2 KCL-ECO Version 2.0 Demo

KCL-ECO ist ein vom finnischen Papierforschungsinstitut entwickeltes, englischsprachiges Programm (lauffähig unter Windows 95 oder Windows NT) zur Lebenszyklusanalyse von komplexen Systemen. Der Hauptanwendungsbereich liegt bei der Analyse und Bewertung von industriellen Produkten. Das Programm bietet eine sehr übersichtliche Gestaltung, wobei sowohl das "flowsheet plane", also der Fließbildeditor zur LCA-Modellierung, als auch das "report plane" (mit den entsprechenden Lösungen des "flowsheet plane") einzeln oder nebeneinander dargestellt werden können. Das "report plane" enthält dabei Informationen, wie die detaillierte und klar gegliederte Sachbilanz oder die Ergebnisse der Bilanzbewertung. Als Bewertungsmethoden sind dabei das Eco Point System sowie ein weiteres schwedisches und ein schweizerisches Verfahren vorhanden.

Eine Datenbank zur Unterstützung des Anwenders ist ebenfalls verfügbar. Die große Schwäche von KCL-ECO liegt in den fehlenden Möglichkeiten der graphischen Ergebnisdarstellung sowie des Variantenvergleichs, Schwachstellenanalysen hingegen sind möglich.

<b>ECODESIGN-Software-Bewertung</b>	
<b>KCL-ECO 2.0 Demo</b>	
<b>Kriterium</b>	<b>Bewertung</b>
<b>Benutzerdokumentation allgemein</b>	Die Demoversion enthält eine nicht ganz 50-seitige, englischsprachige Benutzerdokumentation, in der aber nicht alle Funktionen beschrieben werden.
<b>Übersichtlichkeit des Programms</b>	Das Programm arbeitet mit einer sehr übersichtlichen Windows-Oberfläche. Es besteht aus einem flowsheet plane (Flußdiagrammdarstellung) und einem report plane (enthält die Daten des Flußdiagrammes wie z.B. die Sachbilanz).
<b>Hardwarevoraussetzungen</b>	486 DX2 CPU (66 MHz), 16 MB Arbeitsspeicher, 5 MB Festplattenspeicher, Windows 95 oder NT 3.5 (oder später), SVGA-Bildschirm.
<b>Anwendungsfall: Produktbewertung oder Standortbewertung?</b>	KCL-ECO ist zur Analyse und Bewertung von Industrieprodukten entwickelt worden, es können aber auch bedingt Standorte beurteilt werden.
<b>Berücksichtigte Lebenszyklusbereiche allgemein</b>	Mittels der Flußdiagrammdarstellung können prinzipiell alle Lebenszyklusbereiche modelliert und berücksichtigt werden.
<b>Variantenvergleich möglich?</b>	Direkt im Programm ist kein Variantenvergleich vorgesehen bzw. möglich.
<b>Gibt es eine Sachbilanz?</b>	Es ist eine sehr umfangreiche und detaillierte, sowie klar und übersichtlich gegliederte, Sachbilanz vorhanden.
<b>Gibt es eine Wirkungsbilanz?</b>	Es ist keine Wirkungsbilanz vorhanden.
<b>Bewertungsverfahren vorhanden?</b>	Es sind die Bewertungsverfahren EPS-System (Eco Points Schweden) sowie Ecoscarcity (Switzerland) und Ecoscarcity (Sweden)

	vorhanden.
<b>Erfolgt eine Aggregation durch das Programm?</b>	Die Bewertungsergebnisse werden sowohl detailliert als auch aufsummiert dargestellt.
<b>Faktorenumfang allgemein; Welche Daten werden erfaßt und verarbeitet?</b>	Material- und Energiemengen werden ebenso wie Emissionen berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden Materialqualitäten, Flächenverbräuche, Nutzungsintensität des Produktes und qualitative Faktoren.
<b>Welche Ergebnisse werden erhalten?</b>	Als Ergebnis erhält man eine sehr umfangreiche Sachbilanz sowie die entsprechende Bilanzbewertung. Graphische Darstellungen der Ergebnisse sind nicht vorgesehen bzw. nicht möglich.
<b>Bedienungsaufwand allgemein</b>	Der Bedienungsaufwand ist durchschnittlich, der geübte Anwender kann relativ rasch Lebenszyklusanalysen durchführen.

### 7.3 Oeko-Base für Windows 2.0 Demo

Oeko-Base für Windows ist ein beim Migros-Genossenschafts-Bund in der Schweiz entwickeltes, und mit der Datenbank MS ACCESS erstelltes, Programm für die Erstellung von Ökobilanzen für Verpackungen und Verpackungssysteme. Als Anwender sind technisch und ökologisch versierte Verpackungsfachleute vorgesehen, denen die Produktionsabläufe, Produktbeschaffenheit, Distributionswege usw. bekannt sind. Das Programm verfügt über zwei Datenbanken<sup>7</sup>, in der verschiedene Verpackungssystem-Komponenten und Prozesse nach der Methode der Umweltbelastungspunkte<sup>8</sup> ökologisch bewertet werden. Der Anwender kann diese Datenbanken ergänzen oder eigene Datenbanken erstellen. Die Entsorgungsverhältnisse können innerhalb des Programms länderspezifisch angepaßt werden, die Recyclingrate kann bei den meisten Packstoffen selbst gewählt werden.

<sup>7</sup>basierend auf der BUWAL SRU Nr. 132 (Ökobilanz von Packstoffen, Bern 1991)

<sup>8</sup>BUWAL SRU Nr. 133 (Methodik für Ökobilanzen, Bern 1990)

Als Ergebnis erhält der Anwender, nachdem er die entsprechenden Verpackungssystem-Kenndaten in Oeko-Base eingegeben hat, die Umweltbelastung, ausgedrückt in Umweltbelastungspunkten. Er erhält einen ökologischen Vergleich verschiedener Verpackungssysteme, wobei der Vergleich der Umweltbelastungen hinsichtlich Energie, Luft, Wasser und Abfall graphisch dargestellt werden kann. Es können auch einzelne Verpackungskomponenten analysiert und optimiert werden. Eine detaillierte Sachbilanz verschiedener Verpackungssysteme kann mit Oeko-Base nicht erstellt werden.

<b>ECODESIGN-Software-Bewertung</b>	
<b>Oeko-Base für Windows 2.0 Demo</b>	
<b>Kriterium</b>	<b>Bewertung</b>
<b>Benutzerdokumentation allgemein</b>	Die Demoversion enthält keine Benutzerdokumentation.
<b>Übersichtlichkeit des Programms</b>	Das Programm besitzt eine übersichtliche und einfach gestaltete Oberfläche, die vorhandenen Steuerknöpfe sind aber nicht bezeichnet. Ohne Bedienungsanleitung ist das Programm nicht sehr leicht anzuwenden.
<b>Hardwarevoraussetzungen</b>	Relativ geringe Hardwarevoraussetzungen, PC mit mindestens 386sx Prozessor, 4 MB Arbeitsspeicher (RAM), ca. 5 MB Festplattenspeicher notwendig.
<b>Anwendungsfall: Produktbewertung oder Standortbewertung?</b>	Bewertung von verschiedenen Verpackungsmaterialien bzw. Verpackungssystemen.
<b>Berücksichtigte Lebenszyklusbereiche allgemein</b>	Es werden die Lebenszyklusphasen Herstellung, Transport und Entsorgung von Verpackungsmaterialien sowie Flaschenwaschprozesse berücksichtigt. Andere Produkte (außer Verpackungen) werden nicht betrachtet.
<b>Variantenvergleich möglich?</b>	Es ist ein Variantenvergleich von verschiedenen Packstoffen innerhalb des Programmes möglich.
<b>Gibt es eine Sachbilanz?</b>	Es ist keine Sachbilanz vorhanden.

<b>Gibt es eine Wirkungsbilanz?</b>	Es ist auch keine Wirkungsbilanz vorhanden.
<b>Bewertungsverfahren vorhanden?</b>	Als Bewertungs- und Vergleichsverfahren wird die Methode der Umweltbelastungspunkte (BUWAL SRU Nr. 133) verwendet. Andere Methoden sind nicht vorhanden.
<b>Erfolgt eine Aggregation durch das Programm?</b>	Ja, es werden Umweltbelastungspunkte für Energie, Wasser, Luft und Abfall für die einzelnen Verpackungs-Komponenten sowie die Summe der Umweltbelastungspunkte berechnet.
<b>Faktorenumfang allgemein; Welche Daten werden erfaßt und verarbeitet?</b>	Material- und Energieverbrauch, Emissionen und Abfallentstehung werden berücksichtigt. Keine Berücksichtigung in der Bewertung finden Materialqualitäten, Flächenverbräuche, Langlebigkeit der Verpackung und qualitative Faktoren.
<b>Welche Ergebnisse werden erhalten?</b>	Als Ergebnisse werden die Umweltbelastungspunkte verschiedener Verpackungen erhalten. Die Umweltbelastungen können graphisch nach Energie, Luft, Wasser und Abfall oder nach Verpackungssystem-Komponenten gegliedert dargestellt werden.
<b>Bedienungsaufwand allgemein</b>	Der Bedienungsaufwand ist relativ gering, Verpackungssysteme können rasch analysiert werden.

#### **7.4 PEMS Demo Version**

PEMS ist ein in MS Excel programmiertes, englischsprachiges LCA-Programm, welches Excel 4 oder 5 auf dem Rechner vorinstalliert benötigt. Es besteht aus einem Fließbildeditor, in welchem der Lebenszyklus graphisch modelliert wird und aus einem Auswertetool, welche beide sehr übersichtlich und einfach anzuwenden sind. Neben einer Sach- und einer Wirkungsbilanz enthält PEMS zwei Bewertungsverfahren, die themenorientierte Bewertung und die Methode der kritischen Volumina. Anhand dieser Bewertungsmethoden können auf Excel-Grundlage sehr umfangreiche und detaillierte Graphiken sowie Variantenvergleiche erstellt werden. Bei der Modellierung eines Lebenszyklusses wird der Anwender

durch eine sehr umfangreiche Datenbank unterstützt, welche beliebig ergänzt und verändert werden kann.

<b>ECODESIGN-Software-Bewertung</b>	
<b>PEMS 3.0 Demo</b>	
Kriterium	Bewertung
<b>Benutzerdokumentation allgemein</b>	Die Demoversion enthält eine englischsprachige Benutzerdokumentation, welche auch ein Beispiel enthält. Es werden aber nicht immer alle Funktionen erklärt.
<b>Übersichtlichkeit des Programms</b>	Das Programm ist in Excel programmiert und sehr übersichtlich gestaltet. Es besteht aus einem Flußdiagramm- und einem Auswerte-Editor.
<b>Hardwarevoraussetzungen</b>	Mind. 386er Prozessor, 3 MB Festplattenspeicher, mind. 6 MB Arbeitsspeicher bei Verwendung von MS Excel 5. Tatsächlich traten aber auch noch mit 8 MB Speicherprobleme auf! Excel 4 oder 5 muß installiert sein.
<b>Anwendungsfall: Produktbewertung oder Standortbewertung?</b>	Hauptanwendungsfall Produktbewertung, aber auch Standortbewertung möglich.
<b>Berücksichtigte Lebenszyklusbereiche allgemein</b>	Mittels der Flußdiagrammdarstellung können prinzipiell alle Lebenszyklusbereiche modelliert und berücksichtigt werden.
<b>Variantenvergleich möglich?</b>	Aufgrund der Excel-Programmierung ist ein sehr detaillierter Variantenvergleich möglich.
<b>Gibt es eine Sachbilanz?</b>	Es ist eine sehr detaillierte Sachbilanz vorhanden.
<b>Gibt es eine Wirkungsbilanz?</b>	Es ist auch eine Wirkungsbilanz vorhanden, graphische und tabellarische Darstellungen sind möglich.
<b>Bewertungsverfahren vorhanden?</b>	Es sind zwei Bewertungsverfahren vorhanden, die wirkungs- oder problemorientierte Bewertung und die Methode der kritischen Volumina
<b>Erfolgt eine Aggregation durch das Programm?</b>	Neben einer disaggregierten Darstellung erfolgt auch eine Aggregation der Bewertungsdaten.
<b>Faktorenumfang allgemein; Welche Daten werden erfaßt und verarbeitet?</b>	Material- und Energiemengen werden ebenso wie Emissionen und Energieklassen berücksichtigt.

	Nicht berücksichtigt werden Materialqualitäten, Flächenverbräuche, Nutzungsintensität des Produktes und qualitative Faktoren.
<b>Welche Ergebnisse werden erhalten?</b>	Als Ergebnisse erhält man Sachbilanzen sowie Wirkungsbilanzen und bewertete Bilanzen. Weiters erhält man umfangreiche und detaillierte graphische Darstellungen sowie Variantenvergleiche.
<b>Bedienungsaufwand allgemein</b>	Der Bedienungsaufwand ist nicht allzu hoch, es können sehr rasch Lebenszyklusanalysen durchgeführt werden.

### 7.5 PIA 1.2 Demo Version

PIA ist ein in den Niederlanden entwickeltes und unter MS DOS lauffähiges Computerprogramm zur Produktverbesserungsanalyse. Aufgrund der bei der Demo-Version fehlenden Benutzerdokumentation, sowie aufgrund der nicht sehr übersichtlich und auch nicht zeitgemäß gestalteten Oberfläche handelt es sich um ein eher umständlich anzuwendendes Programm. Positiv zu erwähnen sind die umfangreichen Datenbankinhalte, negativ die fehlenden graphischen Ergebnisdarstellungsmöglichkeiten mit Ausnahme der Prozeßbaumdarstellung. Zur Umweltbewertung von Produkten können sechs verschiedene Umweltwirkungen herangezogen werden.

<b>ECODESIGN-Software-Bewertung</b>	
<b>PIA 1.2 Demo</b>	
<b>Kriterium</b>	<b>Bewertung</b>
<b>Benutzerdokumentation allgemein</b>	Die Demo-Version von PIA enthält nur eine 6-seitige, englischsprachige und nicht sehr übersichtliche Kurzanleitung. Ein vollständiges Benutzerhandbuch ist bei der Demo-Version nicht enthalten.

<b>Übersichtlichkeit des Programms</b>	Es handelt sich um ein DOS-Programm, das nicht sehr übersichtlich und transparent gestaltet ist.
<b>Hardwarevoraussetzungen</b>	640 K bytes Arbeitsspeicher, Diskettenlaufwerk, mind. MS DOS 3.3
<b>Anwendungsfall: Produktbewertung oder Standortbewertung?</b>	Produktbewertung
<b>Berücksichtigte Lebenszyklusbereiche allgemein</b>	Es können alle Lebenszyklusbereiche von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung berücksichtigt werden.
<b>Variantenvergleich möglich?</b>	Es ist im Programm kein Variantenvergleich möglich.
<b>Gibt es eine Sachbilanz?</b>	Es ist eine Sachbilanz (Input-Output-Bilanz) vorhanden.
<b>Gibt es eine Wirkungsbilanz?</b>	Es ist eine Wirkungsbilanz mit den sechs verschiedenen Wirkungen Acidification, COD, Greenhouse effect, Human toxicity, Nutrifaction und Ozone depletion möglich.
<b>Bewertungsverfahren vorhanden?</b>	Eine Bewertung kann auf Basis der verschiedenen Wirkungskategorien durchgeführt werden.
<b>Erfolgt eine Aggregation durch das Programm?</b>	Es erfolgt keine Aggregation.
<b>Faktorenumfang allgemein; Welche Daten werden erfaßt und verarbeitet?</b>	Es werden Material- und Energieverbräuche, Emissionen, Flächenverbräuche, Abfälle, Produktlebensdauer und Ressourcenknappheit berücksichtigt.
<b>Welche Ergebnisse werden erhalten?</b>	Als Ergebnisse werden ein Prozeßbaum, Emissionsmatrizen der einzelnen Prozesse, die Sach- und die Wirkungsbilanz erhalten. Professionelle Grafiken der Bilanzen sind nicht erstellbar.
<b>Bedienungsaufwand allgemein</b>	Der Bedienungsaufwand des Programms ist durchschnittlich hoch.

## 8 Beispielberechnung

### 8.1 Zielsetzung

Bei den meisten österreichischen Firmen, die sich für ECODESIGN interessieren, handelt es sich um kleinere oder mittlere Unternehmen, deren Aufwand, den sie für die ökologische Bewertung ihrer Produkte oder Produktideen leisten können, beschränkt ist.

In Workshops<sup>9</sup> wird immer wieder der Wunsch geäußert die "Umweltauswirkungen" der hergestellten Produkte - durchaus in dieser allgemeinen und unscharfen Definition - mit möglichst geringem Aufwand zu beschreiben, und daraus mögliche Ansätze für Veränderungen abzuleiten.

Der Kostenrahmen für eine ausführliche Lebenszyklusanalyse beträgt jedoch laut Auskunft des IFEU Heidelberg 50 000 DM für einfache Systeme, und kann bis zu mehreren Mio. DM bei komplexen Systemen betragen. Demnach besteht die Hauptarbeit einer ausführlichen Lebenszyklusanalyse in der anwendungsfallbezogenen Datenrecherche.

Mit der Beispielberechnung im Rahmen des ECODESIGN Software Tests wurde versucht aufzuzeigen, welche Berechnungsergebnisse auch mit einfachen Input-Daten möglich sind, und inwieweit sie Hilfestellung in Entscheidungsprozessen bieten können, unter aller gebotenen Vorsicht bei ihrer Anwendung.

Es geht also nicht um die objektive Richtigkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse, (kaum jemand behauptet heute noch eine objektiv richtige Beurteilung von Umweltauswirkungen erstellen zu können), Ziel ist vielmehr die unterschiedlichen Zugänge zu illustrieren und transparent zu machen.

Durch die Beispiele soll gezeigt werden, welche Aussagen getroffen werden können und wo deren Grenzen liegen.

---

<sup>9</sup>Workshop im Rahmen des Cleaner Production Roundtable Linz 1996, Workshop im Rahmen des österreichischen Informationsknotens an der TU Wien mit dem Titel Wege in der Umsetzung von ECODESIGN, Nov 1997

## 8.2 Durchführung

In einem Fragebogen, der an alle Teilnehmer am Krierientest verschickt wurde, wurde die Bereitschaft erhoben an der Beispielberechnung teilzunehmen, acht Softwareanbieter sagten ihre Teilnahme zu.

Als Beispielprodukt wurde die Küchenmaschine "Compacto de Luxe" der Firma Philips ausgewählt, und mit Hilfe der Herstellerfirma ein Set von Basisinformationen zusammengestellt.

Das gewählte Beispiel und der beschreibende Datensatz gibt die typische Situation von Firmen wieder, die in ECODESIGN einsteigen wollen:

Die Küchenmaschine, wurde mit einem relativ einfach zu recherchierenden Satz von Daten, wie er von jeder interessierten Firma mit vertretbarem Aufwand bereitgestellt werden kann, beschrieben und die Programmanbieter gebeten, anhand dieser Angaben eine Kalkulation der "Umweltverträglichkeit" für die Küchenmaschine durchzuführen.

Das Basis-Informationspaket zum Beispielprodukt enthielt folgende Teile:

- Explosionszeichnung des Geräts
- Bedienungsanleitung
- Originalstückliste des Geräts mit Materialangaben
- Stückliste mit Angaben über:
  - Herkunftsland
  - Lieferfirma
  - Gewicht der Einzelteile
  - Werkstoff
  - Lebensdauer der Einzelteile

Darüber hinaus wurde angeboten zusätzliche Informationen auf Anfrage zu recherchieren.

Nachgefragt wurden vor allem:

- Informationen über Energieverbrauch des Geräts
- durchschnittliche Betriebszeiten

- Wartungsintervalle
  - Entsorgungs- bzw. Wiederverwertungsmöglichkeiten und Rücknahmekonzepte.
- Einmal wurde auch die Frage nach der Funktion des Geräts, bzw. der funktionellen Einheit gestellt.

Von den ursprünglich acht Zusagen haben fünf Softwareanbieter ihre Teilnahme wieder zurückgezogen, teilweise mit der Begründung, daß die Fragestellung zu allgemein und die Informationen zu wenig detailliert und daher repräsentative, vergleichbare Ergebnisse unmöglich seien.

An der Beispielberechnung haben schließlich drei Programmanbieter teilgenommen, die Berechnungen wurden mit den Programmen EMIS; CUMPAN und GABI durchgeführt (siehe Anhang C).

### **8.3 Interpretation der Ergebnisse**

Die Berechnungen<sup>10</sup> des Beispielproduktes "Küchenmaschine" zeigen verschiedene Zugänge und unterschiedliche Schwerpunkte bei der Ergebnisauswertung.

Der Beispielberechnung mittels **EMIS** wurde eine ausführliche Darstellung der getroffenen Annahmen und Randbedingungen vorangestellt.

Bei der Herstellung wird ein einmaliger Ersatz der Schneidwerkzeuge nach einer Gebrauchszeit von vier Jahren berücksichtigt. Beim Gebrauch wird zwischen dem Stromverbrauch für den Antrieb der Maschine und der erforderlichen Reinigung des Geräts unterschieden, als Entsorgungsszenario wurde die Müllverbrennung gewählt.

Die Auswertung umfaßt eine Bewertung nach der modifizierten wirkungsorientierten Methode nach CML Leiden, die folgende Wirkungskategorien berücksichtigt:

- Nicht erneuerbare energ. Ressourcen
- Säurebildungspotential
- Ozonbildungspotential
- Toxizität Wasser

---

<sup>10</sup>die detaillierten Berechnungsergebnisse finden sich im Anhang C

- Deponierte Abfälle
- Treibhauspotential
- Eutrophierungspotential
- Toxizität Luft
- Versalzungspotential

Die wirkungsorientierte Auswertung zeigt eine relative Darstellung der Umweltauswirkungen über den Lebenszyklus. Als Grundlage einer Schwachstellenanalyse gibt sie Auskunft über den Beitrag der einzelnen Lebenszyklusabschnitte zur gesamten Umweltbelastung.

Die Angaben für die einzelnen Kategorien enthalten sogenannte Vertrauensgrenzen, das sind Schwankungsbreiten für die Zuverlässigkeit der Daten. Diese können teilweise um mehr als 50% variieren.

Als aggregierte Bewertung wurden die Kennzahlen Ecoindicator 95 und UBP (Umweltbelastungspunkte) berechnet. Diese Kennzahlen dienen vor allem einer übersichtlicheren Darstellung.

An zwei Beispielen wurde der Einfluß verschiedener Rahmenbedingungen auf die Ergebnisse demonstriert:

Zum einen wurde gezeigt, daß die mit dem Stromverbrauch verbundenen Belastungen stark vom verwendeten Strom-Mix<sup>11</sup> abhängen, und so das Gesamtergebnis wesentlich beeinflussen (der österreichische Strom-Mix ergibt, aufgrund des hohen Wasserkraftanteils an der Stromerzeugung, deutlich geringere Belastungen als der europäische Durchschnitt).

Zum anderen wurde demonstriert, wie eine Veränderung des Entsorgungsszenarios von Müllverbrennung auf Deponierung die Luftschadstoffe reduziert, allerdings mit einer stärkeren Belastung des Wassers verbunden ist.

Das Berechnungsergebnis mittels **CUMPAN** baut auf einer Modellierung des Gerätes mit seinen Einzelteilen in Form eines Flußdiagramms auf.

---

<sup>11</sup>Die anteilige Zusammensetzung der Primärenergieträger in der Stromproduktion und die damit verbundenen Umweltauswirkungen

Mithilfe dieses Flußschemas werden die Stoff- und Energieflüsse für die Herstellung der Küchenmaschine erfaßt und beschrieben. Die dabei anfallenden Transportprozesse werden den jeweiligen Flüssen als Attribute zugeordnet.

Eine Ergebnisauswertung erfolgt hinsichtlich folgender Wirkungskategorien:

- Ressourcenverbrauch
- Energieverbrauch
- gesamte Umweltbelastungen
- warenförmige Kuppelprodukte
- Eutrophierungspotential
- Versauerungspotential
- Sommersmogpotential

Darüber hinaus wurde eine Schwachstellenanalyse durchgeführt hinsichtlich einer einzelnen Umweltbelastung, der Freisetzung von Nitraten.

Bei der Beispielberechnung mit dem Programm **GABI** wurde als erster Schritt der Vereinfachung anhand der Sachbilanz (Inventory analysis) eine ABC Analyse über das Gewicht der einzelnen Bauteile durchgeführt. Für die schwereren Bauteile, deren gemeinsames Gesamtgewicht 96% des Produktgewichts überschreitet, wird auch die Herstellungsphase der Einzelteile bilanziert, für die anderen wird nur ihr Materialanteil berücksichtigt.

Die Bauteilgewichte wurden dabei als Hilfsgröße für die Umweltrelevanz herangezogen, die in der Praxis noch um das Expertenwissen aus der Firma zur Identifikation der umweltrelevanten Bauteile zu ergänzen ist.

Der Lebenszyklus wurde in die Bereich Herstellung, Nutzung und Recycling unterteilt, wobei das gewählte Entsorgungsszenario ein teilweises Recycling der Metall- und der größeren Kunststoffteile voraussetzt.

Die Modellierung des Lebenszyklusses erfolgt über miteinander verknüpfte Pläne die jeweils einen Lebenszyklusabschnitt abbilden.

In der Wirkungsanalyse wird ein individueller Bewertungsschlüssel erstellt, der sich aus einer unterschiedlichen Gewichtung der betrachteten Wirkungskategorien zusammensetzt.

Für den Bewertungsschlüssel im Beispiel wurden folgende Wirkungskategorien herangezogen:

- Ökotoxizität
- Versauerungspotential
- Treibhauspotential
- Eutrophierungspotential
- Photooxidationspotential

Schließlich erfolgt noch einer Gegenüberstellung des Berechnungsergebnisses mit Alternativen, ein Vergleich mit zwei fiktiven Konkurrenzprodukten.

Die Produkte unterscheiden sich in Preis, Funktionalität und Sachbilanz, die Bewertung ermöglicht eine Reihung der Produkte indem die verursachten Belastungen einem Nutzen, bestehend aus Marktwert und Funktionalität, gegenübergestellt werden.

Zusammenfassend lassen sich die in Beispielberechnung bereitgestellten Informationen folgendermaßen strukturieren:

- Übersichtsergebnisse mittels aggregierter Kennzahlen
- Wirkungskategorien über einzelne Lebenszyklusabschnitte (zeitlich) oder über die verschiedenen Bauteile des Produktes
- Sensitivitätsanalyse hinsichtlich einzelner Lebenszyklusabschnitte, einzelner Bauteile oder spezifischer Wirkungskategorien
- Vergleich mit Konkurrenzprodukten
- Vertrauensgrenzen und Schwankungsbreiten der Daten

Wichtig für die Interpretation der Ergebnisse ist eine transparente Angabe der Systemgrenzen und Rahmenbedingungen sowie der Annahmen und Vereinfachungen. Sensitivitätsanalysen einzelner Prozesse sind auf spezifische Daten angewiesen.

## 9 Literaturverzeichnis

Balzert H.: Die Entwicklung von Software-Systemen; Prinzipien, Methoden, Sprachen, Werkzeuge. Wissenschaftsverlag Mannheim/Wien/Zürich, 1988.

Cleaner Production Roundtable 1996 Linz, Tagungsband

DATUM, Wegweiser Umwelttechnik, Bertelsmann Fachzeitschriften, 1993.

Ecodesign Wettbewerb 1996, Ausschreibungsunterlagen, Wien 1996

Ellringmann H.: SW-Führer Umweltschutz, Luchterhand-Verlag, 65829 Kriftel, 1996.

Ellringmann H.: SW-Führer Umweltschutz, Luchterhand-Verlag, 65829 Kriftel, 1996.

Eschenbach, Rolf, Neumann, Katharina, Betriebliche Umweltinformationssysteme Ist Umweltschutz auf Knopfdruck möglich? Manz Verlag, Wien 1995

EST-Survey, 1996.

Haasis, H.- D., Hilty, L.M., Kürzl H. und Rautenstrauch, C; Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) , Projekte und Perspektiven, Metropolis Verlag, Marburg 1995

IDSA (Industrial Designer Society of America), 12 Facts of Ecodesign

Internet Adressen, unter anderem:

Internet, Yellow Pages, Markt&Technik-Verlag, 1995.

EPA USA: <http://es.inel.gov/partners/acctg/rev/chpt1.html>

Berkeley Univ.: <http://greenmfg.me.berkeley.edu/green/>

Australisches Forschungsinstitut::

<http://www.cfd.rmit.edu.au/Research/LCA/LCA.html>

Atlantic Consulting: <http://www.ecosite.co.uk/>

Österreichischer Ecodesign Informationsknoten: [www.ecodesign.at](http://www.ecodesign.at)

Lindermeier R., Siebert F.: Softwareprüfung und Qualitätssicherung, Das Handbuch zur Prüfung von Softwareerzeugnissen nach DIN ISO/IEC 12119. Oldenbourg, 2, München, 1995.

NUP, Nationaler Umweltplan, Hrsg.:Österreichische Bundesregierung Wien 1995

ÖNORM EN ISO 14040 Umweltmanagement, Produkt Ökobilanz  
Prinzipien und allgemeine Anforderungen, Entwurf 1996

ÖNORM EN ISO 14041 Umweltmanagement, Ökobilanz  
Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie der Sachbilanz, Entwurf  
1997

Prepare TOOL - KIT

Prepare Textbücher, EMAS Textbücher, Lösungen Arbeitsblätter  
BMU, BMWFK, Wien 1995

Rhese, Lothar, Entwicklung von Bewertungsfeldern für eine umweltbewußte  
Produktgestaltung, Forschungsprojektbericht für BMU und BMWVK, Wien 1996

Scheer, A.-W., Haasis, H.- D., Heimig, I., Hilty, L.M., Kraus, M. und Rautenstrauch, C;  
Computergestützte Stoffstrommanagementsysteme, Metropolis Verlag, Marburg 1995

Schmidt Mario, IFEU Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH.  
Persönliche Mitteilung

Schramm, Wilhelm, Schnitzer, Hans, Jantschig, Jürgen  
Grundlagen zum Aufbau eines Informationssystems zur vergleichenden  
Technikbewertung, Zwischenbericht  
Studie im Auftrag des BMU, Wien 1996

SEIBT, Annuaire de la Technique de l'Environnement, 1993.

Siegenthaler, Claude, Noppeney, Claus, Pagliari, F.  
Ökobilanz- Software, Marktübersicht 1995, Eine Übersicht von PC Programmen zur  
Erstellung von Produkt- und Betriebsökobilanzen, 1995

Software-Führer Operations Research, Österreichische Gesellschaft für Operations  
Research, UNI Wien, 1993.

Stahel, Walter, Wiener Bäume, Wien 1996

The software encyclopedia, Vol. 1 & 2, Reed Elsevier Inc., New York, 1993.

Tischner, Schmidt-Bleek: Produktentwicklung - Nutzen gestalten, Natur schonen,  
BMWFK, WIFI Wien 1995

## **Anhang A**

# **Ergebnisse der Programmrecherche**



# **Anhang B**

## **Prüfungsprotokolle des Kriterientests**



## **Anhang C**

### **Ergebnisse der Beispielberechnung**

Ergebnisse der Berechnung für das Beispiel  
“Küchenmaschine”

erstellt mit dem Programm

**EMIS**

Ergebnisse der Berechnung für das Beispiel  
“Küchenmaschine”

erstellt mit dem Programm

**CUMPAN**

Ergebnisse der Berechnung für das Beispiel  
“Küchenmaschine”

erstellt mit dem Programm

**GaBi**